

**Жукова Л.Р.,
Кундельчук О.П.,
Дайнеко П.М.**

ЗАГАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНА ПРАКТИКА



ЗАГАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНА ПРАКТИКА

Жукова Л.Р., Кундельчук О.П., Дайнеко П.М.

ISBN 978-617-7573-29-5



***Навчально-методичний посібник
до виконання завдань
навчально-польової практики***

**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЇ, ГЕОГРАФІЇ І ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ГЕОГРАФІЇ**

Жукова Л.Р., Кундельчук О.П., Дайнеко П.М.

Загально-екологічна практика

**Навчально-методичний посібник до виконання
завдань навчально-польової практики**



УДК 378.147.09.33 - 027.22 : 502.2(07)

Ж 86

Жукова Л.Р., Кундельчук О.П., Дайнеко П.М.

Ж 86 Загально-екологічна практика: навчально-методичний посібник до виконання завдань навчально-польової практики [Текст] / Л.Р. Жукова, О.П. Кундельчук, П.М. Дайнеко. – Херсон: ФОП Вишемирський В.С., 2018. – 210 с.

ISBN 978-617-7573-29-5

Посібник містить практичні роботи, рекомендовані для проведення навчально-польової загально-екологічної практики зі студентами 1 курсу спеціальності 101 Екологія рівня вищої освіти «бакалавр», а також довідкову інформацію, необхідну для виконання практичних робіт, рисунки, таблиці, контрольні питання і перелік літературних джерел.

Посібник рекомендований студентам і викладачам екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Рецензенти:

Сидорович М.М., д.пед.н., професор, професор кафедри біології людини та імунології Херсонського державного університету;

Бойко П.М., декан факультету рибного господарства та природокористування Херсонського державного аграрного університету, к.б.н., доцент;

Кіріяк С.Г., к.геогр.н., викладач вищої категорії, директор Херсонського гідрометеорологічного технікуму ОДЕКУ.

Рекомендовано до друку на засіданні кафедри екології та географії Херсонського державного університету (протокол № 10 від 02.05.2018 р.).

Рекомендовано до друку на засіданні методичної ради факультету біології, географії і екології Херсонського державного університету (протокол № 4а від 21.05.2018 р.).

Рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради Херсонського державного університету (протокол № 13 від 27.06.2018 р.).

УДК 378.147.09.33 - 027.22 : 502.2(07)

ISBN 978-617-7573-29-5

© Л.Р. Жукова, О.П. Кундельчук, П.М. Дайнеко. 2018
© ФОП Вишемирський В.С., 2018

ЗМІСТ

Програма практики	6
РОЗДІЛ 1. Геоекологічна оцінка стану природних екосистем території дослідження.....	9
Робота № 1. Геологічна будова області і видобуток корисних копалин. Оцінка радіаційної безпеки родовищ в межах Херсонської області.....	9
Робота № 2. Дослідження розвитку суфозійних і карстових процесів на території Херсонської області.....	19
Робота № 3. Дослідження зсувних процесів в регіоні проходження практики.....	28
Робота № 4. Оцінка інтенсивності розвитку абразії берегів на території дослідження.....	38
Робота № 5. Аналіз динаміки процесів яружної ерозії на території дослідження.....	43
Робота № 6. Дослідження розвитку процесів підтоплення територій Херсонської області.....	47
Робота № 7. Дослідження впливу водного режиму території на рівень засолення ґрунтів в Херсонській області.....	57
Робота № 8. Визначення природної здатності аквальних екосистем до самоочищення.....	63
Робота № 9. Дослідження вмісту кисню у природних водоймах. Евтрофікація поверхневих водойм і оцінка рівня їх сапробності.....	70
Робота № 10. Суховії і пилові бурі. Кліматичні і ґрунтові умови розвитку пилових бур в регіоні дослідження.....	82
Робота № 11. Визначення екологічного стану природних територій за типом життєвої стратегії рослин.....	90
Робота № 12. Оцінка екологічного благополуччя природних охоронних територій в межах біоцентрично-сітьової ландшафтно-територіальної структури.....	94
Робота № 13. Дослідження відновлення природних екосистем після дії Катастрофічних факторів. Посткатастрофічні сукцесії.....	98
РОЗДІЛ 2. Дослідження екологічного стану екосистем міста.....	113
Робота № 14. Аналіз ефективності самоочищення атмосферного повітря на території дослідження.....	113
Робота № 15. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту на ділянці магістральної вулиці.....	117
Робота № 16. Визначення запиленості території.....	131

Робота № 17. Встановлення рівня кислотності атмосферних опадів і його впливу на кислотність ґрунтів на території дослідження.....	136
Робота № 18. Оцінка ступеню корозійного пошкодження зовнішніх стін та металевих конструкцій будинків під впливом агресивних умов міської екосистеми.....	143
Робота № 19. Звукове (шумове) забруднення навколишнього середовища.....	150
Робота № 20. Дослідження радіаційного фону міських територій за допомогою дозиметра SMG-2.....	158
Робота № 21. Оцінка екологічного стану дерев в різних за рівнем техногенного навантаження зонах міста.....	161
Робота № 22. Визначення рівня забрудненості екосистем міста з використанням методів біотестування.....	167
РОЗДІЛ 3. Оцінка екологічної безпеки продуктів харчування та питної води.....	182
Робота № 23. Радіаційний контроль продуктів харчування та питної води	182
Робота № 24. Контроль вмісту нітратів в продуктах харчування та питній воді.....	190
Робота № 25. Біотестування загальної токсичності питної води за розвитком проростків індикаторних рослин.....	200
Додаток А. Статистичний аналіз отриманих результатів дослідження на прикладі аналізу дозиметричних показників випромінювання від води, яка пройшла кип'ятіння у мікрохвильовій печі.....	205

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Навчально-польова загально-екологічна практика для студентів 1 курсу спеціальності 101 Екологія рівня вищої освіти «бакалавр» є важливою складовою навчальної підготовки екологів, метою якої є сформувати у студентів практичні навички проведення польових експериментальних досліджень впливу навколишнього середовища на живі організми.

Програма практики передбачає проведення польових досліджень з п'яти дисциплін фахової підготовки майбутніх екологів, які вивчалися протягом 1 курсу навчання: з геології з основами геоморфології, метеорології та кліматології, гідрології, основ загальної екології (та неоекології) і екології рослин. Запропоновані в посібнику завдання для проведення практики передбачають набуття студентами вмінь грамотно збирати екологічно-значиму інформацію в польових умовах, а також здійснювати статистичну обробку первинних даних і робити коректні висновки з отриманих результатів.

Навчально-польова загально-екологічна практика проводиться як в межах антропогенно-трансформованих екосистем, так і в природних екосистемах. При цьому слід відзначити, що сьогодні майже неможливо виявити регіони, на які не впливає безпосередньо, або опосередковано техногенна діяльність людини – як завдяки геоекологічній трансмісії забруднюючих речовин, так і через антропогенні зміни форм рельєфу, гідрологічного режиму територій, видобуток корисних копалин, глобальне використання штучного електромагнітного випромінювання і т.н.

Організація проведення навчально-польової загально-екологічної практики. На настановчій конференції, яка проводиться перед початком практики, студенти знайомляться з програмою практики і правилами техніки безпеки під час знаходження на базах практики.

Кожний навчальний день навчально-польової загально-екологічної практики присвячений дослідженню певної екологічної проблеми. Викладач проводить усний інструктаж стосовно виконання завдань практики і надалі контролює виконання завдань студентами. Під час проведення практики студентська група розбивається на підгрупи по 2-3 студенти, які виконують групове завдання з відповідної екологічної проблематики і звітують про його виконання.

Наприкінці практики за сумарними результатами виконання завдань практики студентам виставляється залік.

Програма
навчально-польової загально-екологічної практики для студентів
спеціальності 101 Екологія 1 курсу навчання рівня вищої освіти
«бакалавр» за блоком навчальних дисциплін: геологія з основами
геоморфології, гідрологія, метеорологія і кліматологія,
загальна екологія (та неоекологія) і екологія рослин.

Геологія з основами геоморфології. Дослідження видів та властивостей мінералів, аналіз процесів їх утворення на території проходження практики. Формування вмінь застосовувати знання з мінералогії та петрографії для визначення якості корисних копалин в регіоні проведення польових досліджень. Характеристика екзогенних геологічних процесів, притаманних території дослідження: аналіз яроутворення, формування суфозійних та карстових форм рельєфу, зсувів, абразії берегів. Проведення польової оцінки рівня стійкості геологічного середовища на території дослідження по відношенню до антропогенного впливу.

Гідрологія. Польове дослідження гідрологічних об'єктів на території проходження практики: річок, водосховищ, озер, боліт, підземних вод, морів. Оволодіння методами виміру основних гідрологічних показників. Дослідження явища геоecологічної трансмісії забруднюючих речовин з поверхневими водами. Вивчення факторів, які впливають на рівень підземних вод. Аналіз причин розвитку підтоплення території дослідження. Дослідження впливу водного режиму території на розвиток засолення ґрунтів в регіоні проходження польової практики. Визначення типу природних та антропогенних водних об'єктів за рівнем кисню у воді: оліготрофні, евтрофні, дистрофні. Набуття вмінь характеризувати наслідки впливу техногенної діяльності людини на гідрологічні об'єкти.

Метеорологія і кліматологія. Здійснення в польових умовах спостережень за зміною основних метеорологічних, погодних та кліматичних параметрів: температурою повітря, атмосферним тиском, вологістю, напрямком вітру і т.н. Відпрацювання в польових умовах вмінь користуватися основними метеорологічними приладами. Формування навичок читання метеорологічних карт і діаграм. Здійснення оцінки території дослідження за її здатністю до геоecологічної трансмісії забруднюючих речовин з атмосферним повітрям. Набуття вмінь аналізувати наслідки впливу природних та антропогенних факторів на метеорологічні та кліматичні процеси на території дослідження.

Загальна екологія (та неоекологія). Польове дослідження реакції організмів на дію екологічних факторів. Визначення життєвих форм організмів. Аналіз змін життєвих форм організмів в різних екологічних умовах. Дослідження впливу абіотичних факторів (температури, вологості, кількості кисню, рН середовища, світла та інших факторів) на живі організми. Вивчення впливу біотичних факторів на організми: конкуренція за ресурси, мутуалізм, міжвидові системи типу «хижак - жертва», «паразит - хазяїн» на території дослідження. Аналіз адаптацій організмів до стресових умов навколишнього

середовища. Дослідження чисельності популяцій організмів які належать до К-стратегів та r-стратегів.

Особливості проведення екологічних досліджень на екосистемному рівні організації живого. Польове дослідження геоекотонних екосистем. Аналіз сукцесійних рядів на території проходження практики. Методика дослідження структури біоценозу і взаємовідносин організмів у біоценозах. Визначення екологічного благополуччя біоцентрів і біокоридорів в межах біоцентрично-сітьової ландшафтно-екологічної структури регіону дослідження.

Неоекологія. Дослідження дії антропогенних факторів на живі організми. Набуття вмінь працювати з приладами, які дозволяють здійснювати визначення рівня екологічної небезпеки середовища для організму людини. Засвоєння експериментальних методів, за допомогою яких можливо досліджувати вплив різноманітних природних та техногенних екологічних факторів на живі організми. Формування практичних умінь визначення стану екосистем за результатами проведення біоіндикаційних робіт та лабораторного біотестування.

Список рекомендованих джерел:

Геологія з основами геоморфології:

1. Рычагов Г.И. Общая геоморфология. – М.: МГУ. – 2006. – 416 с.
2. Свинко Й.М., Сивий М.Я. Геологія: підручник. – К.: Либідь, 2003. – 480 с.
3. Стецюк В.В., Ковальчук І.П. Основи геоморфології: Навч.посібник / за ред.. О.М. Маринича. – К.:Вища школа, 2005. – 495 с.
4. Каденская М.И. Руководство к практическим занятиям по минералогии и петрографии М.: Просвещение, 1976. – 240с.
5. Музафаров В.Г. Определитель минералов, горных пород и окаменелостей. – М.: «Недра», 1979. – 328 с.
6. Пособие к лабораторным занятиям по курсу общей геологии // под ред. Павлинова В.Н. и др. М.: “Недра”, 1970. – 192 с.

Гідрологія:

1. Левківський С.С., Хільчевський В.К., Ободовський О.Г., Будкіна Л.Г., Гребінь В.В., Закревський Д.В., Лисого С.М., Падун М.М., Пелешенко В.І. Загальна гідрологія. Підручник. – К.: Фітоцентр, 2000. – 264 с.
2. Михайлов В.П., Добровольский А.Д. Общая гидрология. – М.: Высшая школа, 1991.
3. Неклюкова Н.П. Общее землеведение. – М.: Просвещение. – 1976. – 335 с.
4. Чеботарёв А.И. Общая гидрология (Воды суши). – Л.: Гидрометеиздат. – 1975. - 541 с.

Метеорологія та кліматологія:

1. Неклюкова Н.П. Общее землеведение. Земля как планета. Атмосфера. Гидросфера. - М.: Просвещение, 1977. - 336с.
2. Хромов С.П. Метеорология и климатология. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 404с.
3. Алисов Б.П., Полтораус М.И. Климатология. - М.: Наука, 1985. - 264с.
4. Гуральник И.И. Метеорология. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 334с.
5. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л: Гидрометеиздат, 1984. – 751 с.

Загальна екологія (та неоекологія):

1. Основи екології: Підручн. для студ. вищ. навч. зак / Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. – К.: Либідь, 2004.– 408 с.
2. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія. – Суми: Університетська книга, 2005. – 416 с.
3. Бродский А.К. Краткий курс общей экологии. – СПб.: ДЕАН, 2000. – 250 с.
4. Шилов И.А. Экология – М.: Высшая школа, 2000. – 618 с.
5. Кучерявий В.П. Екологія: Підручн. для студ вузів.– Вид. 2-ге.– Львів: Світ, 2001.– 480 с.
6. Лабораторний та польовий практикум з екології / Ред. Замостян В.П.– К, 2000.– 216 с.

РОЗДІЛ 1. Геоекологічна оцінка стану природних екосистем території дослідження

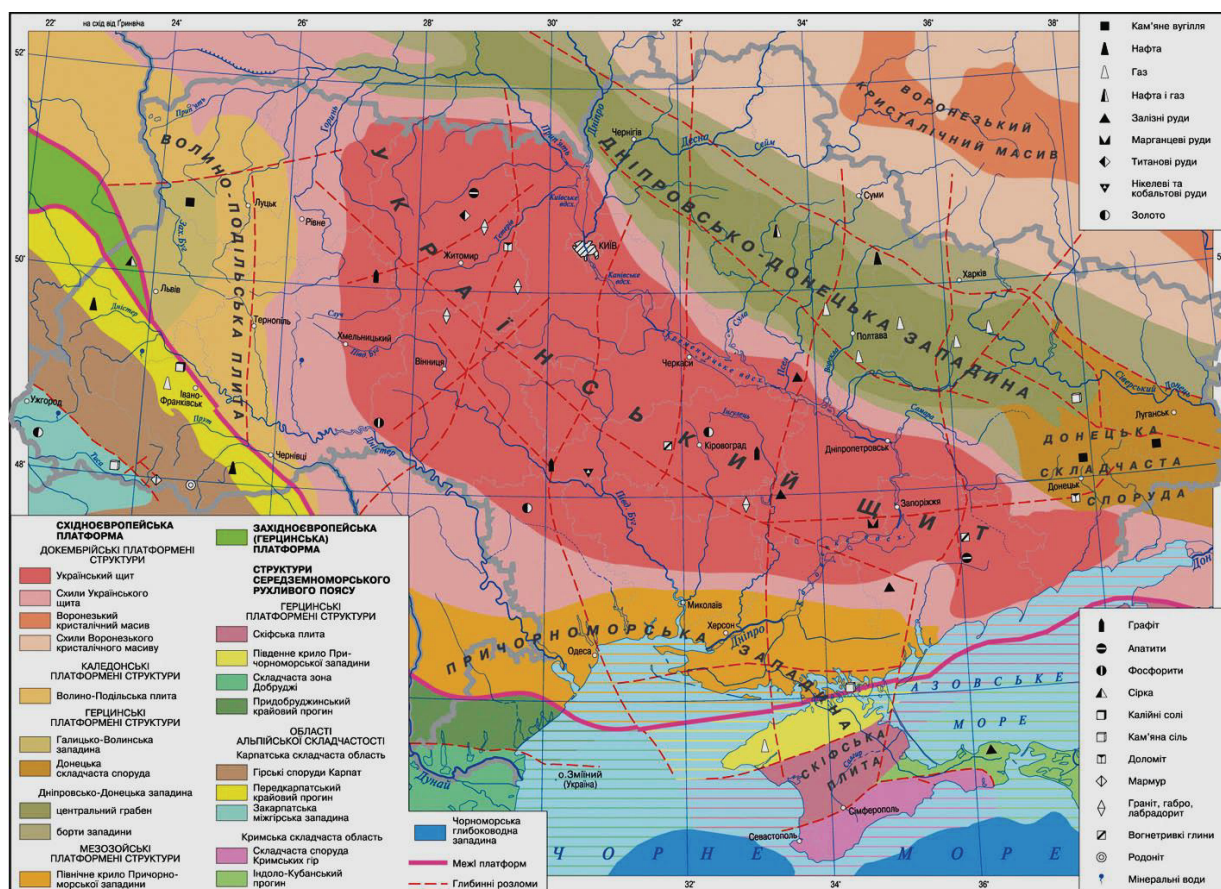
Робота № 1

Тема: Геологічна будова області і видобуток корисних копалин. Оцінка радіаційної безпеки родовищ в межах Херсонської області.

Мета роботи: встановити кореляцію між геологічною будовою і типами родовищ корисних копалин, які видобуваються на території проходження практики; визначити радіаційну безпеку відповідних родовищ корисних копалин.

Матеріали та реактиви: карта родовищ корисних копалин на території проходження практики, дозиметр, олівці, зошити.

Інформація. Геологічна історія Херсонської області (цитовано за Е. Романов, <http://mycity.kherson.ua/pryroda/geology.html>). **Кріптозой (Архейський та Протерозойський еони).** Геологічна історія Херсонської області сягає своїм корінням в глибини Архейського еону. Про це свідчать стародавні гірські породи, розкриті глибокими геологорозвідувальними свердловинами.



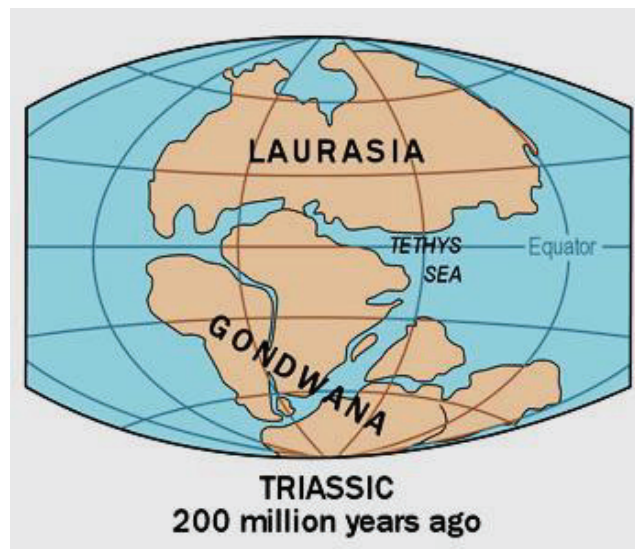
Геологічна будова Херсонської області (цитовано за <https://www.google.com.ua/search?q>).

Зразки керну, підняті буровими снарядами на поверхню, показують, що пласти гірських порід на території Херсонської області складені в нижній частині розрізу земної кори метаморфічними гірськими породами архейської і протерозойської груп. Ці породи утворюють кристалічний фундамент. Вище в розрізі залягають молодші гірські породи мезозойської і кайнозойської груп. Вони є осадовими утвореннями і складають верхній поверх розрізу земної кори.

Таким чином, територія Херсонської області має типову платформенну будову. Вона є південною частиною древньої докембрійської Російської або Східно-Європейської платформи і представляє її крайовий прогин в сторону Криму. Цей прогин називається Причорноморською западиною. У рельєфі поверхні Землі ця западина виражена у вигляді Причорноморської низовини.

На південь від Причорноморської западини розташована Альпійсько-Гімалайська або Середземноморська геосинклінальна область, яка простягається широким поясом через всю Південну Європу і Південну Азію. В її межах знаходяться Балканський хребет, Альпи, Карпати, Крим, Кавказ, Гімалаї та інші гірські системи Середземноморського пояса.

У минулому на місці цієї геосинклінальної області знаходився величезний морський басейн - океан Тетіс, який простягався від берегів Африки і Індії на півдні до Російської та Китайської платформ на півночі. Залишками цього древнього океану є Середземне море, глибоководні частини Чорного і Каспійського морів.



Сьогодні на південь від Причорноморської западини розташована Палеозойська Скіфська платформа, яка займає степову частину Кримського півострова. Кордоном між платформами служить зона розломів, що простягається в широтному напрямку через північну частину Азовського моря, затоку Сиваш, далі в західному напрямку - через Каркінітську затоку і Чорне море. Палеозойський складчастий фундамент Скіфської платформи окаймляє Руську платформу з півдня. Північна межа Причорноморської западини проходить уздовж виходів на поверхню землі древніх гірських порід Українського кристалічного щита.

Кристалічний фундамент Російської платформи формувався протягом Архейського і Протерозойського еонів. Він складений метаморфічними

гірськими породами, сильно дислокованими в складки і розірваними численними розривними порушеннями. Він складається з кристалічних сланців і гнейсів з впровадженням гранітів, діаритів та інших магматичних порід.

Тектонічний цикл, що проявився на початку Архейського еону, завершився утворенням в південно-західній частині Російської платформи гірської країни. Система її складчастих гір простягалася з південного сходу на північний захід. Між сучасними річками Дніпро і Дністер розміщувалися дві складчасті системи гір. Одна з них тягнулася від Азовського моря в північно-західному напрямку до долини р. Дніпро. Ці гори далекого минулого часу називаються Борисфеніди. На захід і південний захід від них розташовувалася інша велика система гір - Дністровсько-Бузька. Після утворення гірської країни настала значна за часом перерва в накопиченні осадових порід. Породи піддалися руйнуванню, і гори виявилися настільки зниженими, що сьогодні простежується лише коріння зруйнованих складок.

Другий цикл, що проявився наприкінці Архейського - початку Протерозойського еонів, характеризувався відкладенням потужних товщ глинистих, глинисто-мергелистих відкладень і залізисто-кременистих утворень. У відносно невеликій кількості накопичувалися піщані і вапняні відкладення. А серед них у великій кількості залягають магматичні і вулканічні породи. Вони займають близько 70-80% від загальної потужності товщі порід. Накопичення відкладень відбувалося зі значними перервами.

Всі породи верхнього Архею і нижнього Протерозою сильно зім'яті в складки, розірвані розломами і піддалися метаморфізму. Після цього настала нова перерва в накопиченні відкладень. Гірські споруди піддавалися руйнуванню. В середньому-верхньому Протерозої процеси руйнування поверхні переважали над процесами накопичення осадових порід на всій південно-західній частині платформи.

Фанерозойський еон (Палеозой, Мезозой, Кайнозой).

Палеозойська ера. Гірські породи Палеозойської ери в розрізі земної кори в межах Херсонської області відсутні. Це пояснюється тим, що протягом Кембрійського - Силурійського періодів Палеозою південно-західна частина Російської платформи продовжувала залишатися континентальною сушею. Накопичення осадів не відбувалося, переважали процеси руйнування гірських порід і виносу продуктів за межі території. Мілководне море близько підходило до теперішніх південних кордонів Херсонської області.

У Кам'яновугільному періоді відбувся наступ морських вод з боку океану Тетіс. В результаті утворилася велика затока, води якої займали всю територію Херсонської області. Однак, відкладення колишнього моря в розрізі земної кори не збереглися. Вважають, що вони були змиті водами відступаючого моря. В кінці Карбона море відступило і знову відновилося суша. У Пермському періоді територія Херсонської області була континентальною сушею, тому накопичення осадів не відбувалося.

Мезозойська ера. У Тріасовому періоді Мезозойської ери панували континентальні умови, що склалися в південно-західній частині Російської платформи ще наприкінці Палеозойської ери. Територія Херсонської області протягом Тріасового періоду представляла собою прибережну морську

низовину в південній частині, а в північній - піднесену сушу. Накопичення осадів не відбувалося, переважали процеси руйнування і зниження поверхні внаслідок виносу продуктів вивітрювання.

Відкладення Юрського і Крейдяного періодів значно поширені в межах Херсонської області. Слід відзначити, що Юрські і Крейдяні породи залягають нижче урізу води в р. Дніпро, рівня Азовського і Чорного морів. Тому вони ніде не оголюються на поверхні землі. Вивчення складу цих порід, глибини залягання проводиться за зразками, піднятим на поверхню землі з бурових свердловин у вигляді керна.

Юрський період характеризувався активними тектонічними рухами земної кори і широким наступом моря на сушу. Окраїнна південно-східна частина території області в ранню- і середньо-юрську епохи була зайнята водами океану Тетіс, які заповнювали Сиваський рів, тобто западину під сучасним Сивашем. Північний берег моря простягався по лінії, віддаленій на 20-25 км на північ від м. Генічеська, і проходив далі на захід до південно-східного краю Тендрівської коси. У затоці відклалися пісковики, глини, сумарна потужність яких по свердловинах, пройдених в м. Генічеську, становить до 36 м. Прилегла до затоки частина площі була прибережною низовиною і у вигляді вузької смуги тягнулася майже в широтному напрямку. Північна її межа проходила через м. Херсон.

На початку пізньої Юри берегова лінія моря відступила на південь, а в кінці Юрського періоду морські води взагалі залишили межі території Херсонської області. На початку ранньої Крейди на території Херсонської області були континентальні умови. Але вже наприкінці цієї епохи починається повільне опускання земної кори, що викликало наступ моря з боку океану Тетіс. На початку пізньої Крейди опускання посилювалося. Тому море поглиблювалося, а його берег змістився далі на північ. Води відносно глибоководного моря покрили всю територію області. У ньому відклалися крейда, мергель, а в південно-східній частині (район м. Генічеська та Сиваського прогину) - вапняки, мергель. В кінці пізньої Крейди море скоротило свої розміри. Його берегова лінія відступила на південь і простягалася в широтному напрямку через м. Берислав. Море все ще залишалось глибоководним і в ньому відкладалися в районі Присивашья світло-сірі і зеленувато-сірі піски з прошарками глин. Загальна потужність означених відкладень становить 40-50 м. На решті частини були розвинені мергелі і вапняки. Вони містять залишки пластинчатожабєрних молюсків, плеченогих і морських їжаків.

Кайнозойська ера. У ранньому Палеогені Кайнозойської ери відбулося невелике опускання земної кори південної частини території, що призвело до нового наступу моря, яке відбувалося з південного сходу (з боку океану Тетіс). Берегова лінія знаходилася на відстані 3-5 км на південь від м. Каховки і м. Херсона. В середньому Палеогені море стало поступово розширюватися і зайняло всю територію області. Це море було в північній частині мілководним, і в ньому відклалися глинисті піски, а в південній, більш глибоководній частині, були розвинені мергелі і вапняки.

В кінці середнього - на початку пізнього Палеогену тектонічні рухи охопили південь Російської платформи. Це викликало нову трансгресію моря.

Це море мало вигляд великої затоки, яка займала всю площу Херсонської області.

Протягом Неогенового та Антропогенового періодів Кайнозойської ери відбувалися багаторазові події затоплення території Херсонської області морськими водами і їх відступання з утворенням суходолу. Про це свідчать типи осадових порід, які формувалися у відповідні епохи. Наприклад, лише протягом Міоцену Неогенового періоду Херсонська область була не менше чотирьох разів морем і трьох разів – суходолом.

Море. Тип морських відкладень в різні епохи і в різних районах Херсонської області залежав від кліматичних умов, солоності вод, глибини моря, тощо. Серед морських відкладень Неогену-Антропогену на території області були виявлені:

- вапняки (глинисті вапняки; вапняні глини; вапняки, що містять залишки пластинчато-зябрових молюсків; вапняки органогенно-уламкові; вапняки оолітові; оолітові вапняки, що містять залишки морських і прісноводних молюсків; жовто-бурі щільні оолітові вапняки, що містять рідкісні залишки невеликих ядер пластинчато-зябрових молюсків; органогенно-уламкові вапняки; білі вапняки; вапняки-ракушняки; білі щільні вапняки-ракушняки; дрібнокристалічні вапняки; вапняки, складені в основному залишками червононогих молюсків з роду церітіум (церітіумний горизонт); органогенні уламкові вапняки жовто-бурого кольору, що складаються в основному із залишків і уламків раковин пластинчато-зябрових молюсків (раковинний горизонт);

- глини (зелені глини; сірі глини; сині глини; білі глини; зеленувато-сірі глини; темно-сірі пластичні глини; піщані глини із залишками пластинчато-зябрових молюсків; глини з прошарками мергелів; глини з прошарками дрібнозернистих пісків);

- мергелі (сірі мергелі; білі крейдоподібні мергелі);

- піски (кварцові піски з галькою; піски з галькою і битими раковинами молюсків; піски з дрібними форамініферами; дрібнозернисті піски; залізисті піски; бурий піщаник; піщані глини; глинистий пісок; піщано-глинисті відкладення).

Суша. В результаті трансгресії (наступу) моря, як правило, змивається ґрунт. Тому, відкладення суші виявляють за відкладеннями річок і відкладеннями схилів вододільних просторів, що містять залишки раковин прісноводних і наземних молюсків. На території, що були звільнені від морських вод, вказує наявність галечників, конгломератів і оолітових вапняків, які залягають в основі товщі наступних відкладень.

Відкладення наземні представлені: червоно-бурою глиною, яка утворилася з продуктів фізичного руйнування і хімічного перетворення порід попереднього ярусу, які оголювалися на поверхні землі; лесами і лесовидими суглінками; горизонтами похованих ґрунтів. Утворення лесової товщі пов'язано зі зміною клімату, викликаного зледенінням Євразії. Тонко взмучений матеріал по шляхах стоку талих вод виносився на південь, де відкладався у вигляді крупно-пилуватих суглинків і глин, які разом складають лес. На міждолинних просторах відбувалися процеси відкладення осадів, утворених акумулятивною діяльністю великих розливів річок. Крім того, тут накопичувалися пилуваті

осади, принесені вітром з прильодовикових областей і річкових долин. Вони піддавалися хімічному розкладанню. В результаті утворився лес, що покриває величезні простори південних степів.

Родовища корисних копалин на території дослідження. Станом на 01.01.2015 року на території Херсонської області нараховується 92 родовища корисних копалин, які мають промислове значення і враховуються у Державному балансі запасів, а саме: 68 родовищ твердих корисних копалин (із них 20 родовищ постійно, або епізодично розробляються), 7 родовищ гідромінеральних ресурсів (4 експлуатується), 16 родовищ питних підземних вод та 1 родовище природного газу. Крім розвіданих родовищ із затвердженими запасами в області є в наявності ряд дрібних розвіданих родовищ, запаси яких не затверджувались, або затверджувались на технічних нарадах геологічних підприємств.

Мінерально-сировинна база області складається із корисних копалин будівельної галузі, прісних, мінеральних і промислових підземних вод, а також корисних копалин паливно-енергетичного, гірничохімічного спрямування, лікувальних грязей Голопристанського району та солей оз. Сиваш. Корисні копалини паливно-енергетичного спрямування представлені трьома родовищами торфу та Стрілковським родовищем природного газу. Корисні копалини будівельної галузі – це піски для будівельних робіт, піски для виробництва силікатної продукції, цементна сировина, камінь будівельний, стінові матеріали, сировина для будівельної кераміки, керамзитова сировина, вапняк для обжигу на вапно.

Горючі корисні копалини: - газ, Стрілкове родовище газу в Генічеському районі, площа родовища 60 км²; - торф, Кардашинське родовище торфу в Голопристанському районі.

Металеві корисні копалини: - марганцеві руди, Федорівське родовище окисно-карбонатних руд в Високопільському районі, не розробляється, площа родовища 161 га.

Неметалеві корисні копалини:

- цементна сировина, Бобровокутське родовище в Великоолександрівському районі, не розробляється, площа родовища 3,39 км²;

- вапняк для випалювання на вапно, Тягинське (діл. Західно-Тягинська) в Білозерському районі, в 4 км західніше с. Тягинка, на схилах б.Пещерна, площа родовища 104 га;

- вапняк для випалювання на вапно, Бургунське родовище в Бериславському районі, в 1.5 км на Пн. Зх. від с. Бургунка, площа родовища 27 га;

- вапняк для випалювання на вапно, Старосільське родовище в Високопільському районі, складається із двох ділянок: діл. Архангельська на східній околиці с. Архангельське, на північно-східній околиці с. Старосільське, площа родовищ 50 га і 100 га;

- вапняк для випалювання на вапно, Осокорівське водосховище вапняку, площа родовища 110 га;

- камінь пиляний, Львівське родовище в Бериславському районі, в 1,5 км на Пд. Зх. від с. Львова, площа родовища 12 га;

- камінь пиляний, Осокорівське родовище, Нововоронцовський р-н, с. Осокорівка;
- камінь будівельний, Давидово-Брідське родовище в Велико-Олександрівському районі, в 5 км на Пд. Зх. від с. Давидів Брід, площа родовища 158 га;
- камінь будівельний, Олексіївське родовище в Верхнерогащинському районі, в 2 км на Пд. Зх. від с. Олексіївка, площа родовищ 5,1 га та 3,0 га;
- цегельна сировина, Камишанське родовище суглинків в Білозерському районі складається із двох ділянок: 1. діл. Камишанська, в 0,5 км на Пд. Зх. від околиці с. Камишани, на правому схилі б. Монастирська, в 0,3 км на Пн. від автодороги Херсон-Білозірка, площа родовища 32,7 га;
- цегельна сировина, Бериславське-2 родовище в Бериславському районі, в 750 м на північ від м. Берислав, в правому борту б. Кизкерман, площа родовища 26,8 га;
- пісок будівельний, Кардашинське родовище в Голопристанському районі, на південній околиці с. Велика Кардашинка, площа родовища 48,8 га;
- пісок будівельний, Шабівське родовище в Голопристанському районі, в 10.5 км Зх. с. Рибальче, на лівому березі Дніпровського лиману, площа родовища 135 га;
- пісок будівельний, Новокаховське-3 родовище в Каховському районі, в 3 км на Пд. Зх. від м. Нова Каховка, в межах міста, площа родовища 80,3 га;
- пісок будівельний, Каланчацьке родовище в Скадовському районі, в 5 км на Пд. Зх. від портпункту Хорли, на акваторії Каркіницької затоки, площа родовища 16 км²;
- пісок будівельний, Подокалінівське родовище в Цюрупинському районі (діл. Північна), в 250 м на Пн. Зх. від околиці с. Подокалінівка, площа родовища 50 га.

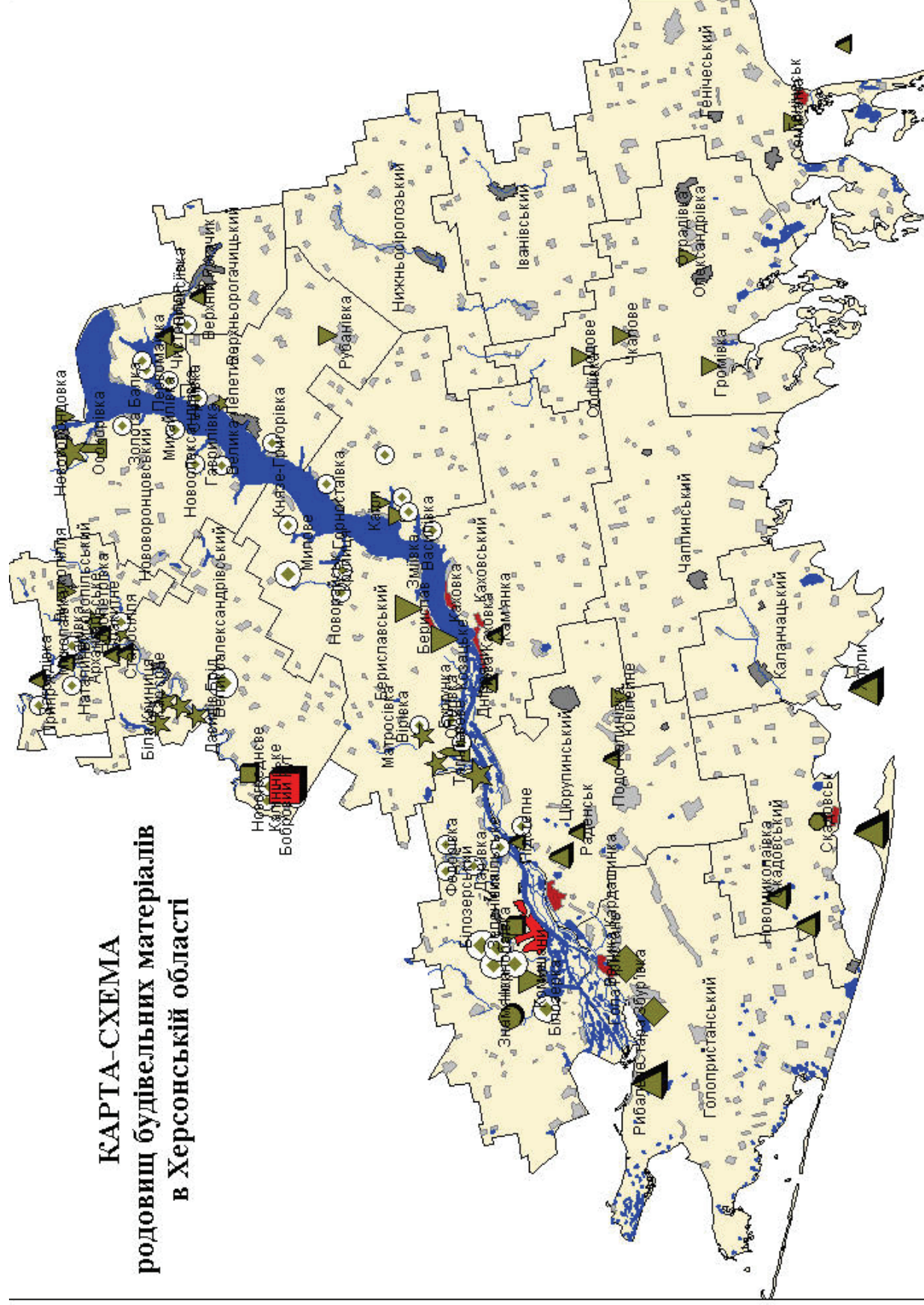
Необхідність радіаційного контролю родовищ корисних копалин.

Внаслідок розробки родовищ корисних копалин на поверхню потрапляють значні кількості різноманітних порід, які мають природну радіоактивність і таким чином впливають на природній радіаційний фон. Тому радіоекологічні дослідження під час розробки родовищ є обов'язковими і зазначаються в угодах про користування надрами та при видачі спеціальних дозволів на право користування надрами (цитовано за Плотніков та ін., 2016).

Радіаційний контроль за породами в кар'єрі (цитовано за <http://plast.vn.ua/>). У більшості спеціальних дозволів на користування надрами з метою видобування корисних копалин однією з особливих умов є проведення щорічного радіаційного контролю за породами в кар'єрі та готовою продукцією на відповідність вимогам НРБУ-97. Зокрема, кар'єри з видобутку сировини для будівельних матеріалів, згідно із вимогами пунктів 4.6 та 4.7 ДБН В.1.4-2.01-97 "Радіаційний контроль будівельних матеріалів і об'єктів будівництва", відносяться до об'єктів обов'язкового радіаційного контролю.

Щорічний радіаційний контроль за породами в кар'єрі включає пішохідну гама-зйомку, лабораторне опробування та розподіл на класи радіоактивності. Проведення радіаційно-гігієнічної оцінки сировини в межах родовища

КАРТА-СХЕМА
родовищ будівельних матеріалів
в Херсонській області



здійснюється на підставі чинних нормативних положень НРБУ-97 “Норми радіаційної безпеки України” (Міністерство охорони здоров’я, Київ, 1998 р.), “Вимоги до оцінки природної радіоактивності корисних копалин при проведенні геологорозвідувальних робіт на родовищах будівельної сировини” (ДКЗ України, Київ, 1997 р.) з урахуванням особливостей геологічної будови, розмірів родовища та виду корисної копалини.

Для виконання таких робіт на запланованій до відпрацювання у відповідному році ділянці проводиться: а) пішохідна гамма-зйомка з визначенням потужності експозиційної дози гамма-випромінювання (ПЕД) порід родовища в 2π -геометрії; б) відбір проб для визначення вмісту радіоактивних елементів в породах родовища; в) лабораторні випробування відібраних проб і визначення сумарної питомої активності радіонуклідів (СПАР) (цитовано за <http://plast.vn.ua/>).

Методика проведення дозиметричного контролю родовищ корисних копалин (за Плотніков та ін., 2016). Наземна профільна або маршрутна гамма-зйомка проводиться по стінках, уступах, або дну кар’єра за допомогою дозиметра-радіометра. Геофізичні вимірювання виконують через кожні 20 – 40 м одним радіометром. Початкову та кожну десятку геофізичні точки профілю контролюють іншим радіометром та іншим оператором. Таким чином здійснюють 10 % контроль досліджень. Результати вимірювань заносять в польовий журнал, де також вказують і зміни стану геологічної обстановки. Перед початком вимірювань перевіряють робочий стан апаратури шляхом реєстрації природного радіаційного фону.

Хід роботи

1. Охарактеризуйте геологічну будову території Херсонської області.
2. Виходячи з геологічної будови території дослідження поясніть утворення родовищ корисних копалин в межах Херсонської області:

- родовищ газу в Генічеському районі;
- родовищ торфу в Голопристанському районі;
- родовищ марганцевих руд в Високопільському районі;
- родовищ вапняку в Білозерському, Бериславському, Високопільському районах і т.н.

3. Використовуючи дозиметр, проведіть заміри рівня іонізуючого випромінювання від стінок кар’єру по видобутку корисних копалин і видобутої сировини. Для кожної точки проведіть не менше п’яти замірів. Отримані дані внесіть до таблиці. Порядок включення приладу для проведення дозиметрії дивись в роботі № 20. Методика розрахунків похибки середніх значень наведена у додатку А наприкінці посібника.

*NB! Одиниці виміру дозиметру – мкЗв/год. Перехід від одиниць мкЗв/год до мкР/год здійснюється множенням на 100. Згідно діючих нормативів (НРБУ-97) гранично допустима доза на робочому місці не повинна перевищувати 50 мкР на год.

Таблиця. Результати дозиметричного контролю родовищ корисних копалин на території проходження практики.

Родовище, яке досліджується:	Показники дозиметра:	Середні значення $\pm S_x \cdot t_{st}$	Відповідність нормативам:
1...	1. 2. 3. 4. 5.		
2...	1. 2. 3. 4. 5.		

4. На підставі отриманих даних зробіть висновок про стан радіаційної екологічної безпеки видобутку корисних копалин в межах Херсонської області. Поясніть можливі джерела іонізуючого випромінювання від корисних копалин, видобутих з різних геогоризонтів.

Контрольні питання:

1. Дайте характеристику геологічної будови Херсонської області
2. Які корисні копалини видобувають в межах Херсонської області?
3. Поясніть формування означених груп корисних копалин виходячи з геологічної будови території дослідження.
4. Поясніть можливі причини виникнення високого рівня іонізуючого випромінювання від видобутих корисних копалин.

Література:

Вимоги до оцінки природної радіоактивності корисних копалин при проведенні геологорозвідувальних робіт на родовищах будівельної сировини / Державна комісія України по запасах корисних копалин. – 1997. – 46 с.

ДСТУ ISO 18589-3:2010. Вимірювання радіоактивності у довкілля. Грунт. Частина 3. Гамма-випромінювальні радіонукліди.

Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97. Київ, 1997. – 84 с.

Плотніков О.В., Єфіменко В.В., Яременко О.В. Радіоекологія родовищ залізистих кварцитів Кременчуцького залізорудного басейну // Пошукова та екологічна геохімія. - 2016. № 1 (17). – С. 3 – 8.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2014 р.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2005 р.

Робота № 2

Тема: Дослідження розвитку суфозійних і карстових процесів на території Херсонської області

Мета роботи: визначити природні і антропогенні фактори, які сприяють розвитку на території дослідження суфозійних і карстових процесів.

Матеріали та реактиви: карта розвитку суфозійних і карстових процесів на території міста та області, целофанові пакети для відбору проб ґрунту на території дослідження, олівець, папір для етикеток, сита для просіювання породи.

Інформація. Підстелююча поверхня, яка складена пилюватими породами, підлягає руйнівній дії поверхневих і підземних вод, наслідком якої є утворення суфозійних провалів поверхні. Суфозія – це механічне вимивання дрібних частинок породи підземними водами. Суфозії підлягають леси, лесовиді суглінки і інші типи пилюватих порід. Швидкість розвитку суфозійних процесів залежить від розміру частинок підстелюючої породи, від інтенсивності потоку підземних вод, наявності вібрацій природного або техногенного походження, від порушення водотривкого горизонту під час проведення будівельних робіт, від зміни типу гідрологічного режиму території (наприклад, внаслідок штучного зрошення, або – через дренавання території) і т.н.



Суфозійне провалювання поверхні пасовища (цитовано за <http://www.myshared.ru/slide/1230934/>).



Суфозійне провалювання поверхні над магістральним трубопроводом (цитовано за <http://www.myshared.ru/slide/1230934/>).

Суфозійні форми рельєфу: поди і степові блюдця. Поди - це неглибокі, плоскі, зазвичай досить значних розмірів (кілька тисяч га) западини в степовій зоні (за https://botanical_dictionary.academic.ru/). Степові блюдця - це плоскодонні западини, частіше округлої форми, в поперечнику до декількох сотень метрів і глибиною до декількох метрів; переважно просадного походження. Поширені в степовій і лісостеповій зонах Євразії (за <https://dic.academic.ru/dic.nsf/es/>).

Навесні степові блюдця часто перетворюються на тимчасові озера. Частина з них можуть стати постійними озерами: таким озером в Україні є, наприклад, Кугурлуй. Степові блюдця використовують, як пасовища й сіножаті, а також під городні культури. Ці дві суфозійні форми рельєфу поширені на півдні України. Найбільший з них Чаплинський под. Він знаходиться під охороною в біосферному заповіднику Асканія Нова (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

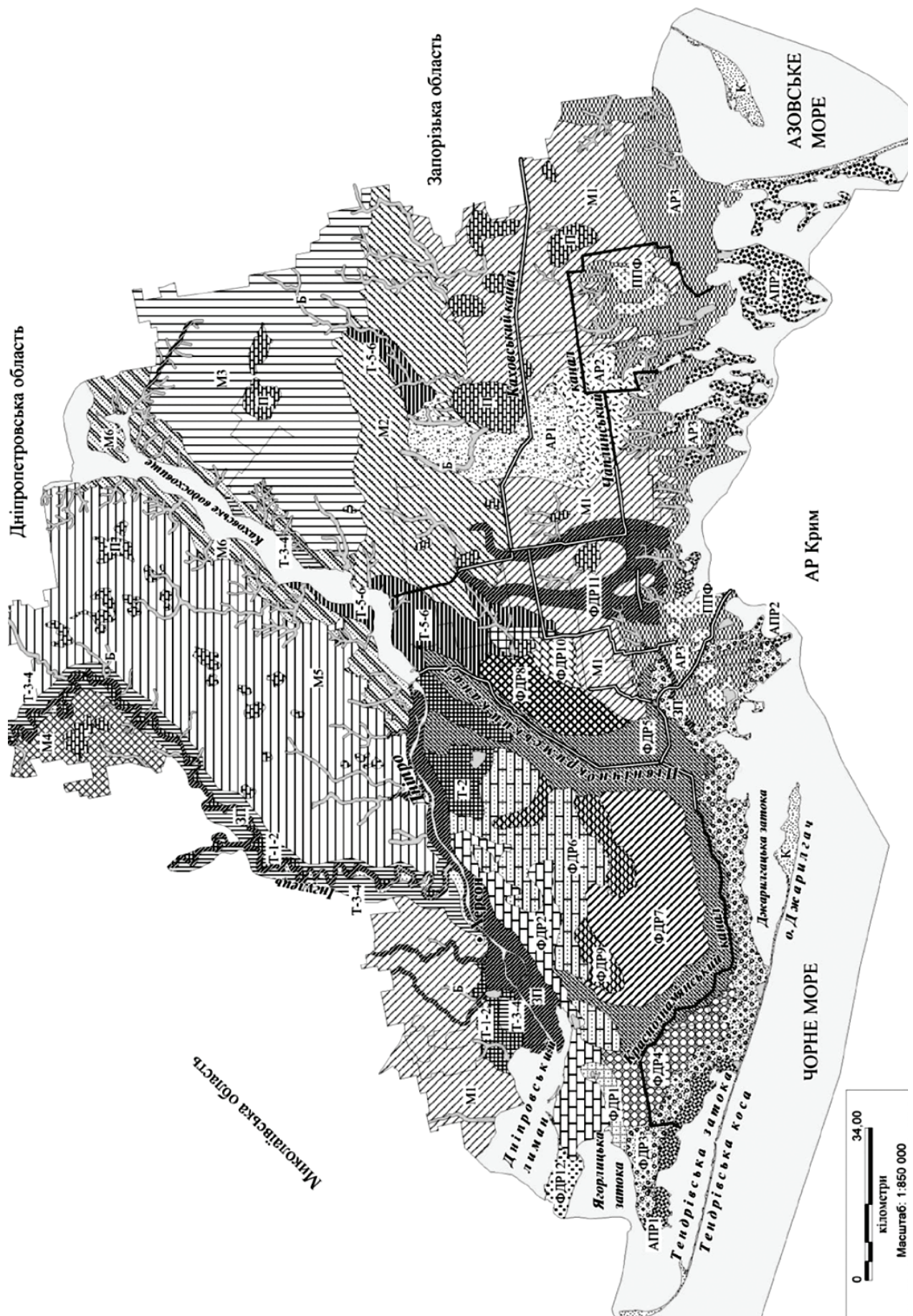
В Херсонській області лесові ґрунти, що мають здатність до просідання займають площу 17,60 тис.км² (61,74%), з них ті, що характеризуються I типом ґрунтових умов за просіданням займають площу 6,90 тис.км² (24,21%), II типом – 10,70 тис.км² (37,53%), решта – непросідаючі. У районах поширення просідаючих лесових ґрунтів розбудовані міста Херсон, Берислав, частково Генічеськ.

У межах області мають широке розповсюдження степові блюдця та поди, що слугують водозборами поверхневих вод (межиріччя річок Дніпро - Інгулець, лівобережжя р. Дніпро та Присиваська низовина) (цитовано за «Активізація...», 2016). Суфозійні западини на території Херсонської області є численними. Вони уповільнюють природне дренажування підземних вод на території області і сприяють розвитку процесів підтоплення.



Суфозійна западина (под) (<https://www.google.com.ua/search?q=>). Поди – це плоскі, найчастіше круглі зниження рельєфу в степах на півдні України. Вони є результатом суфозійних явищ – вимивання дрібних мінеральних часточок ґрунту, внаслідок чого відбувається його просідання. Поди невеликих розмірів відомі під назвою «степові блюдця».

*NB! Специфічною особливістю просідаючих ґрунтів є те, що знаходячись в напруженому стані від зовнішнього навантаження і власної ваги, або тільки власної ваги, при змочуванні водою вони додатково деформуються. Ці додаткові деформації називаються просіданням. Типи ґрунтових умов за просіданням: I тип - ґрунтові умови, в яких можлива в основному просадка ґрунтів від зовнішнього навантаження, а просадка ґрунтів від власної ваги відсутня або не перевищує 5 см; II тип - ґрунтові умови, в яких крім просідання ґрунтів від зовнішнього навантаження можлива їх просадка від власної ваги і розмір її перевищує 5 см (цитовано за http://stud.com.ua/80725/geografiya/prosadnogo_lesovih_lesovidnih_gruntiv).



Ландшафтні комплекси Херсонської області (цитовано за Байдіков, 2017)




Ландшафтні комплекси межиріч:

- М1  — пластово-аккумулятивних низовин
- М2, 3, 4, 5, 6  — пластово-денудаційних низовин







Ландшафтні комплекси приморських рівнин:

- АР1, 2, 3  — аккумулятивних низовин
- АПР1, 2  — аккумулятивних приморських (у т.ч. лагунних) плоских низовин
- ФДР1-12  — флювіально-дельтових приморських низовин

Ландшафтні комплекси надзаплавних терас:

- Т-1-2  — перших-других надзаплавних лесових терас
- Т-3-4  — третіх-четвертих надзаплавних лесових терас
- Т-5-6  — п'ятих-шостих надзаплавних лесових терас

Азональні ландшафтні комплекси:

- ЗП  — річкових заплав
- Б  — ярів та балок
- ППФ  — приморських просадкових форм
- П  — подів
- К  — морських кіс, островів та відмілин
-  — аквальні ландшафтні комплекси

 Зрошувальні канали

● Херсон — Обласний центр

Легенда до карти «Ландшафтні комплекси Херсонської області» (цитовано за Байдіков, 2017)

Поди та степові блюдця Нижньодніпровської лівобережної рівнини (цитовано за «Сім чудес Херсонщини»). Комплекс западинних утворень на території Лівобережної частини Херсонської області складається зі степових блюдець, подів та подових долин. Серед них є група унікальних крупних подів округлої конфігурації, діаметром від 5 до 15 км, завглибшки до 10 й більше метрів. Вони утворилися з груп поруч розташованих подів, які разом потрапили до площ тектонічних та неотектонічних опускань земної поверхні.

Найбільш великими подами лівобережної частини Херсонської області є Великий Чорнянський, Чорна Долина, Зелений, Хрестовський, Асканійський, Агайманський, Успенівський, Сиваський, Петровсько-Павловський, Домузлинський. Особливо виділяється серед них такий гігант, як Агайманський под. Його площа 10 x 16 км, глибина до 15 м. Це найбільше подове утворення Європи. Найбільш показовою подовою долиною можна визнати виразне Сивашівсько-Новомихайлівське пониження.

Результати наукових робіт показали, що за останні 30 тисяч років неодноразово створювалися умови за яких усі ці тисячі западин перетворювалися на степові озера. А степи Лівобережної Херсонщини перетворювалися на “Країну тисячі озер”. Відбувалося це через підвищення вологості клімату, зменшення випаровуваності опадів. Великі поди ставали озерами-гігантами. Причому, у деякі епохи рівень обводнення був настільки високим, що підтоплювалися навіть балки, які впадають у деякі поди. Вони ставали своєрідними довгими затоками, що вдавалися у степ на кілька кілометрів, а іноді й кілька десятків кілометрів (наприклад як балка Сірогоз, що впадає у под Агайманський) (цитовано за «Сім чудес Херсонщини»).

Карст – це процес хімічного руйнування і подальшого вимивання підстилюючої породи.



Зеленим кольором позначені породи, які мають здатність до карстування. Зеленими точками – вказані прояви карсту (цитовано за <http://geoinf.kiev.ua/ekzohenni-geolohichni-protsezy/>). Вкажіть, до якого інженерно-геологічного регіону відноситься територія Херсонської області?

Карстовим процесам підлягають вапняки, доломіти, гіпси і інші типи порід. Швидкість розвитку карсту і подальшого провалювання поверхні в карстові порожнини залежить від агресивності підземних вод (т.т. від їх хімічного складу), від температури навколишнього середовища, наявності вібрацій і т.н.

Площі ураженості відкритим карстом в Херсонській області складають 427 км², максимальний ступінь ураженості відзначений у Нововоронцовському, Бериславському, Каховському районах. На території Херсонської області карбонатні породи Неогену, які карстуються, входять у Нижньо-Придніпровський карстовий район. В межах Причорномор'я розповсюджений основний Неогеновий водоносний комплекс, водовміщуючими породами якого є вапняки, піски, рідше піщаники сармата, меотиса. По берегах Каховського водоймища у зв'язку з підйомом рівня води до відмітки +16 м процеси карстоутворення активізувалися за рахунок розмиву берегів, складених сарматськими вапняками.

Хід роботи:

1. На контрольній ділянці і на ділянці розвитку суфозійних просадок відберіть проби ґрунтів і підстелюючих порід. В лабораторних умовах проведіть просіювання відібраних зразків з використанням системи сит. Отримані дані занесіть до таблиці. Зробіть висновки про особливості механічного складу підстелюючих порід на територіях небезпечних по розвитку суфозійних процесів порівняно з іншими регіонами на території дослідження.

Таблиця 1. Механічний склад підстелюючих порід на різних ділянках дослідження.

Механічний склад підстелюючої породи, розмір агрегатів, мм:	Ділянка з суфозійною просадкою поверхні:	Контрольна ділянка:
Менше ніж 0,25		
0,25-0,50		
0,50-1,00		
1,00-2,00		
2,00-3,00		
3,00-5,00		

2. Перерахуйте, які ще фактори, окрім механічного складу підстелюючих порід, впливають на розвиток суфозійних процесів.

3. Використовуючи карту «Ландшафтні комплекси Херсонської області» (див. вище) знайдіть подові утворення на території області.

4. Використовуючи дані, наведені у таблиці 2, розрахуйте відсоток розповсюдження суфозійних процесів на території Херсонської області. Отримані дані внесіть до таблиці.

$\% \text{ Суфозійних територій} = \frac{\text{Площа розповсюдження суфозій на терит. області}}{100\%}$

Площа області

Таблиця 2. Розповсюдження суфозійних процесів на території Херсонської області

Площа Херсонської області, тис.км ²	Площа розповсюдження ґрунтів, що підлягають суфозійному просіданню, тис.км ²	% Суфозійних територій (територій з суфозійними просіданнями поверхні):
28,5	17,60	

5. Використовуючи карту міста і області з нанесеними ділянками суфозійних просадок, визначте, які фактори сприяють розвитку суфозійних процесів в межах міста Херсона та Херсонської області.

6. За допомогою карти складу підстелюючих порід, визначте, які райони Херсонської області є небезпечними за розвитком карстових процесів. Вкажіть, які фактори сприяють розвитку карстових процесів в межах Херсонської області.

7. Використовуючи дані, наведені в таблиці 3, розрахуйте відсоток загальної ураженості території Херсонської області карстовими процесами (%ЗАГ) і внесіть отримані дані до таблиці 3:

$\% \text{ЗАГ} = \frac{\text{Площа розповсюдження карсту на території області}}{\text{Площа області}} \cdot 100\%$

Площа області

Таблиця 3. Розповсюдженість та активність карстових процесів на території Херсонської області.

Площа, тис. км ²	Площі порід, які підлягають карстовим процесам, тис. км ²				Кількість карстових провалювань за рік, штук Е	% ЗАГ - загальна ураженість території карстом, Д/А · 100%	% ПОТЕНЦ - площі, потенційно небезпечні за карстов. процесами: В/Д · 100%	λ, питома інтенсивність провалотворення: $\frac{Е}{Д \cdot 1000}$
	Відкритий карст: Б	Вкритий карст: В	Перекритий карст: Г	Всього Д				
А	Б	В	Г	Д	Е			
28,5	0,37	3,71	22,26	26,34	94			

8. Перерахуйте, з якими факторами пов'язаний інтенсивний розвиток карстових процесів на території Херсонської області.

9. В якому випадку на території однієї області можливий одночасний інтенсивний розвиток як суфозій, так і карсту?

10. Використовуючи дані, наведені в таблиці 3, для території Херсонської області розрахуйте відсоток площ, потенційно небезпечних за розвитком карстових процесів (%ПОТЕНЦ) і внесіть отримані дані до таблиці:

$$\% \text{ ПОТЕНЦ} = \frac{\text{Площа вкритого карсту на території області}}{\text{Площа області, уражена карстом}} \cdot 100\%$$

11. Розрахуйте величину питомої інтенсивності провалоутворення (λ) для території Херсонської області і внесіть отримані дані до таблиці 3:

$$\lambda = \frac{\text{Кількість провалювань в рік, штук}}{\text{Площа області, уражена карстом, км}^2}$$

12. Використовуючи дані таблиці 4 та розраховані Вами значення величини питомої інтенсивності провалоутворення, встановіть до якої категорії за стійкістю територій до карстоутворення (I–VI) відноситься Херсонська область.

13. Використовуючи дані таблиці 5 та встановлені Вами категорії стійкості територій до карстоутворення, зробіть висновок про безпеку розвитку карсту на території Херсонської області.

Таблиця 4*. Інтенсивність провалоутворення

Категорії стійкості території відносно інтенсивності утворення карстових провалювань:	Інтенсивність провалоутворення (середньорічна кількість провалювань на 1 км ² території (випадки/км ² в рік):
I	Більше ніж 1,0
II	Більше ніж 0,1 до 1,0
III	Більше ніж 0,05 до 0,1
IV	Більше ніж 0,01 до 0,05
V	До 0,01
VI	Провалоутворення виключене

*Примітка: До шостої категорії стійкості відносяться території, на яких виникнення карстових провалювань земної поверхні неможливе (через відсутність розчинних гірських порід або завдяки наявності відповідної надійної захисної вкриваючої товщі нерозчинних водонепроникних або скальних порід) (*за СП 11-105-97).

Таблиця 5*. Інтервали категорій стійкості за інтенсивністю провалоутворення (*за ТСН. ТСН 22-308-98).

Ступінь карстонебезпечності району:	Відповідні інтервали категорій стійкості за інтенсивністю провалоутворення:
-------------------------------------	---

Небезпечна	I - III
Потенційно небезпечна	III - V
Безпечна	V - VI

Контрольні питання:

1. Суфозія. Фактори, які сприяють розвитку суфозійних процесів.
2. Карст. Фактори, які сприяють розвитку карстових процесів.
3. Методи аналізу небезпеки територій по розвитку суфозійних і карстових процесів.
4. Заходи попередження розвитку суфозійних і карстових процесів на території дослідження.

Література:

Активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП. Щорічник (випуск XIII). ДНВП “Геоінформ України”, Київ. 2016. – 90 с.

Байдіков І.А. Сучасна ландшафтна структура Херсонської області як основа для укладання середньомасштабної карти ландшафтних комплексів регіону // Укр. геогр. журн. – 2017. Т. 3(99). – С. 21 – 28.

Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. Випуск VIII. Київ. 2011. 89 с. http://geoinf.kiev.ua/SZHORICHNYK_2011.pdf.

Регіональний звіт про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2004 р.

Рычагов Г.И. Общая геоморфология. - М.: Изд-во МГУ, 2006. - 416 с. - ISBN 5-211-04937-3; ISBN 5-02-034256-4.

Сім чудес Херсонщини. http://interesnayageografia.blogspot.com/p/blog-page_30.html

СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов http://snipov.net/c_4620_snip_100384.html.

ТСН. ТСН 22-308-98. Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. <http://www.библиотека-норм.рф/doc/41-41752.htm#i222067>.

Хоменко В.П. Негативные воздействия суффозии на объекты промышленного и гражданского строительства // Промышленное и гражданское строительство. – 2004. № 10.

Шарапов Р.В. Показатели наблюдения и оценки карстовых процессов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. № 1. – Р. 28 – 34.

Робота № 3

Тема: Дослідження зсувних процесів в регіоні проходження практики

Мета роботи: визначити фактори, які впливають на розвиток зсувів на території дослідження.

Матеріали та реактиви: карта, олівці, папір, фотоапарати.

Інформація. Зсуви відносяться до одних із самих небезпечних процесів, що призводять до загибелі людей, викликають руйнування споруд, втрати цінних сільськогосподарських земель, ускладнюють засвоєння територій і вимагають значних коштів на захисні та ліквідаційні заходи.

Зсув – це відрив і сповзання мас гірських порід вниз по схилу під дією сили тяжіння. Зазвичай зсувним деформаціям підлягають пухкі корінні породи. Основною умовою існування зсувів є наявність поверхні ковзання (водоупора), а провідною роллю при його формуванні – є діяльність підземних вод. Зсунуту масу називають зсувним тілом, а при його руйнуванні - деляпсієм. В районах розвитку зсуву формується своєрідний рельєф - горбистий в нижній частині схилу і з наявністю відірваних і зсунутих блоків і площин зриву у верхній. За умовами прояву і морфології зсуви бувають поверхневими і підводними, однарусними і багаторусними, суфозійними і пластичними (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

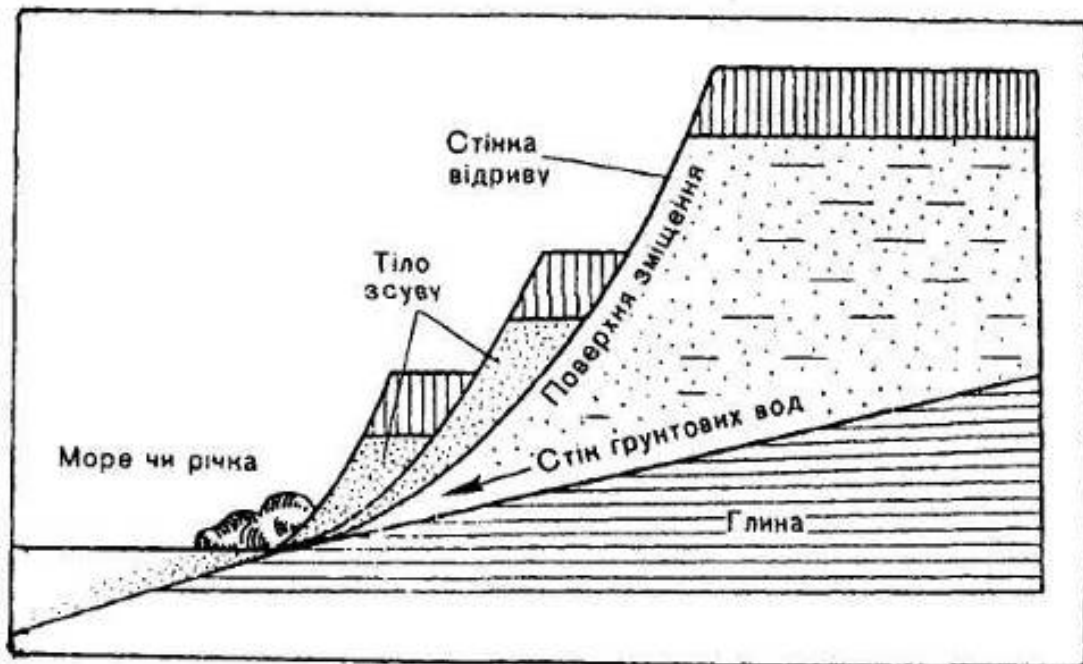


Схема зсуву (цитовано за http://studopedia.com.ua/1_387596_suchasni-geomorfologichni-protsesi.html).

Зсуви є частими на схилах долин або річкових берегів, у горах, на берегах морів. Найчастіше зсуви виникають на схилах, складених водотривкими і водоносними породами, що чергуються. Причиною утворення зсувів є порушення рівноваги між силою тяжіння і утримуючими силами, найпоширенішими причинами якого у свою чергу є: збільшення крутизни

схилу в результаті підмиву водою; ослаблення міцності порід при вивітрюванні або перезволоженні опадами і підземними водами; дія сейсмічних поштовхів; будівельна і господарська діяльність (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Стінка відриву зсуву узбережжя Каховського водосховища в районі с. Маячка, Запорізька область (цитовано за «Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки», 2012).

Розповсюдження зсувів в межах Херсонської області (цитовано за «Регіональна доповідь...», 2004). В Херсонській області найбільш схильними до розвитку зсувів є схили Каховського водосховища, схили узбережжя Чорного і Азовського морів та лиманів, а також долини річок і крупних балок. На активізацію зсувів, крім процесів абразії, впливає прогресуючий розвиток процесу підтоплення територій області. Сьогодні активізація зсувних деформацій відбувається на берегах Дніпровського лиману (мис Станіслав), де 8 зсувів знаходяться в активному стані, що може викликати погрозу руйнування житлових будинків і господарської інфраструктури. Щороку внаслідок весняного підйому рівня поверхневих вод відбувається активізація зсувних деформацій у Великолепетиському і Верхньорогачицькому районах. Протизсувні заходи в області не здійснюються, або характеризуються невисокою ефективністю у зв'язку з тим, що вони носять локальний характер і не спрямовані на ліквідацію негативного впливу комплексу факторів, у тому числі абразії та підтоплення (цитовано за «Регіональна доповідь...», 2004).

За даними на 2016 р. в Херсонській області загальна кількість зсувів складає 33 одиниці, з них 18, площею 0,75 км², є активними. На забудованій території зафіксовано 12 зсувів, що загрожують 17 об'єктам економіки. Переважна кількість зсувів зосереджена на схилах Каховського водосховища (сс. Осокорівка, Ушавка, Михайлівка, Золота Балка, Гаврилівка); основним чинником їх розвитку є переробка берегів. Активізація абразійно-зсувних процесів на окремих ділянках морського узбережжя в районі с. Лазурне – смт. Залізний Порт має стабільно середній ступінь розвитку (цитовано за «Активізація...», 2016).



Нещодавній зсув має оголений схил (зону відриву порід), тоді як старий зсув – поступово задерновується. Схил Дніпро-Бузького лиману біля с. Станіслав, Херсонська область (цитовано за https://www.rukzak.ua/article_info.php?articles_id=137).

Зсуви на східному схилі Дніпро-Бузького лиману в районі с. Станіслав, Херсонської області (цитовано за http://mycity.kherson.ua/pryroda/geo_pam/geo_st.html). Береговий схил Дніпро-Бузького лиману представлений оголеннями гірських порід, які уступама піднімаються на висоту до 55 м, оперізуючи масив, на якому розташовано с. Станіслав. У Дніпро-Бузькому лимані при значній силі вітру виникають високі хвилі, які діють руйнівним чином на берег. Хвилі, вдаряючись в береговий обрив, поступово зрізують його. За кілька років у західній околиці с. Станіслав берег лиману був розмитий на 8-10 м. Велика швидкість розмиву пояснюється не тільки висотою хвиль, але і малою стійкістю до руйнування гірських порід, що складають берег. Процеси розмивання берега викликають утворення великих зсувів і обвалів, що сприяє подальшому зрізанню берега.



Східний схил Дніпро-Бузького лиману в районі с. Станіслав, Херсонської області.

В основі уступу залягає зеленувато-сіра шарувата щільна глина, потужність товщі якої становить 4-5 м. Формування цих відкладень пов'язане з Давньоевксинським морським басейном, яким в минулому було Чорне море (Плейстоцен, Антропогеновий період). Вище в розрізі поширена червона гончарна глина потужністю 5-6 м. Потім залягає товща лесу з характерним для нього палево-жовтим забарвленням, пористістю до 60% і яскраво вираженою стовпчастою окремістю. Потужність горизонту становить 5-6 м. Описана товща лесу прикривається другим горизонтом червоної гончарної глини потужністю 2-4 м. Потім в розрізі розташовується потужна товща лесових відкладень (12-16 м). Цей горизонт прикривається новим, третім по рахунку, горизонтом червоної гончарної глини, потужність якої становить близько 2 м. Вона містить в середній частині розрізу прошарок лесу завтовшки 1 м. Вище розташовується потужна (до 13-15 м) товща лесу. Закінчується розріз уступу малопотужним (до 0,5 м) ґрунтовим шаром.

Час утворення горизонтів червоних глин відповідає льодовиковим епохам четвертинного періоду. Горизонт лесу утворився в міжльодовиків`я, коли продукти руйнування порід льодовиками перевіювалися вітром. Пил переносився на південь, де зволожувався і відкладався у вигляді лесу.

Водні властивості гірських порід, що складають уступ, є неоднаковими. Всі горизонти глин є водонепроникними. Це пояснюється тим, що наявні в них пори, тобто проміжки між частинками породи, в силу дрібних розмірів не пропускають воду. Пісок пропускає воду тому, що має широкі пори. Лес відноситься до напівпроникної для води породи. Однак він має часту столбчату окремість, утворення якої пов'язано з тріщинами, які розсікають товщу на вертикальні стовпи. Тому водопроникність лесу сильно збільшується.

Атмосферні опади проникають з поверхні землі через лес і пісок, досягають поверхні глин і тут зупиняються. Скупчення цих вод призводить до утворення ґрунтових вод. Підземні води, що залягають в області уступу, здійснюють геологічну роботу. Це виражається в тому, що поверхня глин, змочена водою, стає слизькою. Зв'язок верхніх горизонтів лесу з глиною слабшає. Тому відбувається відсіч мас породи в бік уступу. Не зустрічаючи перешкод, лес повзе вниз по схилу. В результаті утворюється зсув. Маси порід, які сповзли до підніжжя схилу, руйнуються ударами хвиль вод Дніпро-Бузького лиману. Продукти руйнування транспортуються водою від берега і відкладаються на дні водойми. Оскільки ніякої боротьби зі зсувами в районі оголення не проводиться (окрім центру с. Станіслав), то цей процес повторюється і уступ весь час руйнується, відступаючи далі і далі від берега.

Проти центру с. Станіслав, там, де шосейна асфальтована дорога спускається до лиману, споруджена захисна дамба. Уздовж берега лиману на відстані 5-6 м від схилу зроблений насип з дресви і щебеню метаморфічних порід висотою 2-3 м, шириною 5-6 м і довжиною до 1,5 км. З боку лиману покладені брили розміром в поперечнику близько 1м. Маси лесу, які сповзли зі схилу, досягають насипу, впираються в нього і зупиняються. Нові яруси зсувів вже впираються в породи нижнього ярусу і зупиняються. В результаті схил уполажується і зсуви припиняються (цитовано за http://mycity.kherson.ua/pryroda/geo_pam/geo_st.html).

Контроль над зсувами і їх прогноз. Для запобігання розвитку катастрофічної ситуації необхідно знати геологічні умови потенційно небезпечної за зсувними процесами ділянки і постійно детально досліджувати відповідні схили. Першочергове завдання при прогнозі зсувів - виявити місця присутності старого уламкового зсувного матеріалу. Візуально при наземних дослідженнях зсувний матеріал не завжди буває легко визначити. Однак на аерофотознімках контури зсувних ділянок і їх горбиста поверхня проявляються характерним і дуже чітким малюнком. Ця діагностична ознака є дуже важливою для вивчення площ, де відбуваються зсуви, і для виявлення нових потенційно зсувонебезпечних зон або ділянок.

За допомогою лабораторних досліджень можна визначити опір порід схилу до зрушення і, отже, стійкість однорідних ґрунтів; параметри чутливості і проникності досліджуваних ґрунтів дозволяють судити про їх здатність до розрідження. Справа ускладнюється тим, що оповзання нерідко відбувається не в масі однорідного матеріалу, а на поверхнях розділу порід, що мають різну щільність. Тому визначити опір зрушенню в лабораторних умовах іноді буває важко. Однак знання літологічних особливостей порід, кутів схилів, характеру дренажу і течії підземних вод, а також досвід, накопичений при дослідженні більш ранніх зсувів, - все це допомагає дати напівкількісну оцінку зсувній небезпеці будь-якої ділянки і в даний час з успіхом використовуються при плануванні і проведенні будівельних робіт.

Ще одним методом контролю над зсувами служить постійна реєстрація рухів схилів з метою передбачення будь-якого раптового, швидкого їх обвалення. Оскільки несподіваному зсувному обваленню схилу майже завжди передуює повільне сповзання, що відбувається протягом досить тривалого періоду часу, цей метод приносить велику користь. Особливо важливо застосовувати його в районах, де при цивільному будівництві створюються укоси, крутіші, ніж природні кути схилів, і таким чином автоматично вводиться елемент нестійкості. І хоча система постійного контролю обходиться недешево, вона цілком виправдовує себе.

Методи виявлення рухів схилу представляють собою комплекс досліджень, що включає періодичну зйомку між опорними реперами, реєстрацію шумів в породах (тобто вібрацій, викликаних деформаціями), вимірювання швидкості поширення сейсмічних хвиль з метою визначення деформацій, пов'язаних зі зміною обсягу порід. При цьому використовуються такі прилади, як екстензометри, інклінометри для бурових свердловин, штангові тензометри і п'єзометри для ґрунтових вод.

Особливо корисно встановлювати інклінометри в неглибоких свердловинах на краях нестійких схилів, так як їх можна вмонтувати в автоматичні системи оповіщення, які приводяться в дію, як тільки оповзання схилу перевищує задану межу. Будь-яке прискорення руху і ознаки деформацій, пов'язаних зі зміною об'єму, можна звичайно вважати симптомами обвалення, яке наближається. Однак виконувати прогноз на ділянках, складених різнорідними ґрунтами, важко, якщо немає надійних порівняльних даних.

Будівельні роботи зазвичай тягнуть за собою збільшення крутизни схилів. Навіть в тому випадку, коли будівництво ведеться з урахуванням результатів лабораторних досліджень ґрунтів, реальні критичні кути схилу часто вдається виявити лише на самому об'єкті в природних умовах. Стійкість схилу може бути підвищена при ретельному поверхневому і підземному дренажу. У невеликому масштабі можна застосовувати такі методи, як регулювання навантажень на ґрунт, установка штангових кріплень для фіксування тріщин, ін'єкція цементного розчину і навіть забивання паль, якщо це не порушить «чутливі» глини. У кожному конкретному випадку необхідна відповідна комбінація методів. Потенційну небезпеку розрідження глин вдається іноді усунути, піддавши їх стисканню в умовах штучної вібрації. Зчеплення глинистих частинок може бути також посилене шляхом заміщення натрію на кальцій в їх структурі. Цей метод успішно використовується в даний час, хоча слід мати на увазі, що видалення натрію може підвищити чутливість деяких морських глин.

Якщо дрібні зсуви, що виникають при будівельних роботах, можна ліквідувати шляхом забивання паль або повної виїмки породи, то більші зсуви можна лише стабілізувати за допомогою однієї з форм дренажу. Поверхнєве дренажування здійснюється канавами, розташованими або по периферії зсувонебезпечної площі, або в одну лінію безпосередньо на зсувній ділянці. Підземне дренажування проводиться шляхом проходки штолень або буріння горизонтальних свердловин з перфорованими обсадними трубами. Однак ці види дренажування не годяться для таких ґрунтів, як відносно непроничні глини і алеврити. Тому для стабілізації зсуву в мокрих глинах його потрібно попередньо осушити. Для цього використовують метод електроосмосу. Добре відомий також метод стабілізації зсуву заморожуванням. Однак заморожування зволжених схилів є прийнятним лише на короткий період (цитовано за https://collectedpapers.com.ua/ru/disasters_boisterous_earth/kontrol-za-zsuvami-ta-yix-prognoz).

Боротьба зі зсувами проводиться різними способами в залежності від тих причин, які їх викликають. В окремих випадках вдаються до уположування крутого схилу, тобто зрізають його і надають йому більш пологого нахилу. Іноді будують біля підніжжя схилу бетонні підпирні стіни, заглиблені в непошкоджені корінні породи. Між стінкою і схилом роблять засипку з крупного, добре фільтруючого піщано-гравійного матеріалу. Призначення такої засипки - перехоплення і відведення підземних вод, що надходять зі схилу. В інших випадках влаштовують підземні галереї, призначені для перехоплення і відводу з загрозливих ділянок підземних вод і т.н. (цитовано за http://mycity.kherson.ua/pryroda/geo_pam/geo_st.html).

Напівкількісна оцінка зсувної небезпеки (цитовано за Семикіна, Сотников, 2017). Напівкількісна оцінка зсувної небезпеки полягає в переході від кількісних і якісних характеристик природних і технічних умов до бальних оцінок. Вона застосовується в разі необхідності оцінити сумарний вплив на об'єкт кількох зсуво-утворюючих факторів, параметри яких виражені в різних розмірностях.

Напівкількісна оцінка зсувної небезпеки здійснюється в наступному порядку: розробляються бальні шкали для кожного фактора, який оцінюється; вибирається спосіб інтеграції бальних оцінок, і визначається результуюча шкала; здійснюється оцінка кожного з компонентів зсувної небезпеки; за результатами отриманих даних виводиться інтегральна крива ризику (небезпеки).

Кожен фактор зсувної небезпеки оцінюється в безрозмірних одиницях - балах, за спеціальними шкалами, розробленим виходячи з інтенсивності його прояву, а також ролі, яку він відіграє у формуванні оцінюваної геотехнічної системи. На підставі отриманих показників ймовірності збитку і можливого зсуву аналогічно будується інтегральна шкала оцінки зсувної небезпеки (ОДМ 218.2.030–2013).

Семикіною С.С. і Сотниковим П.В. (2017) була розроблена методика бальної оцінки зсувної небезпеки схилів. Згідно з цією методикою, на першому етапі роботи необхідно визначити ухил схилу. Потім, для даного схилу, виміряти відносне перевищення плато над меженним рівнем води в річці, після чого - встановити відстань від русла до підшови схилу, і на заключному етапі оцінити внесок антропогенного чинника в загрозу зсуву схилу. У разі внутрішньої неоднорідності ділянки за яким-небудь з перерахованих критеріїв проводиться її подальший поділ за рівнем небезпеки (цитовано за Семикіною, Сотников, 2017).

Таблиця 1. Шкала бальної оцінки факторів-умов зсувоутворення (цитовано за Семикіною, Сотников, 2017).

Фактори-умови зсувної небезпеки:	Внесок факторів-умов у формування зсувної небезпеки, бал:		
	1	2	3
Відносне перевищення плато над меженним рівнем, м:	Менше 10 м	10 - 30 м	Більше 30 м
Крутизна схилу, ° град:	29° і менше	30° - 39°	40° і більше
Відстань від русла до підшови схилу, м:	Більше 20 м	10 - 20 м	0 - 10 м
Інженерно-господарська діяльність людини (антропогенний фактор):	Відстань від житлової забудови і промислових об'єктів більш 100 м	Житлова забудова впритул підходить до бровки схилу	Промислові об'єкти підходять впритул до бровки схилу

Наступним етапом є визначення ступеня небезпеки зсувного схилу (таблиця 2) на кожній з виділених ділянок. Для цього необхідно підсумувати бали оцінки факторів-умов, які були визначені у відповідності з таблицею 1.

Таблиця 2. Ступінь небезпеки зсувного схилу (цитовано за Семикіна, Сотников, 2017).

Інтервал балів:	Ступінь небезпеки зсувних схилів:
4 - 6	Слабо небезпечні
7 - 9	Небезпечні
10 - 12	Дуже небезпечні

Хід роботи

1. Проведіть візуальне обстеження схилів, які підлягають зсувним деформаціям. Визначте, якими породами складені схили. Замалюйте схему залягання підстелюючих порід на схилах, які підлягають деформаціям зсуву.

2. Відберіть проби осадових порід, які утворюють схил, і в лабораторних умовах проведіть оцінку водопроникності порід (див. методику нижче). Отримані дані внесіть до таблиці.

Методика визначення водопроникності ґрунту і гірської породи.

Водопроникність визначається часом, необхідним для просочування води шаром 4 см³ через шар ґрунту (гірської породи) товщиною 20 см. Мірний циліндр (або прозору пластикову пляшку) висотою 30 - 35 см, діаметром 3 - 4 см без дна закріплюють на штативі, прикривають нижній отвір фільтрувальним папером і підв'язують полотном. У циліндр насипають зразок ґрунту або породи до рівня 20 см³. На шар ґрунту наливають шар води товщиною 4 см³ (тобто до рівня 24 см³) і відзначають час, за який через шар сухого ґрунту (породи) обсягом 20 см³ пройдуть перші краплі води. Тиск води підтримується постійним за рахунок збереження шару води над ґрунтом (4 см³) (цитовано за «Руководство...», 1990; http://www.meddr.ru/rukovodstvo_k_prakticheskim_zanyatiyam_po_me/issledovanie_pochvy/11116.html).

Таблиця. Водопроникність ґрунтів і порід, які складають зсуво-небезпечний схил

Схил, який досліджується:	Водопроникність ґрунтів і порід, які складають схил:			
	ґрунт	лес	глина	пісок
Схил № 1				
Схил № 2				
Схил № 3				

3. На підставі отриманих вами даних щодо водопроникності порід, які складають схил, зробіть висновки про причини оповзання схилів в регіоні дослідження.

4. Вкажіть причини утворення зсувів на схилах: а) складених одним типом осадових порід; б) складених різними типами осадових порід.

5. Для схилів, які досліджуються, визначте наступні зсуво-небезпечні параметри: відносне перевищення плато над меженним рівнем, м; крутизна

схилу, ° град; відстань від русла до підшви схилу, м; інженерно-господарська діяльність людини. Отримані дані внесіть до таблиці.

6. Використовуючи бальну шкалу (згідно методики Семикіна, Сотников, 2017), визначте зсувну небезпеку схилів, які досліджуються. Для цього, встановіть відповідність кожного з зсуво-небезпечних параметрів схилу, який досліджується, балам небезпеки розвитку зсуву. Знайдіть сумарний бал небезпеки розвитку зсуву і порівняйте з оціночною шкалою. Отримані дані внесіть до таблиці.

Таблиця. Кількісна характеристика зсуво-небезпечних факторів для схилів, які досліджуються.

Схил, який досліджується:	Оцінка факторів небезпеки розвитку зсувів:			
	Відносне перевищення плато над меженним рівнем, м:	Крутизна схилу, ° град:	Відстань від русла до підшви схилу, м:	Інженерно-господарська діяльність людини:
Схил № 1				
Схил № 2				
Схил № 3				

Таблиця. Бальна оцінка дії зсуво-небезпечних факторів для схилів, які досліджуються.

Схил, який досліджується	Бальна оцінка факторів небезпеки розвитку зсувів:					
	Бал за відносним перевищенням плато над меженним рівнем	Бал за крутизою схилу	Бал за відстанню від русла до підшви схилу	Бал за інженерно-господарською діяльністю	Сумарний бал небезпеки розвитку зсуву:	Ступінь небезпеки схилу:
Схил № 1						
Схил № 2						
Схил № 3						

7. Порівняйте положення реперів, встановлених під час попереднього обстеження даного схилу. Зробіть висновок про активність зсувного процесу на схилі, який досліджується (див. методику Коротков, Мравец, 1986). Порівняйте результати бальних оцінок з результатами геодезичних досліджень активності зсувних процесів на схилах на території дослідження.

8. Запропонуйте заходи по захисту схилу, який досліджується, від зсування.

Контрольні питання:

1. Якими є причини формування зсувів?

2. Перерахуйте фактори, які сприяють розвитку зсувних процесів.
3. Вкажіть, за допомогою яких методів проводиться дослідження небезпеки розвитку зсувних процесів.
4. Охарактеризуйте інтенсивність зсувних процесів на території проходження практики.
5. Як заходи спроможні стабілізувати зсувонебезпечні схили?

Література:

Активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП. Державне науково-виробниче підприємство “Державний інформаційний геологічний фонд України” ДНВП “Геоінформ України”. Щорічник (випуск 13). Київ. 2016. – 90 с.

Коротков В.З., Мравец Д.А. Геодезические методы изучения динамики оползней. М – Недра, 1984.

Семикина С.С., Сотников П.В. Оценка оползневой опасности береговых склонов на территории города Барнаула. Известия Томского политехнического университета // Инжиниринг георесурсов. - 2017. Т. 328. № 7. 67–75.

ОДМ 218.2.030–2013. Методические рекомендации по оценке оползневой опасности на автомобильных дорогах. – М.: Росавтодор, 2014. – 75 с.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2009 р.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2005 р.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2004 р.

Робота № 4

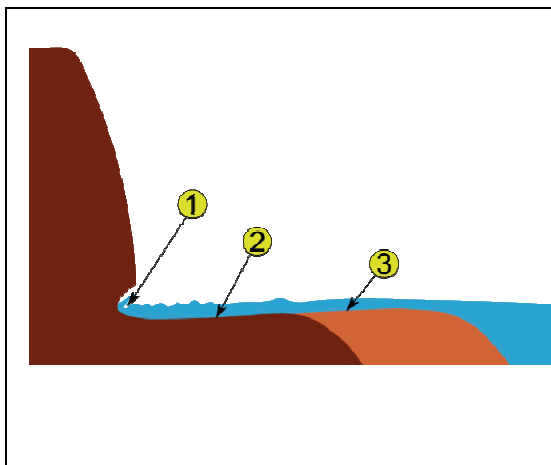
Тема: Оцінка інтенсивності розвитку абразії берегів на території дослідження.

Мета роботи: встановити рівень тиску геосистеми-агресора на геосистему донор на прикладі розвитку абразійних берегових процесів на території дослідження.

Матеріали та реактиви: карта, олівці, папір, калькулятори, фотоапарати.

Інформація. Геосистеми-агресори і геосистеми-донори. До явища територіальної агресії відносять: ріст ярів, руйнування берегової смуги зсувами і розмивання водою, наступ пустель, наступ боліт на ліси і навпаки, відкладання сільових, вулканічних, річкових та інш. наносів на територію геосистеми-донора, розповсюдження техногенних геоекотонів внаслідок явища геоecологічної трансмісії, тощо.

Абразія – це процес руйнування берегів і знесення гірських порід у береговій зоні водойм хвилями і прибою. Швидкість абразії залежить від геологічної будови берегів та сили прибою; крім того, вона зростає, якщо піднімається рівень моря або опускається узбережжя шириною кілька метрів. В результаті абразії створюються специфічні форми рельєфу: абразійні уступи (кліфи), хвилеприбійні ніші, підводні абразійні тераси або платформи (бенчі) та інші (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>). Абразія вивчається шляхом аналізу сучасних космознімків, піших маршрутних обстежень, шляхом закладання реперної мережі та вимірювання відстані від базових реперів до бровки берегового обриву для обчислення в ході подальших спостережень величини відмиву берегового обриву.



Механізм абразійного процесу і утворення кліфу. Де: 1 – абразійна ніша, 2 – абразійна тераса, 3 – акумуляційна тераса. Кліф (*cliff*, *скеля*) - урвище морського берега, що утворюється під дією прибою. Кліф поступово відступає в бік суходолу, збільшуючи тим самим ширину абразійної берегової тераси, що лежить біля його підніжжя (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

В Україні абразійний процес найпоширеніший на Чорноморському узбережжі. У береговій зоні Криму щорічно зникає 22 га, між дельтою Дунаю та Кримом - 24 га, у північній частині Азовського моря - 19 га. Абразії підпадає до 60% берегів Азовського та до 30% - Чорного морів. Швидкість абразії становить в середньому 1,3 - 4,2 метри на рік (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Абразія – один з найбільш руйнівних і збиткотворних геологічних процесів, широко розповсюджених в межах Херсонської області. Абразії

зазнає, в тій чи іншій мірі, берегова смуга морів та лиманів довжиною більш 80 км та 245 км берегової смуги Каховського водосховища. Швидкість абразії неоднакова на різних ділянках узбережжя, що обумовлено геологічною будівлею схилу, гідрологічними умовами, неотектонічною обстановкою і господарською діяльністю людини. Найбільш значних втрат (сотні тис. м² /рік) зазнають саме рекреаційно цінні території узбережжя морів та лиманів. Абразія, яка супроводжується крупними обвальними процесами, має середню швидкість 0,2 – 2,0 м/рік. У районі Кінбурської коси середня швидкість абразії складає 0,4 – 0,6 м/рік, досягаючи максимуму в штормові дні в районі Скадовського і Джарилгацького маяків.

Близько 87% загальної довжини берегових схилів Каховського водосховища, тобто приблизно 200 км, вражені абразією. Лівий схил водосховища підлягає абразії на ділянці в 99 км (82,5% від загальної довжини схилу), правий – на ділянці в 101 км (91,8 % від загальної довжини схилу). Південна частина Херсонської області омивається лиманами і затоками Чорного і Азовського морів. Загальна довжина берегової лінії (без о. Сиваш) складає 458,0 км, з них 165,35 км (36% від загальної довжини) відносяться до абразійного типу (за «Звіт..., 2011»).



Води Каховського водосховища внаслідок розвитку абразійних процесів майже впритул підійшли до будівель села Капуловки Нікопольського району. Лише за весну 2014 р. було втрачено 6 м берега. З 1992 р. по 2014 р. води водосховища на даній ділянці «з'їли» 70 м берега (за <https://vesti-ukr.com/pridneprove/53703-kahovskoe-vodohraniliwe-za-vesnu-ukralo-6-metrov-berega>).

Хід роботи

Завдання 1. Сфотографуйте берегову зону на території дослідження. Використовуючи будівельну рулетку – заміряйте відстань від краю берегового кліфу до реперної точки. Порівняйте отриману відстань з минулорічними дослідженнями. Розрахуйте швидкість розвитку абразійних процесів на ділянці дослідження.

Завдання 2. Використовуючи дані, наведені в таблиці (за «Звіт..., 2011 р.»), розрахуйте площу змиву берегової зони внаслідок розвитку абразійних процесів для окремих ділянок на території Херсонської області протягом 2011 р. На підставі отриманих даних розрахуйте сумарний абразійний змив за 2011 рік.

Таблиця. Довжина абразійно-активної берегової зони окремих територій Херсонської області і швидкість процесів абразії протягом 2011 р. (за «Звіт..., 2011 р.»).

Зона абразії:	Довжина абразійно-активної частини берегу, км:	Швидкість процесів берегової абразії, м/рік:	Площа змиву берегової зони за рік, м ² /рік:
Ділянка лівого берегового абразійно-зсувного схилу Дніпро-Бузького лиману від м. Станіслав	4,2 км	0,44 м/рік	
Ділянка морського узбережжя між озерами Устричне і Кефальне	15,3 км	0,8 м/рік	
Ділянка Каховського водосховища: - лівий схил - правий схил	99,0 км 101,0 км	0,3 м/рік	

Завдання 3. Швидкість відступання бровки берегового уступу на узбережжі Утлюцького лиману на ділянці від межі з Запорізькою областю до с. Фрунзе становить приблизно 0,3 – 0,5 м/рік, тоді як від с. Фрунзе до м. Генічеська – до 0,7 м/рік (за «Звіт..., 2011 р.»). Поясніть, чому швидкість процесів абразії майже в 2 рази відрізняється на різних ділянках берегової зони Утлюцького лиману?

Завдання 4. За даними Причорноморської ДРГП у Херсонській області абразійними процесами в 2009 р. було зруйновано 2600,0 м² прибрежної частини плато морського узбережжя, що в 1,3 рази менше ніж у 2008 році, та 9425,0 м² прибрежної частини плато лиманів, що в 1,9 рази більше ніж у 2008 році (за «Звіт..., 2011 р.»). З якими факторами може бути пов'язана різна швидкість абразійних процесів в береговій зоні в різні роки дослідження?

Завдання 5. В 2005 р. середня швидкість абразії берегів Чорного моря становила 1,3 м/рік, а берегів Каховського водосховища – 0,3 м/рік (за «Звіт..., 2005 р.»). Поясніть відмінності в швидкості абразії для цих геосистем.

Завдання 6. Абразійні процеси на певних ділянках узбережжя супроводжуються зсувами. На узбережжі Чорного моря зсуви виявлені на 5,7% відсотках абразійних берегів, тоді як на узбережжі Каховського водосховища – зсувами уражено 10,0% відсотків абразійних берегів (за «Звіт..., 2004»; «Звіт...

2005 р.»). Поясніть відмінності в наслідках абразійного руйнування берегів для цих двох типів геосистем.

Таблиця. Дані щодо розвитку абразії та переробки берегів («Звіт..., 2004 р.»).

Загальна довжина абразійного берегу, м:	Довжина абразійного берегу на забудованих територіях, м	Довжина абразійного берегу з розвитком зсувів, м
Чорне море:		
128000	15000	6000
Каховське водосховище:		
280000	26000	26000

Завдання 7. А) Використовуючи данні таблиці, розрахуйте відсоток активних зсувів на берегах Дніпровського лиману та Каховського водосховища в 1978 році та в 2005 році. Отримані дані внесіть до таблиці.

Б) Як змінилася кількість активних зсувів в 2005 р порівняно з 1978 р в зоні Дніпровського лиману? В зоні Каховського водосховища? З чим можуть бути пов'язані виявлені відмінності?

Таблиця. Активність зсувних процесів на узбережжі Дніпровського лиману та Каховського водосховища в 1978 р. та 2005 р. (за «Звіт..., 2005 р.»).

Кількість обстежених зсувів:	Кількість активних зсувів:	% Активних зсувів:	Кількість обстежених зсувів:	Кількість активних зсувів:	% Активних зсувів:
1978 рік			2005 рік		
Дніпровський лиман:					
9	3		9	1	
Каховське водосховище:					
26	15		33	18	

В) В береговій зоні Каховського водосховища загальна площа ділянок схилів і прибрвовочної частини плато, залучених до зсувного процесу, в 1978 році становила 275274 м². А в 2005 р., в результаті активізації 18 зсувів (включаючи новоутворені), ця площа склала вже 450025 м². Розрахуйте, на скільки відсотків зросла площа берегових територій, залучених до зсувного процесу, в 2005 році. Назвіть можливі причини такого катастрофічного збільшення площ, уражених зсувним процесом.

Контрольні питання:

1. Перерахуйте несприятливі геологічні процеси, які можуть відбуватися в природних геосистемах.
2. Які несприятливі геологічні процеси характерні для території Херсонської області?

3. Що таке абразія? Від яких факторів залежить швидкість абразійного руйнування берегової зони?

4. Які заходи захисту берегової зони від абразії використовують на території дослідження?

5. В яких районах Херсонської області зареєстровано підтоплення територій? Перерахуйте причини підтоплення означених територій. Вкажіть негативні наслідки підтоплення земель і заходи захисту територій від підтоплення.

6. В яких районах Херсонської області відбувається утворення ярів? З чим пов'язаний розвиток означеного несприятливого геологічного процесу саме в цих регіонах?

Література:

Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології. – К.: Либідь, 1993. – 224 с.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2009 р.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2005 р.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2004 р.

Робота № 5

Тема: Аналіз динаміки процесів яружної ерозії на території дослідження.

Мета роботи: оцінити швидкість розвитку ярів і виявити фактори, що сприяють яроутворенню, в регіоні дослідження.

Матеріали та обладнання. Нівелір, компас, рулетка, набір кілочок, папір, олівці, фотоапарати.

Інформація. Яр – це від’ємна форма рельєфу, яка формується внаслідок розвитку лінійних водно-ерозійних процесів в ґрунтах і рихлих підстелюючих породах. На території України нараховують близько 600 тисяч ярів, які займають площу більше 157 тис. га. Яри утворюються на схилах, кут нахилу яких перевищує $1,5^\circ$ градусів. Більшість дослідників вважають, що головною причиною початку змиву і розмиву ґрунтів є відсутність покривної рослинності на поверхні ґрунту: задерновані поверхні навіть з кутом нахилу до 45° градусів, є зазвичай стійкими до руйнування потоками води.

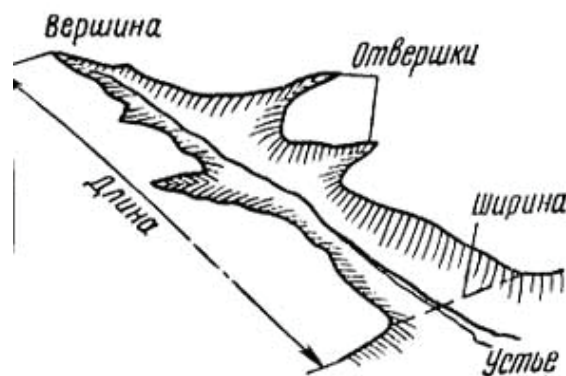


Схема будови яру (цитовано за <https://multiurok.ru/files/issliedovatiel-skaia-rabota-po-tiemie-ovrazhnaia-e.html>).

Виділяють наступні стадії розвитку яру:

1. Промоїна - слід від водного потоку, ширина і глибина якого не більше 1 м. Невеликі промоїни можуть розмиватися, заглиблюватися поточними водами і перетворюватися в наступну стадію яру - вибоїну.

2. Вибоїна - слід від водного потоку. Глибина і ширина більше 1 м. На цих стадіях боротьба з ярами є ефективною і доступною. Вибоїну можна вирівняти і створити задерновану поверхню.

3. Молодий яр. Ця стадія характеризується інтенсивним поглибленням русла яру. Схили позбавлені рослинності майже на 90% . На цій стадії створюють греблі і загати в ярах або водозатримуючі вали.

4. Зрілий яр - припинення росту яру в ширину і глибину. Дно і схили поступово заростають рослинністю. Крутизна схилу може бути до 60° градусів. Біля вершини яру схили ще круті і позбавлені рослинності. На цій стадії відпадає необхідність в будівництві захисних споруд.

5. Старий яр - балка. Схили, днище повністю задерновані. Крутизна схилів до 40° градусів.

6. Лог - старий яр, крутизна схилів до 15° градусів, схили задерновані, порослі деревами та чагарниками.

Причини посилення росту ярів в сучасних умовах. В даний час значна частина гідрографічної мережі має донні яри. Вважають, що причиною їх утворення, є невідповідність нового, збільшеного поверхневого стоку раніше встановленому профілю рівноваги дна балок, лощин і ін. Їх ухили не змінилися, тому і швидкість течії води по їх дну не могла змінитися. Отже, збільшення кінетичної енергії потоку при його постійній швидкості можна пояснити тільки збільшенням маси води, що стікає зі схилів водозбірної площі. Підвищений поверхневий стік не можна пояснити збільшенням кількості атмосферних опадів, оскільки в історичний час клімат землі не змінився. Збільшення поверхневого стоку можна пояснити тільки неправильним використанням землі, вирубкою лісів і посиленою оранкою землі з одночасним погіршенням водно-фізичних властивостей ґрунту (за <http://eko-forest.ru/razvitie-ovraga/>).



Яри на території с. Станіслав Білозерського району Херсонської області (цитовано за <https://kherson.com/blog/khersonskie-gory/>).

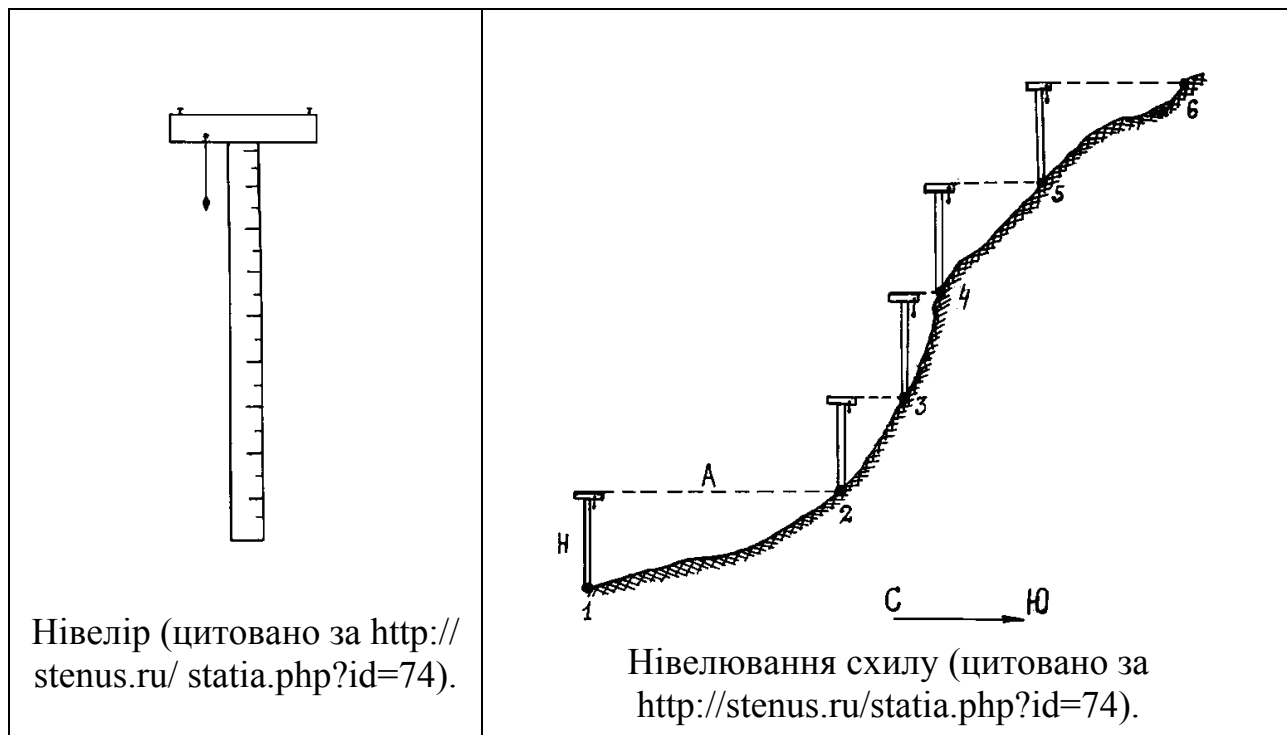


Просторові параметри ярів с. Станіслав: глибина - 10 - 20 м (іноді - до 100 м); ширина - 20 - 50 м; протяжність - десятки і сотні метрів (http://miklass.blogspot.com/2015/09/blog-post_12.html).

Хід роботи

1. За допомогою компаса встановіть загальний напрямок яру.
2. Виміряйте глибину яру за допомогою нівеліра. Щоб виміряти глибину яру, встановіть нівелір на дні яру строго вертикально, по схилу. Горизонтальна планка нівеліра повинна бути спрямована до схилу яру. Дивлячись уздовж планки, нівелювальник (студент, що здійснює нівелювання), зауважує, в яку точку вона спрямована. В цю точку помічник нівелювальника вбиває перший кілок. Оскільки висота нівеліра дорівнює 1 м, вбитий кілок знаходиться на 1 м вище того місця, де встановлено нівелір. Потім нівелювальник переносить нівелір на місце першого кілочка і вказує помічникові, куди вбити другий кілочок і т.н. Останній кілочок вбивається в бровку яру. Кількість вбитих

кілочків відповідає глибині яру в метрах (цитовано за <https://znanija.com/task/25793668>).



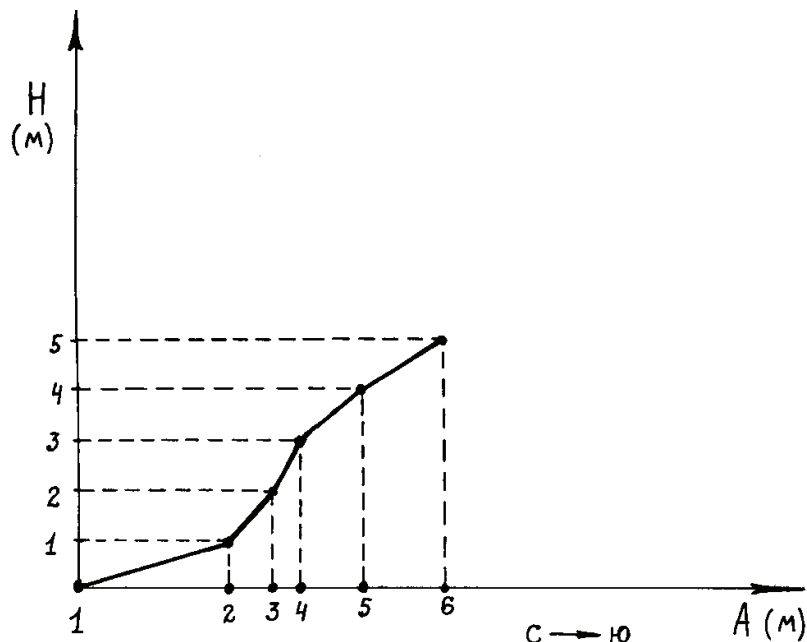
За допомогою рулетки виміряйте горизонтальну відстань (А) від нівеліра до кілочка. Потім перенесіть нівелір на другу точку і повторіть ту ж саму операцію. Таким чином, вимірюючи відстань від нівеліра до кожної наступної точки, зробіть зйомку досліджуваної території. Результати нівелювання внесіть в таблицю. Надалі на підставі отриманих даних побудуйте профіль яру (цитовано за <http://stenus.ru/statia.php?id=74>).

Таблиця. Результати нівелювання території дослідження (цитовано за <http://stenus.ru/statia.php?id=74>)

Нівелірний хід:	Н, висота нівеліра в метрах:	А, горизонтальна відстань в метрах між двома точками:
1 - 2		
2 - 3		
...		

*NB! Якщо робиться зйомка яру, то ліву і праву частини знімають окремо.

Отримані дані за параметрами глибини, ширини і довжини яру внесіть в таблицю. Порівняйте дані цього року з результатами зйомки минулих років. Для цього, розрахуйте відсоток приросту довжини, ширини і глибини яру. Зробіть висновок про швидкість росту яру, який досліджується.



Зразок побудови профілю одного зі схилів (цитовано за <http://stenus.ru/statia.php?id=74>).

Таблиця. Динаміка росту яру за період дослідження.

Параметри яру, м:	Дані попереднього року, X:	Дані вимірів поточного року, Y:	% приросту яру: $\frac{Y - X}{X} \cdot 100 \%$
Довжина яру:			
Ширина яру:			
Глибина яру:			

4. На підставі візуальної оцінки, зробіть висновок про стадію розвитку даного яру.

5. Вкажіть причину формування яру, який досліджується. При активізації росту старого яру - причини такої активізації.

Контрольні питання:

1. Вкажіть природні і антропогенні причини розвитку ярів.
2. Перерахуйте стадії розвитку ярів.
3. Опишіть метод побудови профілю яру.
4. Перерахуйте методи захисту території від прогресування росту ярів.

Література:

География овражной эрозии / Веретенникова М.В., Зорина Е.Ф., Ковалев С.Н., Любимов Б.П., Никольская И.И., Прохорова С.Д. М.: Изд-во МГУ. 2006. 324 с.

Зорина Е.Ф., Ковалев С.Н., Никольская И.И. Подходы к типизации оврагов // Геоморфология. 1998. № 2. с.75-80

Ковалев С.Н., Любимов Б.П. Особенности развития овражной эрозии во времени и в различных природных условиях // Геоморфология. № 3. 2006. с.66-76.

Робота № 6

Тема: Дослідження розвитку процесів підтоплення територій Херсонської області

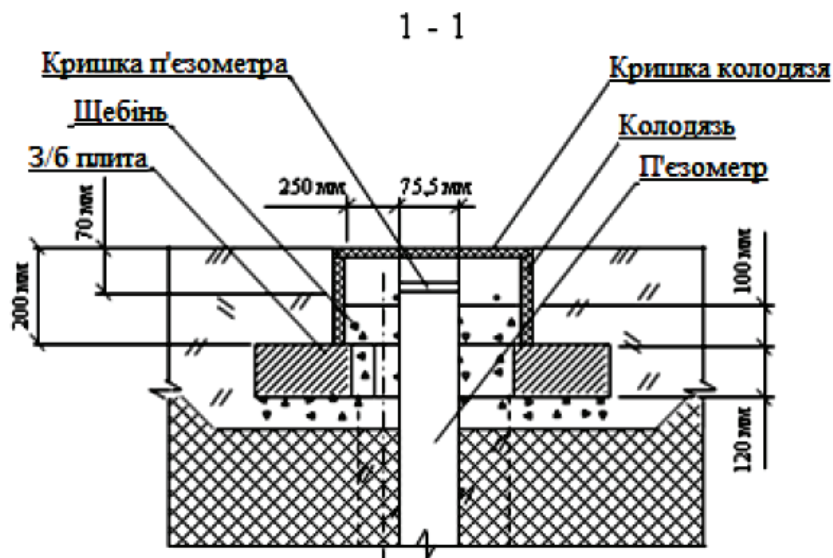
Мета роботи: на підставі польових досліджень і даних попередніх років визначити фактори, які сприяють розвитку підтоплення території Херсонської області.

Обладнання: ґрутовідбірні бури, олівці, папір, тканина для польового дослідження проб ґрунту, поліетиленові пакети для відбору проб ґрунту для лабораторних досліджень, набір сит для просіювання проб ґрунту, таблиці рівнів залягання ґрунтових вод в регіоні за попередні роки дослідження.

Частина 1. Визначення рівня залягання ґрунтових вод на території дослідження

Інформація. Площі природного та техногенного підтоплення охоплюють біля 12% території України. Підтоплення – це геологічний екзогенний процес, який призводить до змін механічних, фізичних і хімічних властивостей ґрунтів і підстелюючих гірських порід і з яким пов'язаний розвиток таких небезпечних явищ, як зсуви, карст, просідання поверхні, зміна сольового стану, загальної та сейсмічної стійкості ґрунтів, тощо. Дані про рівні залягання ґрунтових вод отримуються під час проведення інженерно-геологічних робіт шляхом аналізу рівнів зволоження порід, видобутих зі свердловин на різних глибинах (цитовано за <http://eco.com.ua/content/vivchennya-protsesu-pidtoplennya-teritorii-dolin-malikh-richok-m-kieva-iz-zastosuvannyam-g-0>).

Конструкції свердловин для спостереження відрізняються діаметром, глибиною та способом буріння, способом випробування та іншими факторами. Конструкція свердловини спостереження (п'єзометра) наведена на рисунку.



Варіант конструкції свердловини спостереження (п'єзометра) для контролю рівня залягання ґрунтових вод (цитовано за ДСТУ-Н Б В.1.1-XX:201X).

У свердловинах для спостереження, шурфах і колодязях при глибині залягання води до 20 м рекомендується застосовувати рулетку (сталеву або полотняну, проткану дротяними нитками). До рулетки прикріплюється хлопавка. Точність вимірів має становити 1 см. Частота спостережень за режимом підземних вод залежить від характеру й ступеня впливу природних і техногенних факторів. У середньому спостереження за природним режимом підземних вод проводяться 6 разів на місяць. У періоди інтенсивного впливу режимоутворюючих факторів (паводки, опади, тощо) частота спостережень за режимом підземних вод (особливо ґрунтових) збільшується у 2-3 рази (ДСТУ-Н Б В.1.1-XX:201X).

Сучасні польові геофізичні дослідження процесів підтоплення виконуються методами мікроелектрозондування, резистивиметрії, георадарної зйомки та сейсморозвідки. Надалі результати мікрогеофізичних досліджень перевіряються прямими гідрогеологічними методами на ділянках з різними умовами підтоплення (цитовано за http://www.geol.univ.kiev.ua/docs/science/develop/geol_science_11.pdf).

Значні площі Херсонської області є підтопленими (т.т. такими, для яких рівень залягання ґрунтових вод становить 2-4 м). В деяких регіонах області позначки стояння ґрунтових вод наближуються до нульових відміток. Причинами інтенсивного розвитку підтоплення на території області є як природні особливості регіону (форми рельєфу, близьке залягання ґрунтових вод, гранулометричний склад підстелюючих гірських порід і т.н.), так і наслідки господарської діяльності (гідротехнічне будівництво, надлишкове зрошення територій, неналежний стан дренажних систем, тощо).

Хід роботи

1. На території дослідження за допомогою ґрунтовідбірної бури проведіть відбір проб ґрунтів на різних глибинах.



Пробовідбірник ґрунту – бур ППБ (<http://www.promtehlab.ru/catalog/2769/11305/>).

2. Визначте глибину залягання горизонту підтоплення за рівнем зволоження ґрунту. Підтопленням вважається геогоризонт, в межах якого ґрунт є надмірно вологим (т.т. таким, з якого можливо віджати воду).

Таблиця. Польова вологоємність ґрунту (цитовано за http://studbooks.net/1294233/agropromyshlennost/prakticheski_opredelit_vlazhnost_pochvy_polivnu_yu_vlagoemkost).

Ступінь вологості ґрунту:	Стан ґрунту:	Польова вологоємність, %:
Ґрунт сухий	Порошковидий	0 %
Вологість ґрунту низька (критична)	Ґрунт розсипається, не скачується в грудку	Менше 25 %
Вологість ґрунту помірна (зазвичай в терміни поливу)	Ґрунт скочується в грудку, але при кидку розсипається	25 – 50 %
Вологість ґрунту хороша	Ґрунт скочується в грудку, яка при киданні не розсипається. При стисненні злипається слабо.	50 – 75 %
Вологість ґрунту відмінна	Ґрунт скочується в міцний комок і при стисненні податливий, легко злипається. При сильному стисненні до пальців прилипає шматок ґрунту.	75 – 100%
Ґрунт занадто вологий	При сильному стисненні з грудки ґрунту можна вижати трохи води.	Вище польової вологоємності

* Польова вологоємність ґрунту - це кількість води, яка фактично утримується ґрунтом в природних умовах.

3. На основі інформації про підтоплення територій Херсонської області за попередні роки нанесіть на карту області райони, площа яких на 40 % і більше уражена підтопленням (рівень залягання ґрунтових вод 0-4 м).

Таблиця. Шкала категорій небезпеки за інтенсивністю розвитку несприятливих екзогенних геологічних процесів (ЕГП)

Категорія небезпеки (інтенсивність розвитку ЕГП):	Коефіцієнт ураження, К %:
Катастрофічна	> 40
Значна	10 – 40
Середня	1 – 10
Слабка	< 1

Адміністративний район	Станом на 1981 рік			Станом на 01.01. 13 р.			Коефіцієнт ураження, К %
	РГВ, м	Площа розвитку, км ²	Розвиток процесу у % до площі району	РГВ, м	Площа розвитку, км ²	Розвиток процесу у % до площі району	
Бериславський	0-4	58	3	0-2	292	17	31
				2-4	237	14	
Білозерський	0-4	457	27	0-2	504	30	57
				2-4	461	27	
Великоолександрівський	0-4	333	22	0-2	195	13	30
				2-4	255	17	
Великопетиський	0-4	27	2	0-2	114	10	13
				2-4	28	3	
Верхньорогачицький	0-4	26	3	0-2	225	23	25
				2-4	20	2	
Високопільський	0-4	188	27	0-2	129	18	68
				2-4	349	50	
Генічеський	0-4	571	19	0-2	1609	54	57
				2-4	90	3	
Голопристанський	0-4	1718	48	0-2	1530	43	54
				2-4	387	11	
Горностаївський	0-4	26	3	0-2	135	14	14
				2-4	3	0	
Іванівський	0-4	26	2	0-2	0	0	15
				2-4	163	15	
Каланчацький	0-4	531	59	0-2	659	73	75
				2-4	22	2	
Каховський	0-4	96	6	0-2	276	18	24
				2-4	90	6	
Нижньосірогозький	0-4	23	2	0-2	30	3	9
				2-4	72	6	
Нововоронцовський	0-4	70	8	0-2	214	24	47
				2-4	206	23	
Новотроїцький	0-4	475	23	0-2	872	42	52
				2-4	206	10	
Скадовський	0-4	574	38	0-2	440	29	47
				2-4	268	18	
Цюрупинський	0-4	303	17	0-2	455	25	52
				2-4	481	27	
Чаплинський	0-4	129	7	0-2	280	16	16
				2-4	0	0	

Де: РГВ – рівень залягання ґрунтових вод, м; коефіцієнт ураження, К% - сумарний відсоток розвитку процесів підтоплення на 01.01.2013 р. при рівнях залягання ґрунтових вод 0-2 та 2-4 м.



Карта районів Херсонської області.

4. Використовуючи дані таблиці, вкажіть, як змінився відсоток площ територій різних районів Херсонської області, уражених підтопленням, за період з 1981 по 2013 рр.

5. Поясніть причини інтенсивного розвитку підтоплення різних районів Херсонської області починаючи з 1986 р.

***NB! Підтоплення території Херсонської області.** В 1955 – 1958 р. було заповнено Каховське водосховище, значна частина якого розташована на території Херсонської області. З Каховського водосховища починаються Каховський канал, Північно-Кримський канал і канал Дніпро - Кривий Ріг. Каховський канал було споруджено у 1979 р. для зрошення сільськогосподарських територій. З Каховського каналу починаються магістральні канали Приазовської, Сірогозської, Генічеської, Каланчацької і Перекопської зрошувальних систем. У 1985 водами каналу зрошувалось 195000 гектарів земель. Відкриття першої черги Північно-Кримського зрошувального каналу відбулося в 1963 р., а другої черги каналу - в 1986 р. Вже в перші роки побудови зрошувальної системи внаслідок особливих гідрогеологічних умов під впливом зрошення рівні ґрунтових вод почали різко підніматися. Для локалізації цих шкідливих наслідків почали прокладати закритий горизонтальний дренаж. До 1981 року зрошувана площа з дренажем займала близько 100 тис.га. (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Причини розвитку підтоплення території Херсонської області (за Малєєв, Стрельчук, 2010): будівництво Каховського водосховища та великих магістральних зрошувальних каналів (Північно-Кримського, Краснознам'янського) та розподільчої зрошувальної мережі; підпір рівня

грунтових вод водами зрошувальних систем; наявність у каштанових солонцюватих ґрунтах на глибині 25-35 см практично водонепроникного колоїдно-ілювіального прошарку; зменшення природної дренажності території; відсутність зливової каналізації в населених пунктах і систем відведення поверхневих вод; нерегламентовані поливи присадибних ділянок; порушення проектного режиму роботи дренажних систем; фільтраційні втрати частини поливної води з каналів та дощувальної техніки на зрошуваних полях, яка інфільтрується і поповнює підґрунтові води (такі втрати становлять 15-30% поданої на територію води) (цитовано за Малєєв, Стрельчук, 2010).

Низька природна дренажність території Херсонської області окрім наявності водонепроникного колоїдно-ілювіального прошарку в солонцюватих ґрунтах, також зумовлена значною кількістю подових утворень, що ускладнюють процес природного водовідведення. Зокрема, у межах області налічують близько двох десятків подових утворень: Дорнбурський, Чорна Долина, Чаплинський, Агайманський, Шотівський, Домузлинський, Петрівський, Сиваський та інші. Як відомо, поди – великі замкнуті зниження просадкового походження у степовій зоні. Особливістю подів є ґрунти їх дна – глеєсолоді. Завдяки їх фізичним властивостям ґрунт запливає, що створює умови для заболочування навіть при незначному зволоженні. Крім того, особливості розташування зрошувальних систем сприяли зменшенню рівня природного відведення підземних вод: у зрошуваній зоні Херсонської області майже всі траси каналів проходять у широтному напрямку, перетинаючи основний потік підземних вод, що спричиняє інтенсивний підйом їх рівня (цитовано за Малєєв, Стрельчук, 2010).

*NB! Підпір ґрунтових вод – це підйом рівня ґрунтових вод, який викликаний збільшенням гідродинамічного напору в будь-якому перетині потоку і який супроводжується зменшенням швидкості течії; іноді підпір ґрунтових вод викликається місцевими перешкодами (погано проникними ґрунтами, звуженням перерізу потоку та ін.). Підпір ґрунтових вод поширюється знизу вгору вздовж потоку, затухаючи в міру віддалення від місця виникнення. Під впливом штучних іригаційних споруд може виникати вторинний постійний або тимчасовий підпір ґрунтових вод, викликаний високими рівнями води в каналах, водосховищах (цитовано за «Толковий словарь по почвоведению. - М.: Наука. Под редакцией А.А. Роде, 1975).

Контрольні питання:

1. Який геологічний процес називається підтопленням?
2. В чому полягає небезпека розвитку процесів підтоплення територій?
3. Перерахуйте природні і антропогенні причини розвитку підтоплення територій Херсонської області.
4. Охарактеризуйте динаміку розвитку процесів підтоплення області за останні 50 років.
5. За допомогою яких методів проводяться дослідження процесів підтоплення територій і прогнозування подальшого розвитку підтоплення?
6. Перерахуйте методи захисту територій від розвитку підтоплення.

Література:

1. Шахман І.О., Шахман А.М. Екологічна модель прогнозування процесів підтоплення територій нижнього Подніпров'я в межах Херсонської області // Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві, 2015, вип. 3(8). – С. 276 – 284. <http://dspace.opu.ua/jspui/bitstream/123456789/2917/1/33.pdf>.

2. ДБН В.1.1 – 25-2009. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. <http://profidom.com.ua/v-1/v-1-1/1248-dbn-v-1-1-25-2009-inzhenernij-zahist-teritorij-ta-sporud-vid-pidtoplenna-ta-zatoplenna>.

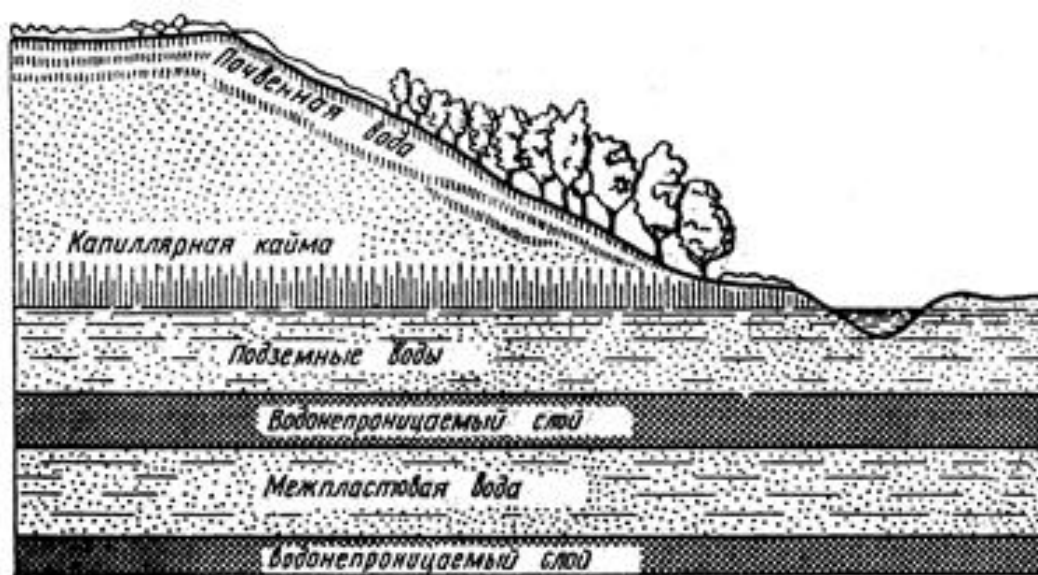
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-XX:201X. Інженерний захист територій, будинків, будівель та споруд від підтоплення та затоплення. Київ. Мінрегіон України. Проект. <http://www.niisk.com/images/dsu45555454.pdf>.

4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2012 р.

5. Малеев В.О., Стрельчук Л.М. Аналіз причин підтоплення територій Херсонської області // Таврійський науковий вісник. – 2010. Випуск 72. – С. 170 - 177. file:///D:/Users/Downloads/Tavnv_2010_72_28.pdf.

Частина 2. Дослідження впливу гранулометричного складу і пористості ґрунтів та підстелюючих гірських порід на рівень залягання ґрунтових вод

Рівень капілярного підняття води. Над дзеркалом ґрунтових вод завжди формується капілярна бахрома, висота якої залежить від розміру ґрунтових пор і пористості породи.

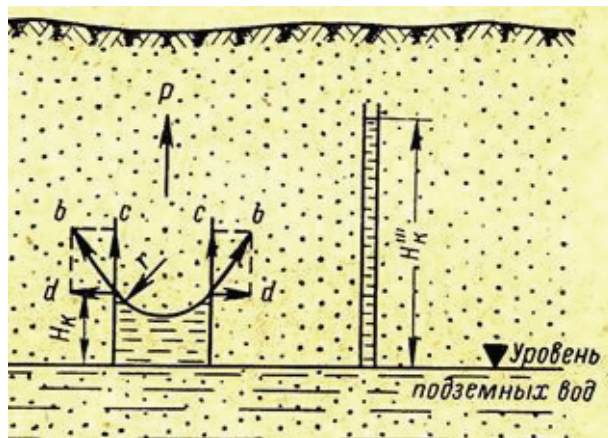


Залежання почвенних, подземних и межпластовых вод

Розташування капілярної бахромки над дзеркалом ґрунтових вод (за https://studopedia.ru/3_81701_priroda-opolznevih-yavleniy.html).

Чим меншим є діаметр пор – тим вище відбувається підйом капілярної води. В свою чергу, діаметр пор в ґрунтах і підстелюючих гірських породах залежить від розміру частинок породи: дрібні частинки формують більш вузькі капіляри і в ґрунтах з дрібним механічним складом висота капілярного підняття

є значною. Таким чином, за умов однакової глибини залягання дзеркала ґрунтових вод, ґрунти і підстелюючі породи дрібного механічного складу сприяють більш високому розташуванню капілярної бахромі і, таким чином, підтягуванню підземних вод до поверхні.



Висота капілярного підняття води в ґрунтах і підстелюючих гірських породах залежить від діаметра ґрунтових частинок і частинок породи (за <http://helpiks.org/5-13542.html>).

*NB! Швидше за все вода піднімається по порах крупнозернистих пісків, найповільніше - по порах суглинків і глинистих порід. Однак, підсумкова максимальна висота капілярного підняття більше у дрібнозернистих порід:

Гірська порода:	Розмір частинок, мм:	Висота капілярного підняття води, мм:
Гравій	4-8 мм	16 мм
Пісок крупнозернистий	1-2 мм	84 мм
Пісок дрібнозернистий	0,1-0,2 мм	592 мм
Пилуваті частинки	0,01-0,05 мм	2022 мм

Другим фактором, від якого залежить висота капілярного підняття води, є пористість породи, т.т. кількість пор на одиницю поверхні: чим більшою є пористість породи або ґрунту – тим меншою є висота капілярного підняття води.

Визначення пористості ґрунту (загального об'єму пір) (за http://www.meddr.ru/rukovodstvo_k_prakticheskim_zanyatiyam_po_me/issledovanie_pochvy/11115.html). Сума об'ємів вільних проміжків ґрунту становить величину об'єму пір і виражається у відсотках. Принцип методу полягає в тому, що певний об'єм ґрунту змішується з таким же об'ємом води, при цьому виходить не сума об'ємів ґрунту і води, а величина, дещо менша. Різниця між сумою взятих при дослідженні об'ємів ґрунту і води і фактично отриманого об'єму, виражена у відсотках, буде складати величину об'єму пір. При цьому крупнозернисті ґрунти мають відносно велику величину пір, проте, загальний їх об'єм (пористість ґрунту) є більш значним у дрібнозернистих ґрунтів. Так, для піску,

пористість становить 40%, для глини - 53%, для торфу – 84% (цитовано за «Руководство..., 1990»).

В цілому, чим менше діаметр капіляра і чим менше пористість гірської породи, тим вище підняття води по капілярах. Висота капілярного підняття води обчислюється за формулою:

$$h_k = 0,446/def \cdot (1-n)/n$$

Де: h_k – висота капілярного підняття води; def - діаметр пір гірської породи; n - пористість гірської породи в частках одиниці (кількість пір на одиницю поверхні).

Дані про висоту капілярного підняття води є дуже важливими. З капілярним підняттям води пов'язано обводнення територій та будівель (зокрема, підвалів, стін). Капіляри із цегли і каменю стін будівель безупинно перекачують ґрунтову вологу наверх, де вона активно вивірюється. При цьому стіни і фундаменти, що знаходяться в цих умовах, перенасичені водою, заражені грибками і втрачають несучу здатність. Крім того, разом з капілярною водою можливий підйом високо мінералізованих вод, що може провокувати засолення територій.

Хід роботи

1) Відберіть проби ґрунтів в регіонах з різним рівнем підтоплення території. В лабораторних умовах кожену пробу ґрунту розділіть на три частини. Для однієї частини - проведіть просіювання проби ґрунту через систему сит і визначте домінуючий розмір ґрунтових частинок. Отримані дані внесіть до таблиці.

2) Для другої частини відібраних проб ґрунту - дослідіть рівень капілярного підйому води. Для цього в обрізану з обох боків 0,5 л пластикову пляшку до висоти 10 см насипте ґрунт, який досліджується. При цьому нижній край обрізаної пляшки помістіть на марлю для запобігання висипання ґрунту. Пляшку з ґрунтом перенесіть в ємність з водою (рівень води має становити 2 см від дна) і спостерігайте за явищем капілярного підняття води в ґрунтах різного типу. Відмічайте протягом години, за який час і на яку висоту піднялася вода в ґрунтах з різних регіонів дослідження.



3) Отримані дані внесіть до таблиці. Встановіть кореляцію між швидкістю та рівнем підняття капілярної води та розмірами ґрунтових частинок.

4) Для третьої частини відібраних проб ґрунту – визначте пористість ґрунту. Для цього у мірний циліндр місткістю 1000 см³ налейте 500 см³ води. В іншій мірний циліндр насипте такий же об'єм повітряносухого ґрунту, що досліджується, і потім ґрунт пересипте в перший циліндр. Вміст циліндра збовтайте і відзначте загальний об'єм ґрунту і води. Пористість ґрунту розраховують за формулою:

$$X = \frac{(a + b - c)}{a} \cdot 100\%$$

Де: X – пористість ґрунту, %; a - об'єм взятого ґрунту, см³; b - об'єм взятої води, см³; c - об'єм суміші води і ґрунту, см³ (цитовано за «Руководство..., 1990»).

5) Отримані дані внесіть до таблиці. Встановіть кореляцію між висотою підняття капілярної води і пористістю ґрунту.

Таблиця. Кореляція між розмірами ґрунтових частинок, пористістю ґрунту і в висотою капілярного підняття води в ґрунті.

Місце відбору проб ґрунту:	Домінуюча фракція ґрунтових частинок за розмірами, мм:	Висота капілярного підняття води в пробі ґрунту, мм:	Швидкість капілярного підйому води, мм/год:	Пористість ґрунту, %:
1.				

6) Перерахуйте, які фактори впливають на глибину залягання ґрунтових вод.

7) Зробіть висновок про можливі причини різної глибини залягання ґрунтових вод в регіоні дослідження.

Контрольні питання:

1. Чому капілярні властивості ґрунтів і підстелюючих гірських порід є важливим екологічним фактором як для природних, так і для антропогенно-трансформованих територій?

2. Від яких факторів залежить висота розташування капілярної бахромки над дзеркалом ґрунтових вод?

3. В чому полягає метод визначення гранулометричного складу ґрунту та підстелюючої гірської породи?

4. Як визначити висоту капілярного підняття води в ґрунті?

5. Як визначити пористість ґрунту та підстелюючої гірської породи?

Література:

Руководство к практическим занятиям по методам санитарно-гигиенических исследований. Под. ред. Подуновой Л.Г. – М.: Медицина. – 1990.

Федотова О.В. Почвоведение. Учебно-методическое пособие к образовательной программе краевой очно-заочной экологической школы. – Хабаровск. - 2006.

Робота № 7

Тема: Дослідження впливу водного режиму території на рівень засолення ґрунтів в Херсонській області

Мета роботи: встановити вплив природного та антропогенно-зміненого водних режимів території на рівень засолення ґрунтів в Херсонській області.

Матеріали і обладнання: пакунки для відбору проб ґрунтів, олівці, папір, солемір, дистильована вода, піпетки, спиртівка, предметні скельця.

Інформація. Залежно від глибини залягання водотривкого горизонту, водопроникності гірських порід і кількості води, що надходить на дану територію, Г.М. Висоцький і А.А.Роде виділили такі типи водного режиму території: 1) промивний режим - поверхневі опади досягають дзеркала ґрунтових вод; 2) непромивний режим - поверхневі опади не досягають дзеркала ґрунтових вод, але проникають на досить велику глибину в гірських породах; 3) аридний режим - атмосферні опади тільки злегка змочують поверхневий шар землі; 4) випітний режим - ґрунтові води досягають поверхні землі; 5) десуктивно-випітний режим - ґрунтові води досягають зони кореневого живлення рослин і випаровуються (транспіруються) через листя; 6) аквальний режим - ґрунтові води потрапляють в поверхневі водойми.

Екологічне значення типу водного режиму території визначається можливим напрямком перенесення забруднюючих речовин з підземними водами. Так, промивний режим сприятиме поширенню локального забруднення на навколишні території, тоді як випітний і десуктивно-випітний режими - можуть сприяти привнесенню на дану територію забруднюючих речовин ззовні і т.н.

Від водного режиму території залежить міграція не лише техногенних забруднюючих речовин, але й рух природних водорозчинних компонентів ґрунтів і гірських порід. Саме водним режимом території зазвичай зумовлений розвиток як первинного, так і вторинного засолення ґрунтів і підстелюючих гірських порід.

Засолення ґрунтів – це накопичення водорозчинних солей в ґрунті. Причинами засолення ґрунтів є посушливість кліматичних умов, в наслідок чого встановлюється аридний водний режим території, який сприяє накопиченню водорозчинних солей в верхньому шарі ґрунту. Крім того, засоленню сприяє перенос солей вітром з сусідніх морських акваторій, підтягування до поверхні високо мінералізованих ґрунтових вод, зрошення мінералізованими ґрунтовими водами, тощо.

Розрізняють первинне і вторинне засолення ґрунтів. Первинне засолення пов'язане з природним накопиченням водорозчинних солей в верхньому шарі ґрунту внаслідок посушливості клімату. Вторинне засолення ґрунтів відбувається в наслідок підтягування до поверхні ґрунту солей високо мінералізованими ґрунтовими водами як через нераціональне зрошення, так і в наслідок природного або антропогенного підтоплення територій. До

вторинного засолення ґрунтів також відноситься перенесення солей вітром з сусідніх засолених територій або акваторій.

Засолені ґрунти є несприятливими для розвитку рослин, оскільки, за законами фізики, солі перешкоджають потраплянню води в середину клітин і викликають зневоднення рослин навіть за умов підтоплення територій. Крім того, підвищений рівень солей з часом може призводити до деградації ґрунту. Зокрема, до розвитку осолонцювання, яке супроводжується руйнуванням ґрунтової структури і призводить до втрати родючості ґрунту.

Херсонська область розташована в континентальній області кліматичної зони помірних широт і характеризується помірно-континентальним кліматом з м'якою малосніжною зимою та спекотним посушливим літом. Коефіцієнт зволоження території становить 0,3, тобто випаровуваність є вищою від кількості опадів. Для Херсонської області характерні щорічні тривалі бездошові періоди, результатом яких є посухи (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Означені особливості кліматичних умов сприяють розвитку аридного водного режиму на більшості територій Херсонської області і зумовлюють значний рівень первинного засолення ґрунтів і підстелюючих гірських порід. Одночасно низовинні території області з близьким заляганням ґрунтових вод характеризуються випітним та десуктивно-випітним водними режимами території, які сприяють підтягуванню з глибин до поверхневих шарів ґрунту водорозчинних солей і забезпечують розвиток вторинного засолення територій. Крім того, важливим джерелом надходження водорозчинних солей на поверхню ґрунтів області є вітрове перенесення солей з сусідніх морських та лиманних акваторій.

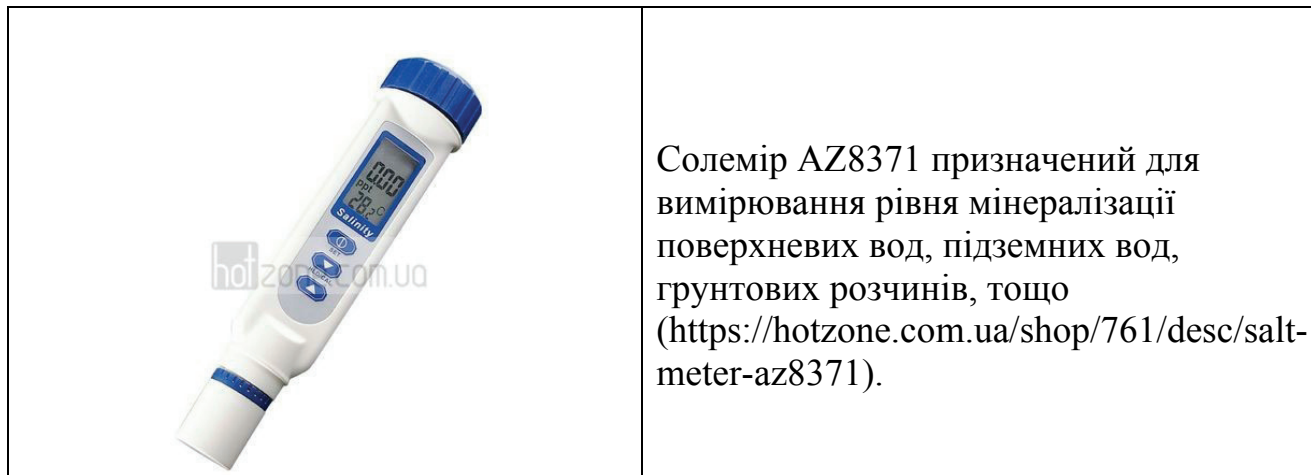
В Херсонській області засоленням охоплені значні території. Найбільший відсоток засолених сільськогосподарських земель в Херсонській області виявлено в Новотроїцькому (43,0% площ сільськогосподарських угідь), Каланчацькому (43,0%), Чаплинському (37,0%), Генічеському (28,0%), Скадовському (23,0%) та Голопристанському (21,0%) районах. Істотного вторинного засолення зазнають зрошувальні землі Високопільського (66% площ зрошувальних земель), Чаплинського (45%), Голопристанського (18%) та Цюрупинського (12%) районів. Причинами вторинного засолення ґрунтів можуть бути: 1) низька якість вод зрошення; 2) розчинення, під час надлишкового зрошення, солей, які акумулюються в глибинних горизонтах ґрунтового профілю, та їх повернення в орний горизонт за рахунок капілярних явищ; 3) підтягування до поверхні високомінералізованих ґрунтових вод внаслідок надлишкового зрошення.

Аналіз статистичних даних не виявив кореляції між рівнем залягання ґрунтових вод, їх мінералізацією і ступенем розвитку вторинного засолення, зокрема в Чаплинському, Високопільському, Голопристанському, Цюрупинському та інших районах області. Таким чином, підтягування під час надлишкового зрошення високо мінералізованих ґрунтових вод не є провідним фактором розвитку вторинного засолення ґрунтів Херсонської області.

Ступінь засолення ґрунтів встановлюють, визначаючи вміст солей у водних витяжках. При хлоридно-сульфатному засоленні виділяють такі категорії ґрунтів: практично не засолені - вміст солей 0,25 %; слабкозасолені

0,25-0,40 %; середньо засолені 0,4-0,7 %; сильно засолені 0,7-1,2 %; солончаки 1,2 % (Чорний, 1995).

Дослідження рівня засолення ґрунтів проводять в лабораторних умовах, а також в польових умовах з використанням портативних приладів – солемірів - або методу випаровування ґрунтової витяжки. Солеміри визначають рівень мінералізації ґрунту за електропровідністю ґрунтового розчину.



Сутність методу випаровування ґрунтового розчину: на предметне скельце піпеткою наносять певну кількість водної витяжки з ґрунту території дослідження і над спиртівкою проводять випаровування води. Надалі порівнюють кількість сухого залишку для ґрунтів з різних регіонів дослідження («Методические рекомендации по исследованию почвы в полевых и лабораторных условиях», 2014).

*NB! Випаровування певної кількості ґрунтової витяжки у фарфорових тиглях дозволяє надалі провести зважування сухого залишку і забезпечує кількісне порівняння рівня засолення ґрунтів з різних регіонів дослідження.

Осолонцювання. Засолені ґрунти з часом перетворюються в осолонцювані ґрунти. Солонцями називають ґрунти, які у вибраному комплексі містять багато натрію і магнію. Солонці мають погані водно-фізичні і фізико-механічні властивості. В сухому стані вони кам'яніють і розтріскуються, при зволоженні дуже набухають і стають липкими. В такому стані вони мають низьку водопроникність. Завдяки високому вмісту гідрофізичних колоїдів солонці утримують значну кількість води, недоступної для рослин.

Солонці в природних умовах утворюються різними шляхами: а) внаслідок розсолення солончаків, засолених нейтральними солями; б) завдяки дії на ґрунт розчинів, які містять соду; в) в результаті біогенного накопичення натрієвих солей в тому числі і соди (Чорний, 1995). Причиною вторинної (іригаційної) солонцюватості є тривале зрошення ґрунтів слабо-мінералізованими лужними водами, що містять вільну соду або мають несприятливе співвідношення між натрієм і сумою кальцію та магнію в сольовому складі (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

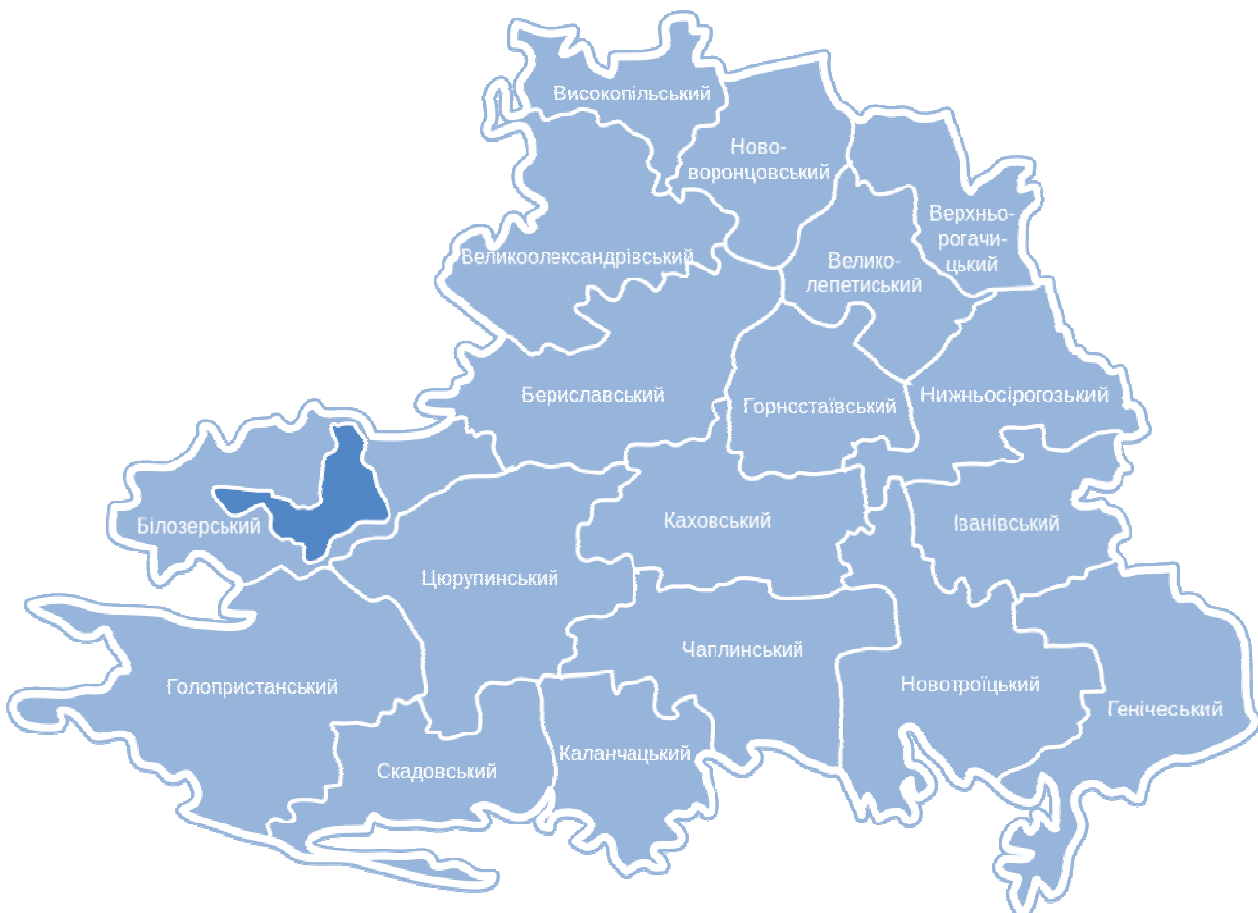
Хід роботи

1) Проведіть відбір проб ґрунтів і вод зрошення в різних регіонах дослідження. За допомогою портативного приладу «Солемір» визначте рівень мінералізації вод зрошення і рівень засолення ґрунтів (для цього в польових або в лабораторних умовах отримайте водну витяжку з ґрунту). Отримані дані внесіть до таблиці 1.

Таблиця 1. Рівень солоності ґрунтів в регіоні дослідження за даними солеміра.

Регіон дослідження:	Рівень солоності ґрунту:	Рівень солоності вод зрошення:
1...		
2...		

2) Використовуючи дані таблиці 2, перерахуйте райони Херсонської області, в яких площі засолених земель перевищують 20%. Нанесіть ці райони на карту області, використовуючи сині чорнила.



Карта районів Херсонської області (<https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

3) Використовуючи дані таблиці 2, вкажіть фактори, які спроможні викликати підвищений рівень засолення ґрунтів в означених районах.

Таблиця 2. Засолення ґрунтів Херсонської області.

Найменування району:	Площа с/г земель, га	Частка засолених земель, %	Частка зрошуваних земель, %	Характеристика зрошуваних земель за якісним станом:		Розподіл зрошуваних земель за рівнем залюгання ґрунтових вод, %:				Частка земель, з мінералізацією більше 3 г/л при глибинах менше критичної (3 м), %
				вторинне засолення, %	вторинне осолонцювання, %	0-1,5 м	1,5-3 м	3-5 м	більше 5 м	
Бериславський	143470,3	0,2	16,4	1	0	0,0	1,5	8,9	89,5	0,02
Білозерський	111947,7	0,7	29,1	1	93	2,1	28,7	16,1	52,9	2,5
Великолетиський	86539,5	-	9,4	0	0	0,0	1,2	4,9	93,8	0
Великоолександрівський	142335,3	0,5	3,1	0	11	0,0	0,5	6,1	93,4	0
Верхньорогачицький	7246,7	0,4	5,2	0	0	0,0	0,0	2,0	98,0	0
Високопільський	64520,3	0,7	0,2	66	89	0,0	33,6	32,2	34,3	0
Генчеський	153412,9	28,0	19,0	0	76	9,0	19,3	22,2	49,4	7,3
Голопристанський	129756,4	21,0	26,5	18	65	2,1	56,9	28,8	12,2	2,6
Горностаївський	89552,3	-	22,4	0	0	0,0	0,4	0,9	98,7	0
Іванівський	107942,9	6,0	18,3	4	98	0,1	1,8	3,6	94,5	0,2
Каланчацький	73902,9	43,0	28,3	5	14	11,8	19,8	15,9	52,4	11,5
Каховський	130585,6	0,3	47,6	0	90	0,0	0,0	0,8	99,2	0
Нижньосірогоський	115618,7	-	4,7	0	4	0,0	0,8	2,6	96,7	0
Нововоронцовський	79987,7	-	8,3	0	0	0,1	15,6	27,3	57,1	0
Новотроїцький	183140,0	43,0	39,7	5	89	1,6	7,6	5,2	85,7	2,1
Скадовський	93866,8	23,0	42,3	2	48	12,8	36,3	30,7	20,3	3,8
Цюрупинський	86216,9	6,0	22,7	12	51	0,8	27,9	18,3	53,1	0,05
Чаплинський	138718,0	37,0	37,5	45	90	0,3	2,2	3,8	93,7	0,2

* - за даними Херсонського управління земельних ресурсів (Мальчикова, 2005).

4) Що таке вторинне засолення ґрунтів? Використовуючи дані таблиці 2, перерахуйте райони Херсонської області зі значними площами вторинно-засолених ґрунтів. Поясніть причини розвитку вторинного засолення ґрунтів на означених територіях.

5) Використовуючи дані таблиці 2, визначте, чи має місце в районах Херсонської області кореляція між відсотком засолених земель і часткою зрошувальних земель? Які ще фактори, окрім зрошення, впливають на розвиток засолення ґрунтів?

6) До яких наслідків призводить тривале засолення ґрунтів? Що таке осолонцювання ґрунту? В чому полягають відмінності між первинним і вторинним осолонцюванням ґрунту?

7) Використовуючи дані таблиці 2, перерахуйте райони області, в яких площі вторинно-осолонцюваних ґрунтів перевищують 50% території. Поясніть причини розвитку вторинного осолонцювання ґрунтів на даних територіях.

8) Нанесіть райони зі значним рівнем осолонцювання ґрунтів на карту області, використовуючи червоні чорнила. Порівняйте територіальне розташування районів області з максимальними площами засолених і осолонцюваних земель. Поясніть відмінності.

9) Використовуючи дані таблиці 3, вкажіть як змінилися площі засолених земель в Херсонській області за період з 2003 по 2016 рр.? В чому полягає причина росту площ засолених ґрунтів в Херсонській області в інтервалі 2003 – 2016 рр?

Таблиця 3. Площі засолених земель в Херсонській області, тис. га

Рік:	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2016
Тис. га:	266,0	223,6	346,7	356,7	389,9	389,9	590,6	590,6	599,6	599,6

Контрольні питання:

1. Які ґрунти вважаються засоленими? В чому полягає небезпека засолення ґрунтів?

2. Назвіть причини розвитку засолення ґрунтів. В чому полягають відмінності між первинним та вторинним засоленням ґрунтів?

3. За допомогою яких методів визначають рівень засолення ґрунтів?

4. Що таке осолонцювання ґрунту? Назвіть причини первинного та вторинного осолонцювання ґрунтів.

Література:

Методические рекомендации по исследованию почвы в полевых и лабораторных условиях / Сост. Н.А. Бронских, Э.А. Павлова – Курган, 2014.

«Регіональний звіт про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області» за 2008 р., за 2017 р.

Мальчикова Д.С. Географічні основи кадастру сільськогосподарських земель Півдня України (на матеріалах Херсонської області): Монографія. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2005. – 198 с.

Чорний І.В. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства: Навч. Посібник. – К.: Вища шк. 1995. - 240 с.

Робота № 8

Тема: Визначення природної здатності аквальної екосистеми до самоочищення

Мета роботи: на підставі визначення швидкості течії і температури води оцінити здатність аквальної екосистеми до самоочищення.

Матеріали та реактиви: поплавець, термометр, мірний стакан, ліхтарик і папірець з текстом для визначення рівня прозорості води, папір, рулетка, секундомір, олівець.

Інформація. Природна здатність водотоків до самоочищення зумовлена:
а) механічним розбавленням та виносом забруднюючих речовин за межі аквальної екосистеми; б) руйнуванням забруднюючих речовин під впливом фізичних, хімічних та біологічних чинників; в) ізолюванням забруднюючих речовин на геохімічних та біологічних бар'єрах.

Фактори, які впливають на здатність природних водотоків до механічного самоочищення від забруднюючих речовин: швидкість течії, витрати води водотоком, звивистість русла, наявність механічних перешкод (каміння, водорості), і т.н.

Фактори навколишнього середовища, які впливають на швидкість деградації забруднюючих речовин в природних екосистемах:

- фізичні фактори: високі температури, дія ультрафіолетового та іонізуючого випромінювання і т.н.;

- хімічні фактори: кисень; вуглекислий газ; солі, розчинені у воді; взаємодія забруднюючих речовин між собою і т.н. - здатні приводити до руйнування забруднюючих речовин, що знаходяться у воді;

- біологічні фактори: кислоти і ферменти, що виділяються живими організмами в процесі їх життєдіяльності, також здатні руйнувати забруднюючі речовини.

Біотичний потенціал самоочищення поверхневих водотоків залежить від температури і прозорості води. На рівень прозорості води значною мірою впливає концентрація гумінових і фульвокислот, які надходять до водних об'єктів шляхом виносу з ґрунтів. Концентрація їх пропорційна збільшенню кольоровості води. Тому біотична складова потенціалу самоочищення води (Б) визначається за формулою:

$$B = \frac{A \cdot j}{365}$$

Де: Б - біотична складова потенціалу самоочищення поверхневих вод; А - кількість днів в році з температурою води вище, ніж +14⁰С; j - індекс прозорості води: чим більше реальна кольоровість води, тим нижче індекс прозорості.

*NB! Каламутність, кольоровість дають фульво- і гумінові кислоти, вимиті з ґрунтів, а вони - токсичні для водних мешканців.

Каламутність (кольоровість) води за показниками фотоколориметру:	Індекс прозорості води, j:
0 ⁰ - 30 ⁰	1,0
30 ⁰ - 60 ⁰	0,9
60 ⁰ - 90 ⁰	0,8
90 ⁰ - 120 ⁰	0,7
Вище 120 ⁰	0,6

*NB! Значення показника кольоровості води на території України для більшості водомірних постів коливається в межах від 0° до 30°; значно менше зареєстровано контрольних точок з показниками кольоровості від 30° до 60°; значення кольоровості більші ніж 60° мають лише деякі річки басейну Південного Бугу, Десни та Прип'яті.

Проведені науковцям України розрахунки свідчать про те, що біотичний потенціал поверхневих вод для рівнинних річок України є досить низьким і, в середньому, становить 0,36, а для гірських і малих - ще нижчий. Тому значне антропогенне забруднення річок, особливо малих, створює певні екологічні ризики для живих організмів - мешканців водних об'єктів.

Ці ризики значною мірою залежать від тих гідрологічних характеристик водних об'єктів, які визначають величину розбавлення забруднюючих речовин. Зокрема, одним з найважливіших гідрологічних показників є показник середньої багаторічної витрати води (м³/с). Оскільки різниця витрати води для малих і великих річок є дуже великою, коефіцієнти витрат води визначали шляхом ділення показника витрати води певного водомірного поста на середню його величину для річок України.

Потенціал стійкості (П) або самовідновлення водних об'єктів вираховують шляхом множення показника біотичного потенціалу на коефіцієнт витрати води і, таким чином, отримують показники для картографування стійкості поверхневих вод до забруднення.

$$P = B \cdot Q$$

Де: П - показник потенціалу самоочищення поверхневої водойми; Б - біотична складова потенціалу самоочищення водойми; Q - гідрологічна складова потенціалу самоочищення водойми, яка передбачає облік витрати води рікою або показника інтенсивності водообміну в озері.

Оцінка прозорості води. У воді знаходяться зважені речовини, які зменшують її прозорість. Існують кілька методів визначення прозорості води.

За диском Секкі. Щоб виміряти прозорість річкової води, застосовують диск Секкі діаметром 30 см, який опускають на мотузці у воду, прикріпивши до нього вантаж, щоб диск йшов вертикально вниз. Замість диска Секкі можна застосовувати тарілку, кришку, миску, покладені в сітку. Диск опускається до тих пір, поки його не буде видно. Глибина, на яку ви опустили диск, і буде показником прозорості води.

За хрестом. Знаходять граничну висоту стовпа води, через яку проглядається малюнок чорного хреста на білому тлі з товщиною ліній, яка

дорівнює 1 мм, і чотирьох чорних кружечків діаметром рівним 1 мм. Висота циліндра, в якому проводиться визначення, повинна бути не менше 35 см. На дні його розташовується порцелянова пластинка з хрестом. Нижня частина циліндра повинна бути освітлена лампою в 300 Вт.

За шрифтом. Під циліндр висотою 60 см і діаметром 3-3,5 см підкладають стандартний шрифт на відстані 4 см від дна, пробу води, яка досліджується, наливають в циліндр, так щоб можна було прочитати шрифт, і визначають граничну висоту стовпа води. Метод кількісного визначення прозорості заснований на визначенні висоти водяного стовпа, при якій ще можна візуально розрізнити (прочитати) чорний шрифт висотою 3,5 мм і шириною лінії 0,35 мм на білому фоні або побачити юстувальну мітку (наприклад, чорний хрест на білому папері). Визначення проводять в добре освітленому приміщенні на відстані 1 м від вікна, не на прямому світлі. Прозорість води виражається в сантиметрах висоти стовпа з точністю до 0,5 см. Шрифт використовується стандартний (ДУСТ 3351-46). Прозорість питної води повинна бути не менше 30 см, а води плавальних басейнів - 20 см. Метод є уніфікованим і відповідає ІСО 7027 (цитовано за <http://tehtab.ru/Guide/GuideMedias/GuideWater/WaterTransparencyAndOther/>).

Поплавцевий метод визначення швидкості течії водотоку. Для вимірювання швидкості течії річки використовується поплавцевий метод із застосуванням поверхневих, глибинних та інтеграційних поплавців.

В якості поверхневих поплавців використовують: а) дерев'яні кола діаметром 10 - 20 см, товщиною 3 - 5 см, виготовлені зі спиля дерева; б) поплавці-хрестовини; в) поплавці-пляшки, заповнені на 1/3 водою або піском, і міцно закриті кришкою і т.н. (див. рис). Швидкість поверхневої течії річки є різною біля берегів, в центрі річки і т.н. Тому, швидкість поверхневої течії визначають по всій ширині річки. Кількість поплавців залежить від ширини річки, яка досліджується. Для малої річки досить 4-5 штук.

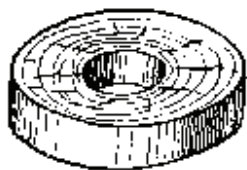


Рис. 71. Поплавок-кружок

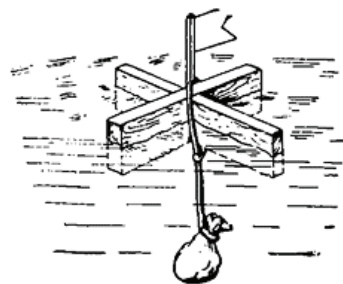


Рис. 72. Поплавок-крестовина

Типи поплавців для вимірювання швидкості поверхневої течії водотоку (цитовано за <http://www.conatem.ru/geodeziya/opredelenie-skorostej-techeniya-pri-pomoshhi-poplavkov-geodeziya.html>).

Швидкість поверхневої течії дорівнює: $V = L / t$.

Де: V – швидкість поверхневої течії; L – відстань між створами; t – час проходження поплавця між створами.

Описаний вище метод дозволяє визначити поверхневу швидкість течії. Однак для подальших обчислень часто потрібно знати швидкості середні. Перехід до середніх швидкостей, які зазвичай менше поверхневих, може бути здійснений за допомогою поправочного коефіцієнта K , який або спеціально визначається для певного місця на річці, або застосовується приблизно рівним $K = 0,80-0,85$. У підсумку середню швидкість знаходять так: $U'_{cp} = U'_{пов} \cdot K$ (цитовано за <https://studfiles.net/preview/5663934/page:5/>).

Хід роботи:

1. Використовуючи поплавцевий метод визначте швидкість поверхневої течії річки на ділянці дослідження. Отримані дані занесіть до таблиці.

Таблиця. Швидкість поверхневої течії річки на ділянці дослідження.

Кількість замірів:	Показники секундоміра:		Різниця показників:	Довжина ділянки річки:	Швидкість течії:
	початкові	кінцеві			
1					
2					
3					
4					
5					

2. На підставі отриманих даних розрахуйте середні значення швидкості поверхневої течії на ділянці дослідження і похибку середніх значень.

3. Розрахуйте час приходу плями від розливу нафтопродуктів, якщо відстань від портової зони до зони відпочинку населення становить 2 км.

4. Розрахуйте швидкість деградації нафтопродуктів в плямі забруднення, виходячи з того, що швидкість деструкції вуглеводнів нафти мікроорганізмами в даних кліматичних умовах становить 2 мг/м² за добу, і швидкість фотохімічного розкладання в даних кліматичних умовах - також становить приблизно 2 мг/м² за добу.

5. Проведіть заміри температури поверхневого шару води на ділянці дослідження. Процес біотичного самоочищення аквальних екосистем в наслідок діяльності мікроорганізмів значною мірою зумовлений температурним режимом акваторії. Експериментальні дослідження показали, що при зниженні температури води від +20°C до +16°C процес самоочищення уповільнюється приблизно на 20%. Використовуючи дані місцевого гідрологічного поста дослідження, порівняйте температуру поверхневого шару води на ділянці дослідження протягом року. Розрахуйте, на скільки відсотків зменшується здатність річки до біотичного самоочищення в зоні дослідження протягом року.

6. Дайте візуальну бальну оцінку рівня прозорості річкової води в зоні дослідження, використовуючи модифікований метод за шрифтом Снеллена.

Таблиця. Характеристика води за прозорістю (каламутністю) (цитовано з модифікаціями за <http://vodeco.ru/general-water/osnovnie-pokazateli.html>).

Прозорість води:	Висота стовпа води, при якій можна розрізнити шрифт Снеллена, см:	Запропонована бальна оцінка рівня прозорості води, бали:
Прозора	Більше 30 см	5
Малокаламутна	25 - 30 см	4
Середньої каламутності	20 - 25 см	3
Каламутна	10 - 20 см	2
Дуже каламутная	Менше 10 см	1

Зменшення рівня прозорості води на кожний бал супроводжується зниженням здатності аквальної екосистеми до біотичного самоочищення на 20%. Розрахуйте швидкість деградації нафтопродуктів в зоні розливу плями з урахуванням прозорості води в зоні дослідження.

Контрольні питання:

1. Перерахуйте шляхи самоочищення аквальних екосистем.
2. Від яких факторів залежить здатність аквальної екосистеми до самоочищення?
3. Опишіть методи оцінки прозорості води.
4. Охарактеризуйте здатність аквальної екосистеми в зоні дослідження до самоочищення.

Література:

Барановський В.А., Шищенко П.Г. Стійкість природного середовища. – К.: 2002. – 35 с.

Калинин А.И., Семкович М.Я., Яковлев А.В. Процессы природного самоочищения воды и их моделирование. <http://shungit.in.ua/index.php/isl/38-ochish.html>.

Частина II. Визначення здатності річки на ділянці дослідження до механічного самоочищення (цитовано за Микитюк и др., 2007).

Мета роботи: визначити здатність річки на ділянці дослідження до механічного самоочищення шляхом розрахунку відстані від джерела скидання стічних вод до місця повного змішування стічних вод з річковими водами.

Матеріали та обладнання: карта річки в регіоні дослідження, курвіметр, калькулятор, гідрологічні параметри річки в регіоні дослідження.

Інформація. Сьогодні значний вплив на якість поверхневих вод має антропогенна діяльність, яка проявляється в інтенсивному розвитку промисловості, енергетики, сільського і комунального господарства, транспорту. Скидання стічних вод в річки призводить до їх забруднення. При цьому

характер і інтенсивність впливу стічних вод на водотоки є неоднаковими на різному віддаленні від місця скидання.

Досить точним методом для визначення місця (створу) практично повного змішування річкових і стічних вод на малих і середніх річках є експрес-метод М.А. Безцінної (див. Кондюрина, 1998), який рекомендується використовувати при розрахунках. За цим методом відстань до створу практично повного змішування річкових і стічних вод ($l_{см}$) визначають за формулою:

$$l_{см} = 1,27 \frac{B_{ср}}{\varphi} \sqrt{\frac{W}{H}} + \sum l_{ос}, \quad (1)$$

Де: $l_{см}$ – відстань до створу практично повного змішування річкових і стічних вод, м; $B_{ср}$ – середня ширина річки, м; φ – параметр, що характеризує звивистість русла річки; $\sum l_{ос}$ – сумарна протяжність островів в руслі річки на ділянці змішування річкових і стічних вод, м.

Параметр H знаходять за формулою:

$$H = \frac{H_{ср}}{B_{ср}}, \quad (2)$$

Де: $H_{ср}$ – середня глибина річки, м.

Параметр W визначають за формулою:

$$W = \frac{M \cdot C}{g}, \quad (3)$$

Де: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; C – коефіцієнт Шезі; $M = 0,7 \cdot C + 6$.

Коефіцієнт Шезі визначають за такою формулою:

$$C = \frac{V_{ср}}{\sqrt{H_{ср} \cdot i}}, \quad (4)$$

Де: $V_{ср}$ – середня швидкість потоку, м/с; i – гідравлічний ухил водної поверхні, ‰.

Звивистість русла річки знаходять за формулою:

$$\varphi = \frac{\ell_{\text{ф}}}{\ell_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

Де: $\ell_{\text{ф}}$ – довжина ділянки річки, виміряна по фарватеру, м; $\ell_{\text{пр}}$ – довжина цієї ж ділянки, виміряна по прямій, м.

Хід роботи

1. На ділянці дослідження річки визначте розрахунковим методом відстань від місця скидання стічних вод до місця повного змішування стічних вод з водами річки, використовуючи формули 1-5, наведені в підрозділі «Інформація».

2. Виходячи з об'єктів, розташованих вздовж ділянки річки, яка досліджується, зробіть припущення щодо екологічної безпеки розташування об'єктів відносно місця скидання стічних вод.

Контрольні питання:

1. Як Ви розумієте термін «механічне самоочищення водного об'єкту»?
2. Як визначити здатність річки на ділянці дослідження до механічного самоочищення?
3. Які ще дані необхідні для висновку про безпеку розташування об'єктів вздовж ділянки річки, окрім отриманої Вами інформації щодо місця повного змішування стічних вод і вод річки?

Література:

Кондюрина Т.А. Мелиорация и охрана поверхностных вод. Новочеркасск, 1998. – 184 с.

Микитюк А.В., Шугай П.Ю., Полторак Я.А. Методические указания. - Краснодар: КГАУ, 2007 г.- 44 с.

Робота № 9

Тема: Дослідження вмісту кисню у природних водоймах. Евтрофікація поверхневих водойм і оцінка рівня їх сапробності.

Мета роботи: дослідити вміст розчинного кисню у воді природних водойм і визначити фактори, які впливають на евтрофікацію водойм в регіоні дослідження.

Матеріали і обладнання: стакани для відбору проб води, оксиметр, лупи, визначники водоростей і тварин, ємності для відбору проб води і донних відкладень для проведення лабораторного мікроскопічного визначення видової приналежності організмів-індикаторів, олівці, папір, фотоапарати.

Інформація. Кисень, розчинений у воді, є необхідним для існування водних організмів. Зниження вмісту кисню у воді призводить до загибелі риби та інших мешканців водойм. До води кисень потрапляє з атмосферного повітря і внаслідок процесів фотосинтезу у аквальних організмів. Проникненню кисню у воду з атмосфери сприяють фактори, які посилюють перемішування шарів води: течії, вітер, атмосферні опади, різкі зміни температури та ін. Зниження вмісту кисню у воді природних водойм спостерігається: а) взимку, при формуванні на поверхні води криги, яка перешкоджає потраплянню кисню з атмосфери у воду і викликає загибель риби; б) влітку, при значному підвищенні температури навколишнього середовища розчинність кисню у воді різко зменшується, що призводить до літніх заморів риби; в) при гіперрозмноженні водних фотосинтезуючих бактерій та водоростей, яке відбувається як внаслідок природних циклів коливання кількості означених організмів, так і через надлишкове надходження до водойми біогенних хімічних елементів: калію, азоту, фосфору, які входять до складу добрив і під час дощів змиваються з сільськогосподарських полів у водойми, а також фосфатів, які є складовою багатьох поверхнево-активних миючих засобів, і т.н. Значне забруднення природних водойм речовинами різного походження також призводить до зниження кількості водорозчинного кисню у воді, оскільки кисень витрачається на окислення цих речовин.

Таблиця 1. Норми вмісту розчиненого кисню у водоймах різного призначення

Показник	Період року	Призначення водовикористання			
		господарсько-питне	комунально-побутове	рибогосподарське вища та перша категорія	друга категорія
Розчинений кисень, не менше:	Зимовий	4 мг/л		6 мг/л	4 мг/л
	Літній			6 мг/л	

Визначають концентрацію розчиненого кисню у водоймах за допомогою оксиметрів. Наприклад, оксиметр Ezodo 7031 дає змогу одночасно вимірювати

концентрацію розчиненого кисню і температуру води. Прилад має функцію автокомпенсації температури (за <https://simvolt.ua/vimryuvannya-koncentrac-rozchinenogo-kisnyu-u-vodoymah-ua.html>).



Для вимірювання розчиненого кисню у воді можна застосовувати портативний оксиметр Ezodo 7031. Діапазон вимірювання 0,0-20,0 мг/л (ppm), точність вимірювання $\pm 0,2+1$ поділка, роздільна здатність 0,01 мг/л, автоматична компенсація температури 0-50 °С. Вміст кисню у воді повинен становити від 5 мг/л (вранці) та 8-10 мг/л (увечері). При менших значеннях у риб починається кисневе голодування (за <https://simvolt.ua/yak-viznachiti-rn-vmst-kisnyu-ta-hloru-v-akvarumny-vod-ua.html>).

Евтрофікація – це збагачення водойм біогенними елементами, яке супроводжується підвищенням продуктивності водойми. Евтрофікація може бути наслідком природного старіння водойми, потрапляння до води добрив або забруднення стічними водами. За рівнем евтрофікації водойми поділяються на: оліготрофні (слабко евтрофіковані), мезотрофні (середньо евтрофіковані), евтрофні (сильно евтрофіковані). Іноді виділяють гіперевтрофні (над-сильно евтрофіковані) водойми - такі, де евтрофікація спричинює масове відмирання біоти та різку зміну параметрів екосистеми. Для евтрофних водойм характерні багаті та різноманітні літоральна та субліторальна рослинність, велика кількість планктону. Надлишкова евтрофікація може призводити до вибухового розвитку одноклітинних водоростей («цвітіння води»), дефіциту кисню та, як наслідок, загибелі вищої рослинності, риб та інших тварин (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Сапробність – це здатність водних організмів жити у воді, яка містить різну кількість органічних речовин. За ступенем органічного забруднення водоймища прийнято поділяти на полі-, мезо- та олігосапробні, а організми, що в них проживають, відповідно називати полі-, мезо- або олігосапробами. Кожне з таких водоймищ має перелічені нижче ознаки.

1) Полісапробні - у воді практично немає кисню; багато нерозкладених білкових речовин; значна кількість сірководню та вуглекислого газу.

2) Мезосапробні - вода не містить нерозкладених білкових речовин; у ній дуже мало сірководню та вуглекислого газу, але досить помітна концентрація кисню; у воді присутні слабко окислені азотисті сполуки - аміак, аміно- та амідокислоти.

3) Олігосапробні - вода не містить сірководню; у ній мало вуглекислого газу; кількість кисню наближається до нормальної; вкрай мало нерозкладених розчинених органічних речовин (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Системи сапробності за Р. Колквітцем - М. Марсоном (цитовано за <http://scibook.net/pischevaya-promyishlennost-knigi/klassifikatsiya-vodoemov-stepeni-24660.html>). У 1909 р Р. Колквітц і М. Марсон розробили класифікацію ступеня забрудненості водойм за видам рослин і тварин, які в них мешкають. Забруднюючі речовини, які потрапляють до водойми, в результаті здатності водойм до самоочищення - поступово руйнуються. Процес цей тривалий і зона забруднення в річці може охоплювати десятки і сотні кілометрів. Розмір зони залежить від співвідношення обсягу стічних і річкових вод, від концентрації і якості забруднюючих речовин, від швидкості течії і інших причин. Залежно від того, наскільки сильно забруднена вода, водойми і їх окремі ділянки поділяються на такі зони: полісапробну (найбільш забруднену), альфа-мезосапробну, бета-мезосапробну, олігосапробну (найбільш чисту). При забрудненні водойми в ній змінюються фізико-хімічні умови. При цьому одні форми гідробіонтів гинуть, інші отримують переваги для свого розвитку, і в результаті на забрудненій ділянці відбувається зміна біоценозу.

Полісапробна зона характеризується значним вмістом у воді нестійких органічних речовин і продуктів їх анаеробного розпаду. Фотосинтез відсутній. Кисень може надходити в воду тільки за рахунок атмосферної реаерації, і оскільки він повністю витрачається на окислення забруднюючих речовин в поверхневих шарах водойми, то в воді він практично не виявляється. Вода містить метан і сірководень. Донні мули мають чорне забарвлення і запах сірководню. У цій зоні масово розвиваються організми з гетеротрофним типом харчування: різні бактерії, в тому числі нитчасті бактерії (*Sphaerotilus*), сірчані бактерії (*Beggiatoa*, *Thiothris*), бактеріальні зооглеї (*Zoogloea ramigera*), з найпростіших - інфузорії, безбарвні жгутикові (див. рис.).

Альфа-мезосапробна зона. У цій зоні починається аеробний розпад органічних речовин з утворенням аміаку, міститься багато вільної вуглекислоти, кисень присутній в малих кількостях. Метан і сірководень відсутні. Кількість забруднюючих речовин, яка визначається за показником БСК (біологічного споживання кисню), все ще дуже висока: десятки міліграмів на літр. У воді і донних відкладеннях протікають окислювально-відновні процеси; донні мули сіруватого забарвлення. В альфа-мезосапробній зоні розвиваються організми зі значною витривалістю до нестачі кисню і високого вмісту вуглекислоти. Переважають організми з гетеротрофним і міксотрофним типами харчування. Окремі організми мають масовий розвиток: бактеріальні зооглеї, нитчасті бактерії, гриби, з водоростей - осциляторії, стігеоклоніум. Серед найпростіших - багато сидячих інфузорій (*Carchesium*), а також - забарвлених і безбарвних джгутикових (див. рис.), серед тварин зустрічаються коловертки (*Brachionus*). У мулах присутня значна кількість тубіфіцид і личинок хірономід.

Бета-мезосапробна зона відзначається в водоймах, майже вільних від нестійких органічних речовин, які повністю розкладаються до окислених продуктів (повна мінералізація). У денні години вміст кисню в воді доходить до пересичення, а вуглекислота може повністю зникати, в нічні години спостерігається дефіцит кисню у воді. У мулі багато детриту, інтенсивно протікають окислювальні процеси, мул жовтого забарвлення. У цій зоні

відзначається велика різноманітність тварин і рослинних організмів. Масово розвиваються організми з автотрофним типом харчування, спостерігається «цвітіння» води в результаті розвитку фітопланктону. У обростаннях звичайні зелені нитчатки і епіфітні діатомеї; в мулі - черви, личинки хірономід, моллюски (див. рис.).

Олігосапробна зона характеризує практично чисті водойми з незначним вмістом нестійких органічних речовин і невеликою кількістю продуктів їх мінералізації. Вміст кисню і вуглекислоти не зазнає помітних коливань в денні та нічні години доби. «Цвітіння» води, як правило, не спостерігається. У донних відкладеннях міститься мало детриту, мало автотрофних мікроорганізмів і бентосних тварин (хробаків, личинок хірономід і моллюсків). Показниками чистоти води в цій зоні служать деякі червоні водорості (*Thorea*, *Batrachospermum*) і водні мохи (див. рис.).

*NB! Судити про ступінь забруднення вод можна лише за ценозами, характерними для тієї чи іншої зони сапробності, а не за окремими, навіть індикаторними організмами. Окремі індикаторні організми, взяті ізольовано, не можуть досить точно охарактеризувати ступінь забруднення вод.

Таблиця. Види-індикатори зон сапробності (за <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content244/Content244.htm>).

Зона сапробності:	Індикаторні види організмів:
Полісапробна зона	Багато нитчастих бактерій (<i>Sphaerotilus</i>), сіркових бактерій (<i>Beggiatoa</i> , <i>Thiothris</i>), бактеріальних зооглеїв (<i>Zoogloea ramigera</i>), найпростіші - інфузорії (<i>Paramecium putrinum</i> , <i>Vorticella putrina</i>), безбарвні джгутикові, олігохети <i>Tubifex tubifex</i> , водорість <i>Polytoma uvella</i> .
Альфа-мезосапробна зона	Масово розвиваються: бактеріальні зооглеї, нитчасті бактерії, гриби, з водоростей – осцилаторії, стигеоклоніум, хламідомонас, евглена; багато сидячих інфузорій (<i>Carchesium</i>), коловертки (<i>Brachionus</i>), багато забарвлених і безбарвних джгутикових. У мулі багато тубіфіцид (олігохети) і личинок хірономід.
Бетта-мезосапробна зона	Діатомові водорості <i>Melosira varians</i> , <i>Diatoma</i> , <i>Navicula</i> ; зелені водорості <i>Cosmarium</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Spirogira crassa</i> , <i>Cladophora</i> ; протококкові водорості. Вперше з'являється роголистник <i>Ceratophyllum demersum</i> . Багато кореніжок, соняшників, черв'яків, моллюсків, личинок хірономід, з'являються мохуватки. Зустрічаються ракоподібні і риби.
Олігосапробна зона	Водорості <i>Melosira itallica</i> , <i>Draparnaldia glomerata</i> і <i>Draparnaldia plumosa</i> ; коловертки <i>Notholka longispina</i> , гіллястовусі раки <i>Daphnia longispina</i> і <i>Bythotrephes longimanus</i> ; личинки одноденок, веснянок, риби - стерлядь, гольян, форель.

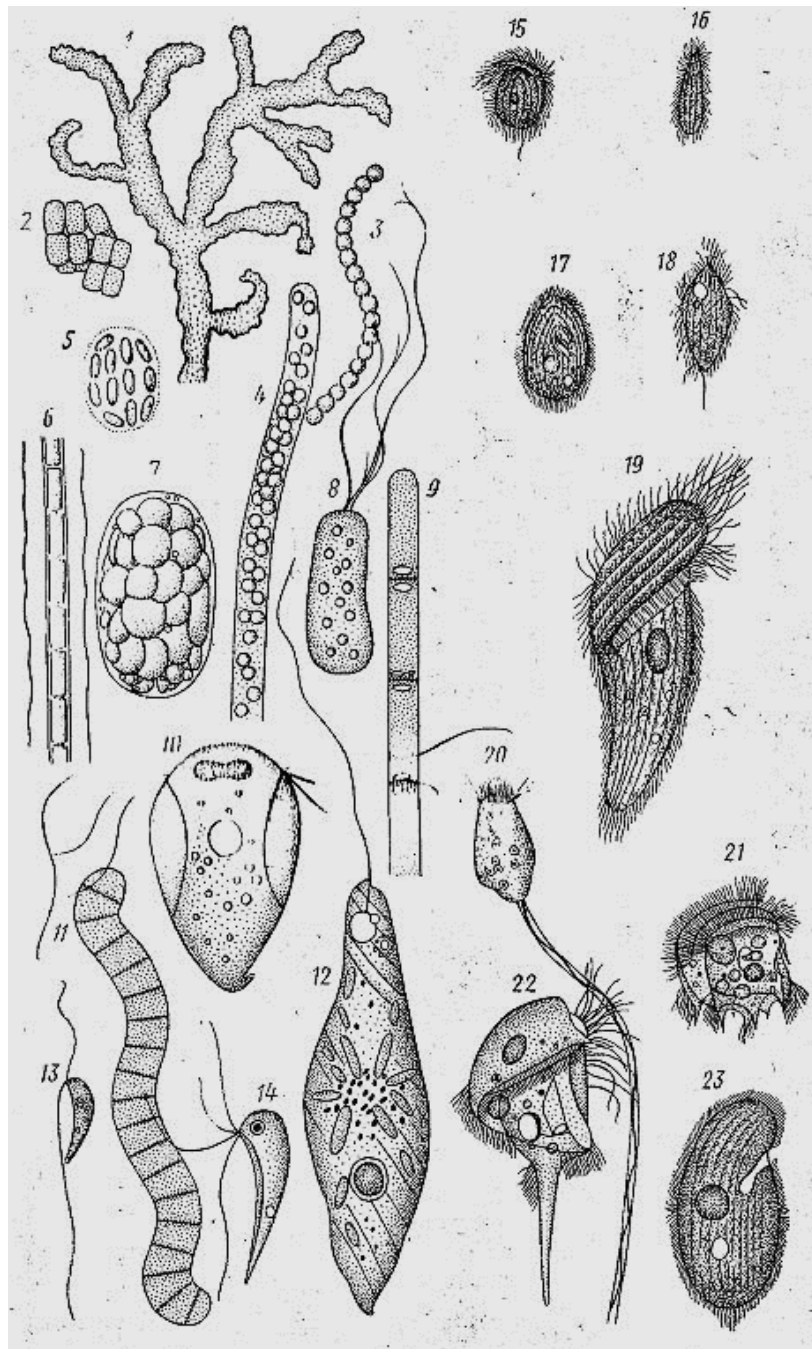


Рис. 62. Организмы полисапробной зоны (Liebmann, 1963):

1 — *Zoogloea ramigera*, 2 — *Sarcina paludosa*, 3 — *Streptococcus margaritaceus*, 4 — *Beggiatoa alba*, 5 — *Chlorobacterium aggregatum*, 6 — *Sphaerotilus natans*, 7 — *Achromatium oxaliferum*, 8 — *Chromatium okenii*, 9 — *Oscillatoria putrida*, 10 — *Trigonomonas compressa*, 11 — *Spirulina Jenneri*, 12 — *Euglena viridis*, 13 — *Bodo putrinus*, 14 — *Tetramitus pyriformis*, 15 — *Hexotricha caudata*, 16 — *Enchelys vermicularis*, 17 — *Glaucoma scintillans*, 18 — *Trimyema compressa*, 19 — *Metopus*, 20 — *Vorticella microstoma*, 21 — *Saprodinium dentatum*, 22 — *Caenomorpha medusula*, 23 — *Colpidium colpoda*.

Організми – мешканці полісапробної зони: 1–11 – нитчасті бактерії; 12–14 – джгутикові; 15–23 – інфузорії. Де: 1 – *Zoogloea ramigera*, 2 – *Sarcina paludosa*, 3 – *Streptococcus margaritaceus*, 4 – *Beggiatoa alba*, 5 – *Chlorobacterium aggregatum*, 6 – *Sphaerotilus natans*, 7 – *Achromatium oxaliferum*, 8 – *Chromatium okenii*, 9 – *Oscillatoria putrida*, 10 – *Trigonomonas compressa*, 11 – *Spirulina Jenneri*, 12 – *Euglena viridis*, 13 – *Bodo putrinus*, 14 – *Tetramitus pyriformis*, 15 – *Hexotricha caudate*, 16 – *Enchelys vermicularis*, 17 – *Glaucoma scintillans*, 18 – *Trimyema compressa*, 19 – *Metopus*, 20 – *Vorticella microstoma*, 21 – *Saprodinium dentatum*, 22 – *Caenomorpha medusula*, 23 – *Colpidium colpoda* (за Liebmann, 1963; <https://studfiles.net/preview/3016364/page:6/>).

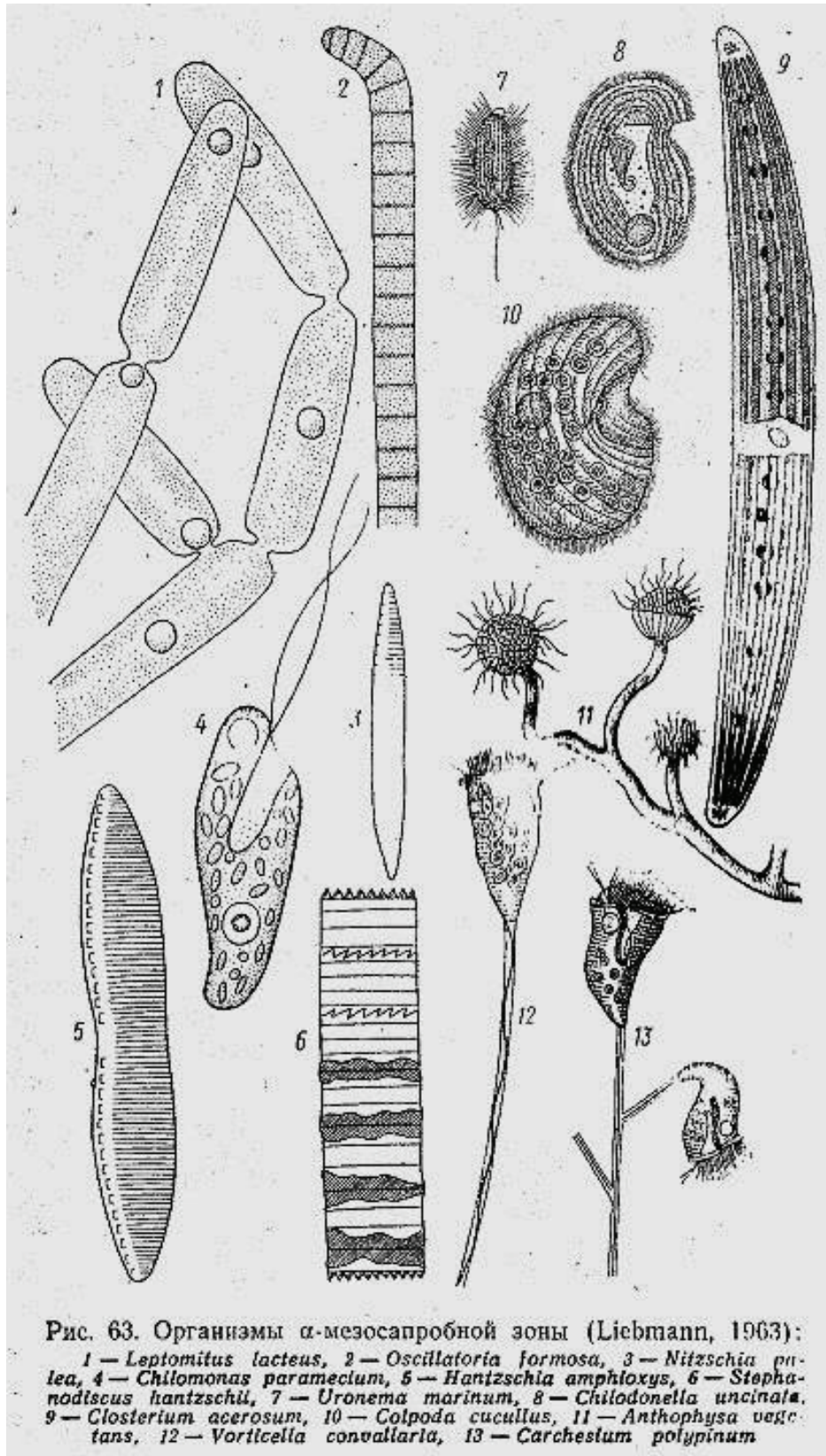


Рис. 63. Організми α -мезосапробної зони (Liebmann, 1963):

1 – *Leptomitilus lacteus*, 2 – *Oscillatoria formosa*, 3 – *Nitzschia palea*, 4 – *Chilomonas paramecium*, 5 – *Hantzschia amphioxys*, 6 – *Stephanodiscus hantzschii*, 7 – *Uronema marinum*, 8 – *Chilodonella uncinata*, 9 – *Closterium acerosum*, 10 – *Colpoda cucullus*, 11 – *Anthophysa vegetans*, 12 – *Vorticella convallaria*, 13 – *Carchesium polypinum*

Організми – мешканці альфа-мезосапробної зони: 1–3 – бактерії; 4 – одноклітинна водорість; 5–6 – багатоклітинні водорості; 7–13 – інфузорії. Де: 1 – *Leptomilus lacteus*, 2 – *Oscillatoria formosa*, 3 – *Nitzschia palea*, 4 – *Chilomonas paramecium*, 5 – *Hantzschia amphioxys*, 6 – *Stephanodiscus hantzschii*, 7 – *Uronema marinum*, 8 – *Chilodonella uncinata*, 9 – *Closterium acerosum*, 10 – *Colpoda cucullus*, 11 – *Anthophysa vegetans*, 12 – *Vorticella convallaria*, 13 – *Carchesium polypinum* (за Liebmann, 1963; <https://studfiles.net/preview/3016364/page:6/>).

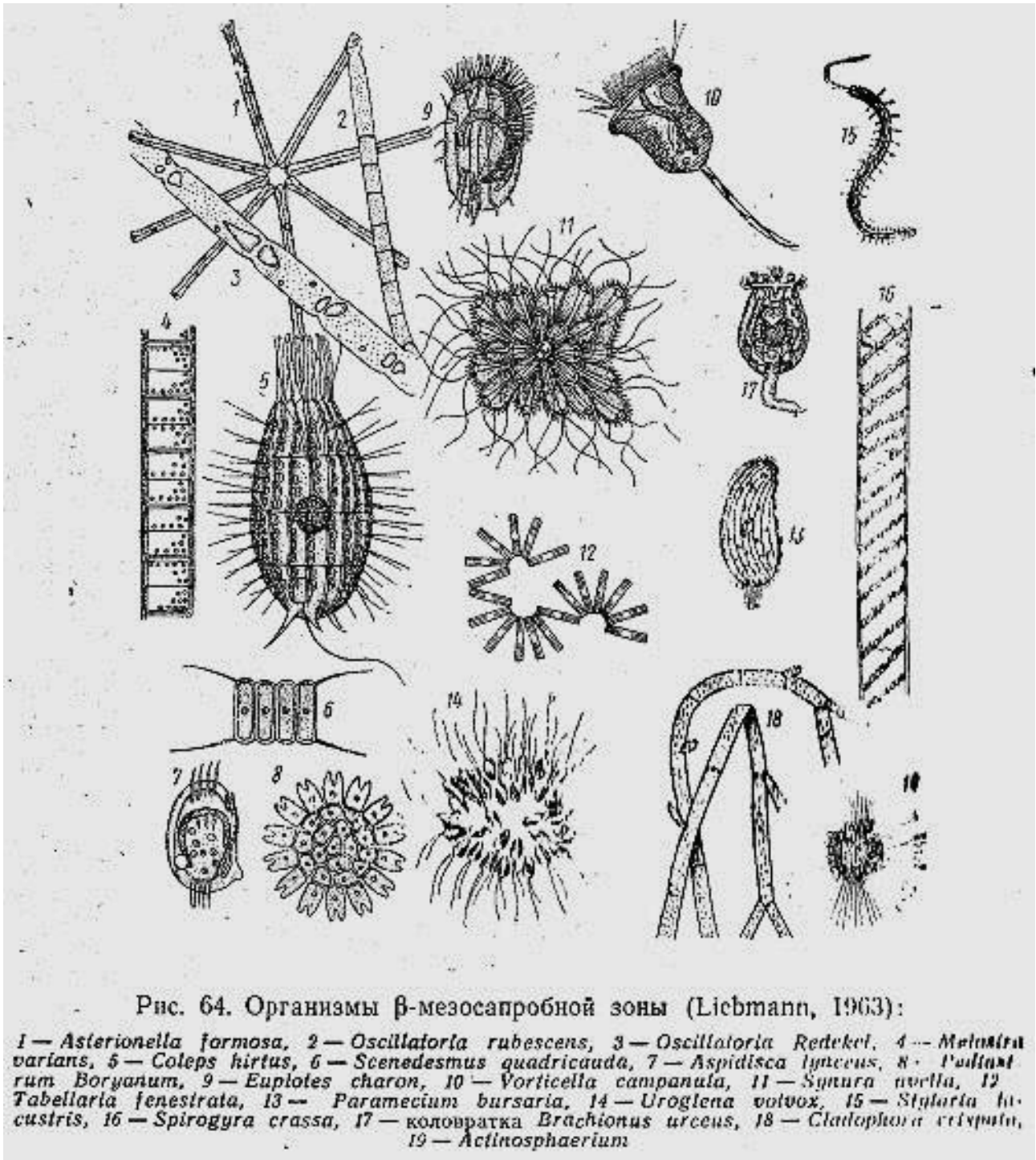


Рис. 64. Організми β -мезосапробної зони (Liebmann, 1963):

1 — *Asterionella formosa*, 2 — *Oscillatoria rubescens*, 3 — *Oscillatoria Redekei*, 4 — *Melantra varians*, 5 — *Coleps kirtus*, 6 — *Scenedesmus quadricauda*, 7 — *Aspidisca lynceus*, 8 — *Peltanirum Boryanum*, 9 — *Euplotes charon*, 10 — *Vorticella campanula*, 11 — *Synura uvella*, 12 — *Tabellaria fenestrata*, 13 — *Paramecium bursaria*, 14 — *Uroglena volvox*, 15 — *Stylaria lacustris*, 16 — *Spirogyra crassa*, 17 — коловратка *Brachionus urceus*, 18 — *Cladophora reispata*, 19 — *Actinosphaerium*

Організми – мешканці бетта-мезосапробної зони: 1–3 – нитчасті бактерії; 4 – зелені водорості; 5–6 – водорості; 7–8 – джгутикові; 9–10 – інфузорії; 11–12 – водорості; 15 – кільчасті черви; 18–19 – гриби. Де: 1 — *Asterionella formosa*, 2 — *Oscillatoria rubescens*, 3 — *Oscillatoria Redekei*, 4 — *Melantra varians*, 5 — *Coleps kirtus*, 6 — *Scenedesmus quadricauda*, 7 — *Aspidisca lynceus*, 8 — *Peltanirum Boryanum*, 9 — *Euplotes charon*, 10 — *Vorticella campanula*, 11 — *Synura uvella*, 12 — *Tabellaria fenestrata*, 13 — *Paramecium bursaria*, 14 — *Uroglena volvox*, 15 — *Stylaria lacustris*, 16 — *Spirogyra crassa*, 17 — коловратка *Brachionus urceus*, 18 — *Cladophora reispata*, 19 — *Actinosphaerium* (за Liebmann, 1963; <https://studfiles.net/preview/3016364/page:6/>).

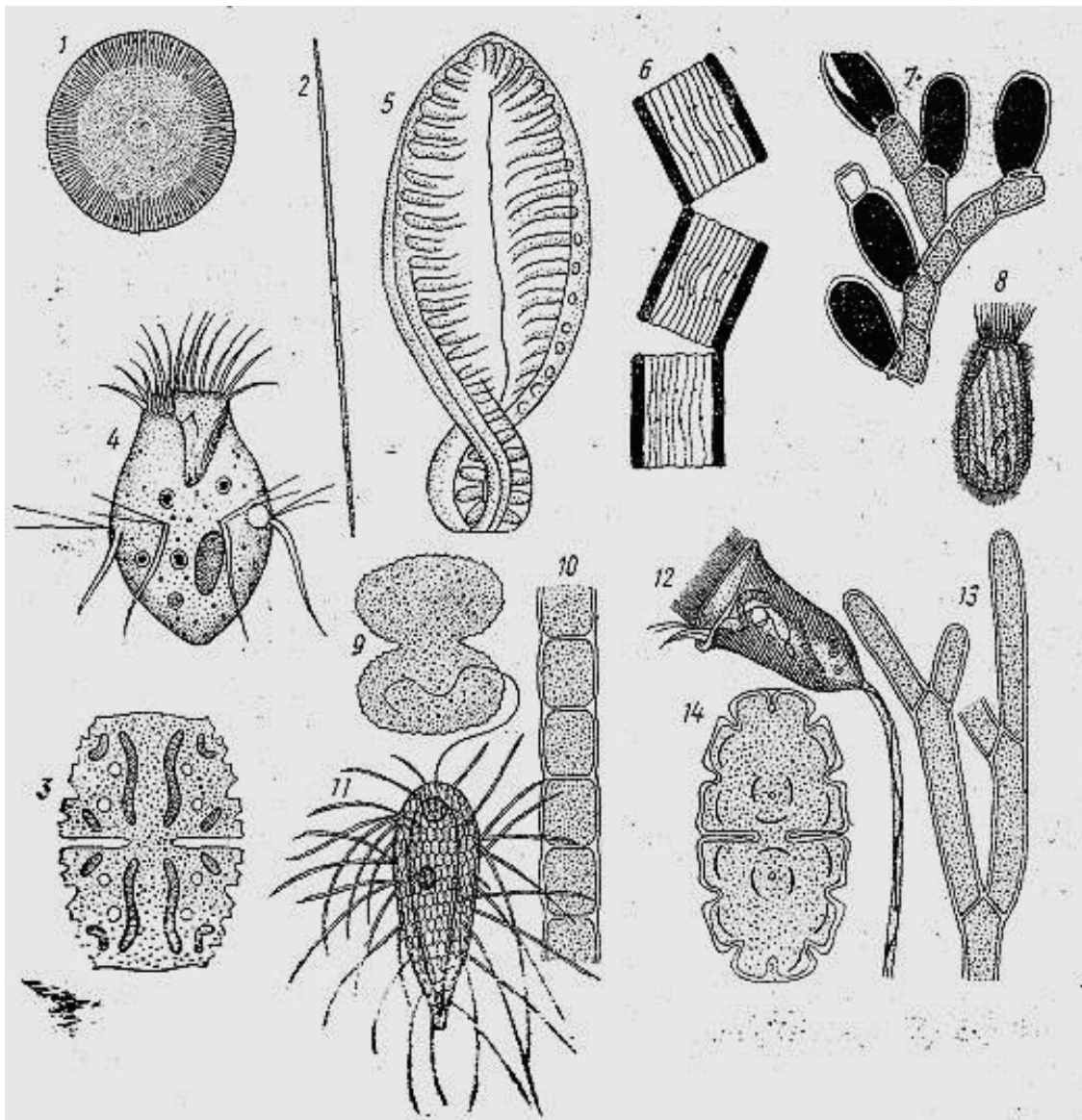


Рис. 65. Організми олигосапробної зони (Liebmann, 1963):

1 – *Cyclotella bodanica*, 2 – *Synedra acus* var. *angustissima*, 3 – *Micrasterias truncata*, 4 – *Fulteria cirrifera*, 5 – *Surirella spiralis*, 6 – *Tabellaria flocculosa*, 7 – *Bulbochaete mirabilis*, 8 – *Strombidinopsis gyrans*, 9 – *Staurastrum punctulatum*, 10 – *Ulothrix zonata*, 11 – *Hallomonas caudata*, 12 – *Vorticella nebulifera* var. *similis*, 13 – *Cladophora glomerata*, 14 – *Surirella spiralis*.

Організми - мешканці олигосапробної зони: 1,2,3,6,10,13,14 – водорості; 4,8,12 – інфузорії; 7 – кишковопрожнинні; 11 – личинка. Де: 1 – *Cyclotella bodanica*, 2 – *Synedra acus* var. *angustissima*, 3 – *Micrasterias truncata*, 4 – *Fulteria cirrifera*, 5 – *Surirella spiralis*, 6 – *Tabellaria flocculosa*, 7 – *Bulbochaete mirabilis*, 8 – *Strombidinopsis gyrans*, 9 – *Staurastrum punctulatum*, 10 – *Ulothrix zonata*, 11 – *Hallomonas caudata*, 12 – *Vorticella nebulifera* var. *similis*, 13 – *Cladophora glomerata* (за Liebmann, 1963; <https://studfiles.net/preview/3016364/page:6/>).

Індекс сапробності по Р. Пантле і Г. Букку (за <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content244/Content244.htm>).

Для кількісної оцінки здатності гідробіонтів жити в воді з тим чи іншим вмістом органічних речовин було введено умовне чисельне значення - індикаторна значимість s_i (індивідуальний індекс сапробності i -го виду). Пантле Р. і Букк Г., грунтуючись на списках показових за сапробністю видів, запропонували замінити грецький термін на відповідне число: $s_i = \{1$ для олигосапробів, 2 для β -мезосапробів, 3 для α -мезосапробів, 4 для полісапробів}.

Тоді для кожної довільної гідробіологічної проби з усіх видів, що зустрічаються в довідниках, можна обчислити середньозважений індекс сапробності, що характеризує ступінь забруднення в точці вимірювання:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N (s_i \cdot h_i)}{\sum_{i=1}^N h_i}$$

Де: N - число обраних видів-індикаторів; h_i - відносна чисельність i -го виду.

Зона сапробності для біоценозу оцінюється по S так само, як s_i - числом від 1 до 4 з округленням до найближчого значення. Для статистичної достовірності результатів необхідно, щоб в пробі містилося не менше дванадцяти індикаторних організмів із загальним числом особин не менше тридцяти.

Таблиця. Значення індексів сапробності для водойм з різним ступенем сапробності (за <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content244/Content244.htm>).

Ступінь сапробності:	Індекс сапробності:
Олігосапробність	0,51 – 1,5
β -Мезосапробність	1,51 – 2,5
α -Мезосапробність	2,51 – 3,5
Полісапробність	3,51 – 4,5

Дані по Херсонській області за 2009 - 2014 рр. Антропогенне втручання в гідрологічний режим Дніпра значною мірою відобразилося на екологічному стані всього пониззя. Об'єм водного стоку за останні десятиріччя знаходився в межах 42,1-42,5 км³ за рік, що на 20 % нижче того, який спостерігався до впровадження гідротехнічних заходів в басейні Дніпра. Сезонні та короткочасні регулювання стоку греблею Каховської ГЕС спричинили незворотні процеси в рівневому та термічному режимах, швидкості течій у водотоках та водоймах даної ділянки. В гідрографічній мережі посилюються процеси евтрофікації та відмирання малих водотоків і заплавної водойми. Такі процеси пов'язані переважно з погіршенням водообміну та замуленням водних об'єктів («Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області» за 2016 р).

За даними на 2009 р за структурно-функціональними показниками фітопланктону та згідно сапробіологічної складової: 1) якість води в основному

руслі Дніпра між греблею Каховської ГЕС і с. Антонівка та в рукаві Конка відносилася до β -мезосапробної зони забруднення; 2) в основному руслі Дніпра, що прилегає до м. Херсон та в рукавах Рвач, Бакай, Кошова якість води відносилася до β -мезосапробної зони забруднення; 3) якість води в р. Віршовчина відносилася до β -мезосапробної зони з тенденцією переходу до α -мезосапробної зони; 4) на ділянках Дніпра вище м. Херсону сапробіологічна ситуація відповідала β -мезосапробній зоні забруднення; в районі міста середній індекс сапробності зменшився, що дозволило віднести води цієї ділянки Дніпра до α -олігосапробної зони.

Однак, аналіз вмісту розчинного кисню за даними 2014 р свідчить про те, що ситуація з 2009 по 2014 рр. істотно погіршилася (див. табл.). За вмістом розчинного кисню досліджені ділянки поверхневих водойм відносяться до альфа-сапробної і навіть полісапробної зон.

Таблиця. Дані по вмісту розчинного кисню у поверхневих водах Херсонської області (за даними на 2014 р).

Назва пункту відбору проб води:	Вміст розчинного кисню, мг/л:
ГДК (СанПіН)	більше 4,0 мг/л
р. Дніпро:	
м. Херсон, 1 км вище міста	2,8 мг/л
с. Дніпровське, в/з рибзаводу, рукав Кошова	2,11 мг/л
с. Гола Пристань, рукав Конка	2,13 мг/л
с. Кізомис, рукав Рвач	2,33 мг/л
сmt. Нововоронцовка-Ушкалка	2,5 мг/л
ГНС Каховського маг каналу, с. Любимівка	2,14 мг/л
с. Іванівка Білозерського району	2,65 мг/л
60 км після ГНС Червонознаменського каналу, 4 км	2,24 мг/л
н/б Каховської ГЕС	2,22 мг/л
Північно-Кримський канал південніше с. Ставки	2,28 мг/л
Золотобалківська ЗС, 10 км нижче с. Золота Балка	1,86 мг/л
Рубанівська ЗС, сmt. Лепетих	1,73 мг/л
р. Інгулець:	
ств. Калинінське (124 км)	2,86 мг/л
ств. с. Архангельське (210 км)	2,67 мг/л
ств. с. Дар'ївка (20 км)	2,48 мг/л

Хід роботи

1) За допомогою портативного оксиметра проведіть заміри рівня кисню у воді на різних ділянках водойми дослідження. Отримані дані занесіть до таблиці.

2) В польових умовах за допомогою лабораторної лупи і довідників визначте індикаторні види організмів на відповідній ділянці водойми.

Ідентифікацію мікроскопічних організмів проведіть в лабораторії з використанням мікроскопів і довідників. Сфотографуйте індикаторні види організмів на ділянці дослідження. Фотографії внесіть в звіт по практиці.

3) Розрахуйте індекс сапробності водойми.

4) Встановіть тип водойми за системами трофності і сапробності.

Таблиця. Рівень кисню у воді на різних ділянках дослідження поверхневої водойми.

Ділянка дослідження водойми:	Рівень кисню у воді за даними оксиметра, мг/л:	Індикаторні види організмів + індекс сапробності:	Тип водойми за системами трофності і сапробності:
№ 1. До зони скидання стічних вод			
№ 2. Біля зони скидання стічних вод			
№ 3. Нижче зони скидання стічних вод			

Таблиця. Рівні сапробності і трофності вод поверхневих водойм (цитовано за <https://studfiles.net/preview/3016364/page:6/>).

Рівень сапробності водойми:	Ступінь трофності водойми:	Концентрація кисню, мг/л:
Полісапробна водойма: дуже сильне органічне забруднення, мало кисню, багато бактерій; видовий склад організмів бідний, чисельність особин висока.	Політрофна водойма: значний надлишок поживних речовин (гниючі води)	0,5 – 2 мг/л
α-мезосапробна водойма: значне органічне забруднення, мало кисню, видовий склад організмів багатий, чисельність особин висока.	Евтрофна водойма: багато поживних речовин, багато фотосинтезуючих протистів	2 - 4 мг/л
β-мезосапробна водойма: слабе органічне забруднення, багато кисню; видовий склад організмів багатий.		4 - 6 мг/л
Олігосапробна водойма: чиста, багата киснем вода; видовий склад організмів бідний, чисельність особин низька.	Оліготрофна водойма: мало поживних речовин	Більше 6 мг/л

2) На підставі отриманих даних зробіть висновок про екологічний стан водойми на різних ділянках дослідження. Поясніть відмінності в отриманих результатах для різних ділянок дослідження.

Контрольні питання:

1. Перерахуйте джерела надходження кисню до води.
2. Вкажіть, за яких умов спостерігається нестача розчинного кисню у воді.
3. До яких наслідків в аквальних екосистемах призводить зменшення рівня розчинного кисню у воді?
4. За допомогою яких методів визначається вміст розчинного кисню у воді?
5. Дайте поняття «евтрофікація води». Охарактеризуйте типи водойм за рівнем евтрофікації.
6. Дайте поняття «сапробність водойми». Охарактеризуйте типи водойм за рівнем сапробності.

Література:

Русев И.Т. Сине-зеленые водоросли озера Сасык – угроза экосистеме / И.Т. Русев // Экологичні проблеми Чорного моря : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., 30-31 жовт. – 2008. – Одеса, 2008. – С. 335-361.

Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН № 4630 – 88. – М.: МЗ СССР, 1988. – 69 с. 23. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання: ДСТУ 4808- 2007: К.: Держспоживстандарт України, 2007. – [Чинний від 01.01.2009]. – 36 с.

Ковальчук Л.Й., Мокієнко А.В. Гігієнічна оцінка евтрофікації поверхневих вод Українського Придунав'я. <file:///D:/Users/Downloads/gigienichna-otsinka-evtrofikatsiyi-roverhnevih-vodoym-ukrayinskogo-pridunav-ya.pdf>.

Арсан О.М. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін. За заг.ред. В.Д. Романенка. К.: Логос, 2006. – 408 с.

Кондратьева Н.В. Краткий определитель видов токсических сине-зеленых водорослей./ Н. В. Кондратьева, О. В. Коваленко. – К.: Наукова думка, 1975. – 80 с.

Новиков Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, К.О. Ласточкина, З. Н. Болдина. - М.: Медицина, 1990.- 305с.

Оксиюк О.П. Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям // Гидробиологический журнал / О. П. Оксиюк, Г. А. Жданова, С. Л. Гусинская, Т. В. Головка. 1994.- № 30(3). – С.26–31.

«Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області» за 2009 р, за 2014 р.

Робота № 10

Тема: Суховії і пилові бурі. Кліматичні і ґрунтові умови розвитку пилових бур в регіоні дослідження.

Інформація. На території Херсонської області при середньорічній кількості опадів 300-400 мм і випаровуванні 1000-1050 мм коефіцієнт зволоження становить 0,3, що характеризує клімат області як посушливий. Середня швидкість вітру на території Херсонської області є значною і становить від 3,5 м/сек до 5 м/сек, що більше, ніж в середньому по Україні (3-4 м/сек).

Влітку часто спостерігаються суховії - гарячий сухий вітер, який викликає порушення водного балансу рослин. Показниками суховію є: низька відносна вологість повітря (менше 30%), висока температура повітря (вище +25 °С), значна швидкість вітру (5 м/сек і більше). Суховій може тривати від 30 до 50 днів на рік. Незважаючи на безпосередню близькість великих водних поверхонь морів і водосховищ, які пом'якшують літню спеку і сприяють підвищенню вологості повітря, Херсонська область серед інших областей найбільше страждає від суховіїв - середня повторюваність їх становить більше 15 днів (частіше зі східними вітрами). За багаторічними спостереженнями, ймовірність років зі слабкими і середньоінтенсивними суховіями становить 100%, з інтенсивними і дуже інтенсивними - 40-90% (цитовано за <http://mycity.kherson.ua/pryroda/klimat.html>).

Пилова буря – це критичний прояв вітрової ерозії ґрунтів і підстелюючих гірських порід, який супроводжується потраплянням до атмосферного повітря значної кількості пилу. Вітрова ерозія ґрунтів і підстелюючих гірських порід розпочинається при критичній швидкості вітру, яка залежить від дефіциту вологості повітря і від розмірів ґрунтових агрегатів.



Пилова буря в Голій пристані і Новій Збур'ївці Херсонської області. 19 серпня 2017 р. (цитовано за <http://khersonline.net/novosti/proisshestviya/90427-pylevaya-burya-bushevala-v-golopristsanskom-rayone.html>).

Абсолютна вологість повітря - це кількість водяної пари, яка фактично міститься в 1 м³ повітря. Визначається як відношення маси водяної пари, що міститься в повітрі, до обсягу вологого повітря. Основна одиниця абсолютної

вологості - грам на метр кубічний, г/м³. Відносна вологість повітря - це відношення його абсолютної вологості в даний момент часу до максимальної абсолютної вологості при даній температурі. Відносна вологість також визначається як відношення парціального тиску водяної пари в газі до рівноважного тиску насиченої пари. Дефіцит вологості повітря - це різниця між максимально можливим і фактичним тиском водяної пари (Па) (за даних умов: температури і тиску повітря), тобто між пружністю насичення і фактичною пружністю пара (цитовано за <https://ru.wikipedia.org/wiki/>).

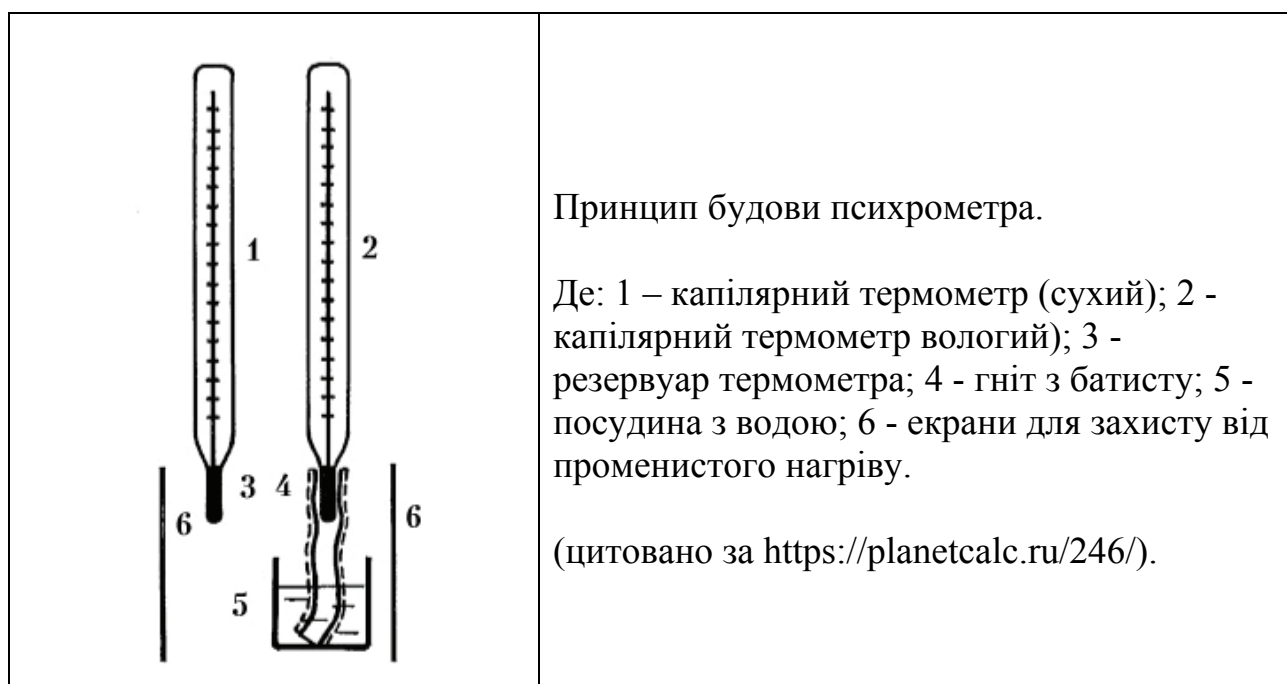
Визначення вологості повітря психрометричним методом. Визначення відносної вологості повітря за допомогою психрометричного методу засновано на порівнянні температур сухого та зволоженого термометрів на території дослідження. Один термометр (сухий) вимірює температуру повітря, а другий термометр (змочений) обгортають змоченою тканиною, таким чином він показує свою власну температуру, яка залежить від інтенсивності випаровування води з поверхні. Чим меншим є вміст водяної пари в повітрі, тим сильніше випаровування з поверхні змоченого термометра, і тим нижче його показники. Така система з двох термометрів і називається психрометром (цитовано за <https://planetcalc.ru/246/>).

З різниці показань температур визначається поточний тиск водяної пари в повітрі за формулою:

$$e = E - A(t - t_1)P,$$

Де: E - тиск насичення при температурі змоченого термометра; A - постійна психрометра, яка дорівнює 0.0007947; P - атмосферний тиск, приймається рівним 1000 гПа; t - показники сухого термометра; t_1 - показники змоченого термометра.

Відносна вологість повітря - це співвідношення поточного тиску до тиску насичення при даній температурі повітря (цитовано за <https://planetcalc.ru/246/>).



Психрометрична таблиця

Показники сухого термометра, °C	Різниця показників сухого і вологого термометрів, °C:										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Відносна вологість повітря, %:										
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
1	100	83	65	48	32	16	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
3	100	84	69	54	39	24	10	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
5	100	86	72	58	45	32	19	6	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
7	100	87	74	61	49	37	26	14	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
9	100	88	76	64	53	42	34	21	11	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	-
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17	8	-
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	59	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

*Приклад. Сухий термометр показує 21 °C, а вологий 18 °C, т.т. різниця їх показань дорівнює 3 °C. У відповідній графі таблиці знаходимо, що в даному випадку відносна вологість повітря становить 75% (цитовано за http://specclass.ru/wp-content/uploads/2013/12/Psychometricheskaya_tablica.png).

Хід роботи

1. Використовуючи карту клімату Херсонської області, перерахуйте райони, для яких характерна найменша річна кількість опадів. Поясніть причини дефіциту опадів на означених територіях.

2. Використовуючи два термометри – сухий та вологий - визначте за допомогою психрометричного методу рівень відносної вологості повітря на території дослідження. Порівняйте отримані Вами дані з багаторічними показниками (див. таблицю).

Таблиця 1. Багаторічні середні місячні і річні значення абсолютної і відносної вологості повітря, а також – дефіциту вологості повітря на території м. Херсона та Херсонської області (цитовано за <http://mycity.kherson.ua/pryroda/klimat.html>).

Місяці:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Річн
Абсолют. вологість	4,8	4,9	5,7	7,9	11,4	14,7	16,0	13,2	12,2	9,2	7,8	5,6	9,6
Відносна вологість	83	27	65	48	46	44	41	40	44	58	76	78	58
Дефіцит вологості	0,6	0,8	1,7	4,8	8,0	10,7	13,5	12,6	7,7	3,5	1,3	0,8	5,5

3. Використовуючи формулу і дані, стосовно дефіциту вологості повітря (вище наведена таблиця), розрахуйте величину критичної швидкості вітру (т.т. швидкості, за якої розпочинається пилова буря) у відповідний місяць року на території Херсонської області.

Визначення критичної швидкості вітру:

$$V_{кр} = 21,2 - 0,45 \cdot Д$$

Де: $V_{кр}$ – критична швидкість вітру (швидкість вітру, за якої розпочинається вітрова ерозія ґрунтів), м/сек; $Д$ – дефіцит вологості повітря, гПа; 0,45 – коефіцієнт регресії; 21,2 – коефіцієнт, отриманий емпіричним шляхом.

4. Зробіть висновок про імовірність розвитку пилової бурі на території дослідження в означений період, порівнюючи розраховану Вами величину критичної швидкості вітру з середньою швидкістю вітру на території дослідження у відповідний період.

Таблиця 2. Місячна і річна швидкість вітру (м/сек) на території м. Херсона та Херсонської області (цитовано за <http://mycity.kherson.ua/pryroda/klimat.html>).

Місяці:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	За рік
Херсон	4,8	5,0	5,0	4,4	4,1	3,6	3,4	3,4	3,0	3,7	4,4	4,7	
Асканія Нова	5,7	6,0	6,0	5,1	4,5	4,1	4,2	4,1	3,8	4,3	5,1	5,6	4,9

5. Розвиток пилової бурі залежить не лише від дефіциту вологості повітря, але й від структурності ґрунтів: пилюваті ґрунти та підстелюючі гірські породи є більш чутливими до розвитку вітроерозійних процесів, порівняно з крупно-агрегатними підстелюючими породами та ґрунтами. Відберіть зразок ґрунту або підстелюючої породи на території дослідження і в лабораторних умовах проведіть сухе просіювання зразку ґрунту через систему сит. Отримані дані занесіть у таблицю.

Таблиця 3. Механічний склад підстелюючих порід на ділянці дослідження.

Механічний склад підстелюючої породи на ділянці дослідження, розмір агрегатів, мм:	Відсоток ґрунтових агрегатів відповідного розміру, %:
Менше ніж 0,25	
0,25-0,50	
0,50-1,00	
1,00-2,00	
2,00-3,00	
3,00-5,00	

6. Зробіть висновок при критичну швидкість вітру, за якої розвиваються віторозерозійні процеси на території з визначеними Вами домінуючими розмірними фракціями ґрунтових агрегатів. Порівняйте отримані значення критичної швидкості вітру з середніми даними швидкості вітру в регіоні дослідження в означений період і зробіть висновок про вірогідність розвитку пилової бурі на ґрунтах відповідної структурності на даній території.

Таблиця 4. Залежність критичної швидкості вітру від розміру ґрунтових агрегатів.

Розмір ґрунтових агрегатів, мм	Критична швидкість вітру, м/сек
Менше ніж 0,25	3,8 м/сек
0,25-0,50	5,3 м/сек
0,50-1,00	6,6 м/сек
1,00-2,00	11,2 м/сек
2,00-3,00	12,1 м/сек
3,00-5,00	17,6 м/сек

7. Проаналізуйте дані таблиці 5. Перерахуйте, які райони Херсонської області найбільше вражені вітровою ерозією (від 60% до 100% території району). Поясніть, чому саме ці райони області найбільше вражаються вітровою ерозією? Для відповіді на це запитання скористайтеся даними по кліматичним і ґрунтовим умовам у відповідних районах Херсонської області (див. нижче).

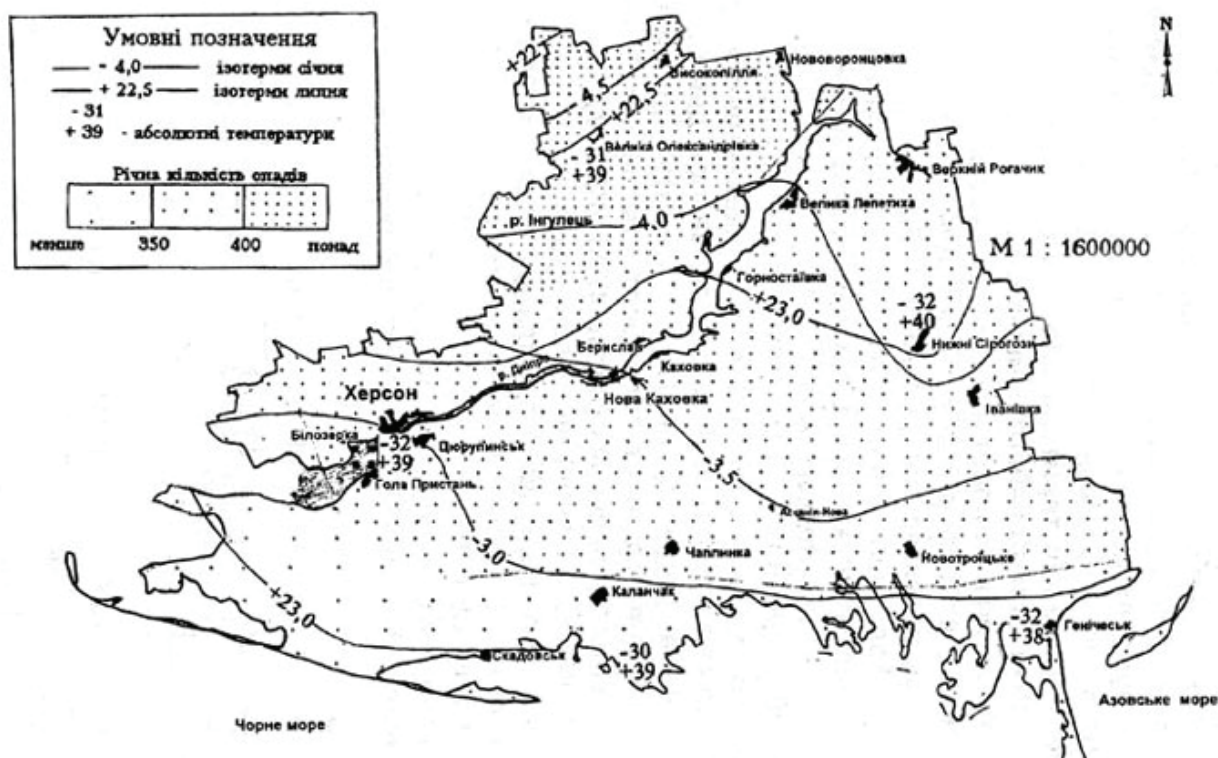
Таблиця 5. Характеристика дефляційних процесів на території Херсонської області

Назва району:	Підлягають дії вітрової ерозії (дефляції), % від загальної площі району:			
	слабко	середньо	сильно	всього
Бериславський	12,1	-	-	12,1
Білозерський	5,8	-	-	5,8
Великолепетиський	34,0	-	-	34,0
Великоолександрівський	53,5	-	-	53,5
Верхньорогачицький	34,4	-	-	34,4
Високопільський	29,6	-	-	29,6

Геничеський	56,7	2,4	1,1	60,2
Голопристанський	61,6	0,6	-	63,2
Горностаївський	57,6	1,8	-	59,4
Іванівський	46,8	9,9	1,0	57,7
Каланчацький	46,2	3,2	0,0	49,4
Каховський	60,0	0,8	0,1	60,9
Нижньосірогоський	66,1	2,1	0,2	68,4
Нововоронцовський	24,6	-	-	24,6
Новотроїцький	24,0	3,8	1,7	29,5
Скадовський	32,9	7,2	1,2	41,3
Цюрупинський	70,2	1,4	0,3	71,9
Чаплинський	48,5	4,6	1,0	54,1

* - за даними Херсонського управління земельними ресурсами

Клімат



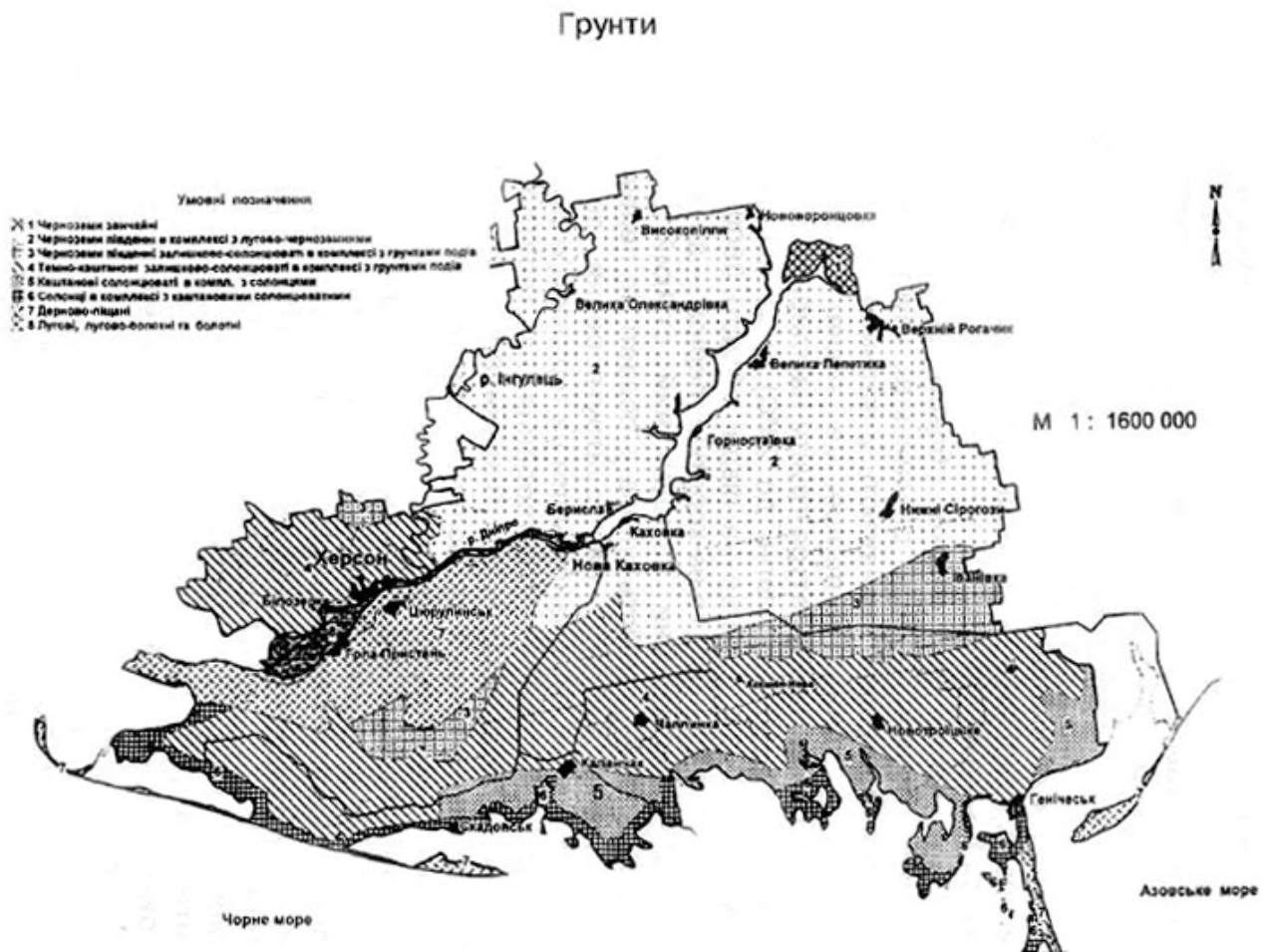
Клімат на території Херсонської області (цитовано за <http://mycity.kherson.ua/pryroda/klimat.html>).

Таблиця. Залежність критичної швидкості вітру від типу ґрунтів

Тип ґрунтів:	Критична швидкість вітру, м/сек, (при Д=35 гПа)
Чорнозем південний важкосуглинистий	5,1 ± 0,9 м/сек
Чорнозем південний	4,8 ± 0,3 м/сек

середньосуглинистий	
Чорнозем південний супіщаний	3,8 ± 0,1 м/сек

*NB! Звичайні чорноземи розташовані на півночі Верхньорогачицького району. Чорноземи південні малогумусні залягають в південній частині Верхньорогачицького, Великолепетиського, Горностаївського, Нижньосірогозького, Нововоронцовського, Високопільського, Великоолександрівського, Бериславського районів, в північній і центральній частинах Каховського та Іванівського, і східній частині Білозерського району. Слабко- і середньосолонцюваті темно-каштанові ґрунти залягають на території більшої частини Білозерського району, півночі і центральній частині Скадовського, Каланчацького, Чаплинського, Новотроїцького та Генічеського районів. Каштанові ґрунти поширені в Приморській і Присиваській зонах (південні частини Скадовського, Каланчацького, Новотроїцького та Генічеського районів) (цитовано за <http://mycity.kherson.ua/pryroda/pochva.html>).



Ґрунти Херсонської області. Де: 1 – чорноземи звичайні; 2 – чорноземи південні в комплексі з лугово-чорноземними; 3 – чорноземи південні залишково-солонцюваті в комплексі з ґрунтами подів; 4 – темно-каштанові залишково-солонцюваті в комплексі з ґрунтами подів; 5 – каштанові солонцюваті в комплексі з солонцями; 6 – солонці в комплексі з каштановими солонцюватими; 7 – дерново-піщані; 8 – лугові, лугово-болотні та болотні. Ґрунти 1 – типу – розташовані на півночі Верхньорогачицького району; ґрунти 2 типу – Велико-Олександрівський, Високопільський, Ново-воронцовський,

Великопетитський, Горностаївський, Верхньорогачицький, Каховський, Бериславський райони; ґрунти 4 типу – Чаплинський, Новотроїцький, Білозерський райони; ґрунти 5 типу – Каланчацький, Генічеський, Скадовський райони; ґрунти 7 – Цюрупинський, Голопристанський райони (цитовано за <http://mycity.kherson.ua/pryroda/pochva.html>).



Карта районів Херсонської області.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте кліматичні умови на території Херсонської області.
2. Як визначити відносну вологість повітря з використанням психрометричного методу?
3. За яких умов виникають суховії і в чому полягає їх небезпека?
4. Вкажіть фактори, які впливають на виникнення пилових бур.
5. Як райони Херсонської області найбільше уражені вітровою ерозією і чому?

Література:

1. Геоморфологія. Підручник. Київ. 1999.
2. Охорона ґрунтів. Київ. 2001.
3. Ларионов Г.А. Ерозія и дефляція почв. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. - 200 с.
4. Основи ерозієзнавства: підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.О. Світличний, С.Г. Чорний. - Суми: Університетська книга, 2007.
5. Швєбс Г.И. Теоретическое эрозиеведение. - Киев-Одесса: Вища школа, 1981. - 223 с.

Робота № 11

Тема: Визначення екологічного стану природних територій за типом життєвої стратегії рослин (цитовано за Руденко та ін, 2003)

Мета роботи: за кількістю рослин з R-, S- і K-типом життєвої стратегії визначити рівень екологічного благополуччя природної екосистеми в регіоні дослідження.

Матеріали та реактиви: фотоапарати, папки для збору гербарного матеріалу, олівці, папір, калькулятори.

Інформація. Нині існують різні підходи до визначення типу життєвої стратегії. Так, Е. Вох (1996) і К. Thompson з колегами (1996) вважають, що типи життєвої стратегії – це групи видів з подібними вимогами до екотопу й однотипною реакцією на зміну умов середовища (Вох, 1996; Thompson et al., 1996).

За С.С. Руденко, тип життєвої стратегії рослин є видоспецифічним і визначається генотипом. Саме генотип контролює розподіл енергії між двома ланками – на розмноження (тобто розвиток потомства) чи на підтримання (власний розвиток організму) (Руденко, Морозова, 2012). У залежності від того як розподіляється енергетичний потенціал між цими ланками, усі види поділяються на три групи:

k-стратегі (або види з конкурентною стратегією) – це види, які зустрічаються у місцезростаннях із стабільними умовами та достатньою кількістю ресурсів. Ці види більше енергії направляють на продукування вегетативної сфери (стебло, листя);

r-стратегі (або види з рудеральною стратегією), це види, які першими займають порушені місцезростання й активно продукують генеративну сферу (квіти, насіння); проте ці види поступаються k-стратегам при стабілізації умов існування;

s-стратегі (або види зі стрес-торелантною стратегією) – види сурових місцезростань зі стабільно несприятливими умовами існування.

Переважаюча більшість видів мають чітко визначений тип життєвої стратегії, проте зустрічаються деякі види, що можуть мати проміжний тип стратегії. Вперше такий факт описав Грайм у праці «Vegetation classification by reference to strategies» у журналі «Nature».

Продовжуючи питання багатовекторних стратегів, вчений Солбірг вперше дослідив, що здатністю виявляти різні типи життєвої стратегії володіють широко розповсюджені види рослин. В якості приклада екологічної пластичності він проілюстрував суцвіття кульбаби (*Taraxacum officinale* L.) (Чопик и др., 1983).

Автори методики С.С. Руденко та Т.В. Морозова (2012) серед розповсюджених рослин обирали види з розтягнутим річним життєвим циклом. Для різних фізико-географічних областей Чернівеччини в якості модельної рослини ними був обраний жовтець їдкий, у якого бутонізація, цвітіння та плодоношення поєднуються у часі.



Жовтець їдкий (*Ranunculus acris*) багаторічна отруйна рослина заввишки 20 - 50 см. Цвіте з травня по вересень. Ростає на луках, галявинах, полях. Поширена в Європі та Азії (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Для півдня України в якості модельного виду для оцінки стану території за типом життєвої стратегії доцільно обрати популяції рослин кульбаби (*Taraxacum*), які здатні пристосовуватись до k-, r-, s-селективних середовищ.

Слід враховувати, що для кожної природної зони характерні різні, детерміновані природними екологічними факторами, максимумами прояву життєвих потенцій виду - біоіндикатора. Тому виявлення негативних джерел антропогенного впливу слід проводити, відштовхуючись від еталонних зон відповідної урбоєкосистеми.

s-стратегія розповсюджених рослин розглядається як показник небезпечного рівня антропогенної трансформації довкілля. При цьому слід відзначити, що до звичайної природної сукцесії розповсюджені рослини мають можливість пристосовуватися обранням r-стратегії. Обрання ними s-стратегії свідчить про необхідність значних витрат енергії на адаптаційні механізми.

Хід роботи (за Руденко та ін, 2003):

1) Відберіть рослини кульбаби (*Taraxacum*) в різних зонах міста, або за координатною сіткою біля підприємств, які досліджуються. При цьому в кожному з постів спостережень відберіть по 25 екземплярів кульбаби для гербарію. Рослини викопуйте з кореневищем, плодами та квітами.

2) Визначте зусилля, затрачені рослинами на підтримання життєздатності, за такими морфометричними показниками: загальна довжина рослин та кількість листків на одній рослині. Довжину рослин визначте в розпрямленому стані за допомогою циркуля-вимірювача від найвищої точки надземної частини до кінчика кореневища.

3) Визначте зусилля, затрачені рослинами на розмноження, за кількістю квітів та насіння на одній рослині.

4) На основі отриманих Вами абсолютних показників визначте середні значення вищезазначених параметрів кульбаби для кожного з пунктів спостережень. Усереднені значення округліть до цілих цифр.

5) Визначте часткові рейтинги рослин різних місцезростань за їх середньою довжиною (ЧРдр), середньою кількістю листків (ЧРкл), середньою кількістю насіння (ЧРкн) та за середньою кількістю квітів на одній рослині (ЧРкк). Розрахунки часткових рейтингів проведіть за формулою:

$$\text{ЧРдр, ЧРкл, ЧРкн, ЧРкк} = \frac{P_i - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}}$$

Де: P_i – середнє значення показника для конкретного місцезростання; P_{\min} – найменше середнє значення показника, зафіксоване у межах урбоекосистеми; P_{\max} – максимальне середнє значення показника, зафіксоване в межах урбоекосистеми.

Часткові рейтинги оцініть в долях одиниці. При цьому якщо $P_i = P_{\min}$, то $\text{ЧР} = 0$, якщо $P_i = P_{\max}$, то $\text{ЧР} = 1$. Дані щодо часткових рейтингів занесіть у таблиці 1-2.

Таблиця 1. Часткові рейтинги рослин кульбаби (*Taraxacum*) з різних місцезростань за показниками зусиль на підтримання (n=25)

№ п\п	Місцезростання рослини біоіндикатора	Середня довжина рослини, см	ЧРдр	Середня кількість листків на одній рослині	ЧРкл

Таблиця 1. Часткові рейтинги рослин кульбаби (*Taraxacum*) з різних місцезростань за показниками зусиль на розмноження (n=25)

№ п\п	Місцезростання рослини біоіндикатора	Середня кількість насіння на одній рослині	ЧРдн	Середня кількість квітів на одній рослині	ЧРкк

Надалі визначте інтегральні рейтинги зусиль кульбаби на підтримання (ІРзп) та на розмноження (ІРзр) за такими формулами:

$$\text{ІРзп} = \frac{\sum (\text{ЧРдр} + \text{ЧРкл})}{2}; \quad \text{ІРзр} = \frac{\sum (\text{ЧРкн} + \text{ЧРкк})}{2};$$

При визначенні типу життєвої стратегії рослин авторами методики було запропоновано такий принцип:

якщо $\text{ІРзп} \geq 0,5$ і при цьому $\text{ІРзп} > \text{ІРзр}$, то визначали як К- стратегію;

якщо $IP_{зп} \geq 0,5$ і при цьому $IP_{зр} > IP_{зп}$, то визначали як r-стратегію;

якщо $CP_{зп} \geq 0,5$ і $IP_{зр} \leq 0,5$, то це s-стратегія.

Крім життєвої стратегії визначте інтегральний рейтинг життєвих зусиль (ІРжз), який оцінить як суму зусиль на підтримання та на розмноження:

$$IP_{жз} = IP_{зп} + IP_{зр}$$

Дані про інтегральний рейтинг та тип життєвої стратегії рослин в різних пунктах спостережень занесіть до таблиці 3.

Таблиця 3. Інтегральні рейтинги та тип життєвої стратегії рослин кульбаби (*Taraxacum*) у різних місцезростаннях

№ п\п	Місцезростання рослини біоіндикатора:	ІРзп	ІРзр	Тип життєвої стратегії:	ІРжз

Окремо визначте місцезростання з високим ($IP_{жз} > 1 \leq 1,5$) та дуже високим ($IP_{жз} > 1,5$) рейтингом життєвих зусиль рослини біоіндикатора. Якщо на тлі високого рівня життєвих зусиль рослини виявляють k-стратегію, то дана точка повинна оцінюватись як еталонна щодо екологічної стабільності.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте рослини, які відносяться до r-стратегів, s-стратегів та k-стратегів.
2. Чи спроможні рослини певного виду змінювати тип своєї життєвої стратегії? Наведіть приклади.
3. Як в умовах польового дослідження можливо встановити тип життєвої стратегії рослини?

Література:

- Руденко С.С. Біомоніторинг селітебних територій за типом життєвої стратегії рослин *Ranunculus Acris L.* / С.С. Руденко, Т.В. Морозова // Екологічні науки: науково-практичний журнал. - К.: ДЕА, 2012.– №1.– 190 с.
- Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія: практичний курс. Частина 1. Чернівці : Рута, 2003. – 320 с.
- Руденко С.С. Біомоніторинг селітебних територій за типом життєвої стратегії рослин *Ranunculus Acris L.* / С.С. Руденко, Т.В. Морозова // Екологічні науки: науково-практичний журнал. - К.: ДЕА, 2012.– №1.– 190 с.
- Чопик В.И., Дудченко Л.Г., Краснова А.Н. Дикорастущие полезные растения Украины. Справочник. - Київ: Наукова думка, 1983. - 400 с.
- Box E.O. Plant functional types and climate at the global scale / E.O. Box // J. Veget. Sci. – 1996. – Vol. 7, № 1. – P. 309–320.
- Thompson K.A functional analysis of a limestone grassland community / K. Thompson, S.H. Hillier, J.P. Grace [et al.] // J. Veget. Sci. – 1996. – Vol. 7. – P. 371–380.

Робота № 12

Тема: Оцінка екологічного благополуччя природних охоронних територій в межах біоцентрично-сітьової ландшафтно-територіальної структури

Мета роботи: встановити рівень екологічного благополуччя біоцентрично-сітьової ландшафтно-територіальної структури в регіоні дослідження.

Матеріали та реактиви: карта біоцентрично-сітьової ландшафтно-територіальної структури, олівці, папір, калькулятори.

Інформація. Біоцентр - це територія або акваторія з природною флорою і фауною, яка в межах антропогенних ландшафтів виконує функцію збереження генофонду. За площею займаної території виділяють наступні типи біоцентрів: 0,05 – 0,5 км² – карликові біоцентри; 0,5 – 1 км² – малі біоцентри; 1-3 км² – середні біоцентри; 3-10 км² – відносно великі біоцентри; 10 км² і більше - великі біоцентри.

Умови збереження біоцентрів: 1) оптимальне сусідство з антропогенними об'єктами (відсутність територіальної агресії: механічної, хімічної, біологічної); 2) оптимальний розмір біоцентра (10-100 км² для виживання рослин і дрібних тварин; 10-100 тис. км² – для виживання великих тварин); 3) для малих і середніх біоцентрів - можливість обміну біотою (для запобігання виродженню популяцій при близькоспоріднених схрещуваннях особин).

Біокоридор - це територія або акваторія по якій відбувається міграція організмів від одного біоцентра до іншого. Природні біокоридори - річки, схили і днища ярів, балок і т.н. Антропогенні біокоридори - штучні лісосмуги, алеї в містах і т.н. Успішність міграції через біокоридор залежить від едафічних умов біокоридора, тобто від кількості вологи, тепла, освітленості і складу ґрунтів на даній території.

Інтенсивність міграції організмів між біоцентрами встановлюється в ході польових досліджень і залежить від довжини біокоридора, від едафічних умов в біокоридорі, від розмірів біоцентрів (чим більшим є біоцентр - тим, звичайно, більше видове різноманіття організмів і більша ймовірність того, що едафічні умови біокоридора будуть відповідати життєвим потребам мігруючого організму). Кількісно виявлені закономірності відображені в розрахунковій формулі:

$$C_{ij} = k \cdot \frac{S_i \cdot S_j}{d_{ij}^2}$$

де: C_{ij} – умовна оцінка інтенсивності біотичних міграцій між біоцентрами i і j ; k – коефіцієнт «провідності» біокоридора, за який приймають оцінку його едафічної різноманітності; S_i і S_j – площі біоцентрів i і j ; d_{ij} – довжина біокоридора, який з'єднує біоцентри i і j .

Кількість міграційних шляхів між двома екоядрами розраховується за формулою:

$$K = \frac{\sqrt{S1 + S2}}{d}$$

$$C = \frac{K \cdot \sqrt{S1 + S2}}{d^2}$$

Де: К – коефіцієнт подібності Одума; S1 і S2 – площі відповідно першого та другого екоядра; d – відстань між екоядрами.

На карту біоцентрично-мережевої ландшафтної структури наносять: біоцентри, біокоридори, інтерактивні елементи (витягнуті ареали, які відходять від біоцентрів і біокоридорів, але не забезпечують їх зв'язування з іншими біоцентрами), геоекотонні зони (прикордонні зони між природною і господарською підсистемами).

У легенді до карти вказується назва біоцентрів. Структура назви біоцентру і біокоридорів визначається едафічними умовами на даних територіях. Наприклад, ксерофітно-степовий біоцентр, галофітно-луговий біоцентр і т.н. Граф - це схематичне зображення структури території. Завдання графа - схематично відобразити кількість біоцентрів і їх зв'язаність біокоридорами.

Оцінка екологічного благополуччя малих і середніх біоцентрів проводиться на підставі значень α -, β - і γ -індексів зв'язності графа. α -індекс – це показник, який характеризує наявність альтернативних шляхів міграції особин з біоцентрів; β -індекс – це показник, який характеризує ступінь розвитку і складність мережі біокоридорів; γ -індекс – це показник, який характеризує ступінь розгалуженості мережі біокоридорів і, відповідно, довжину шляхів міграції організмів між двома довільно обраними біоцентрами.

Значення α -, β - і γ -індексів зв'язності графа обчислюють за наступними формулами:

$$\alpha = \frac{K - B + 1}{2 \cdot B - 5}$$

$$\beta = \frac{K}{B}$$

$$\gamma = \frac{K}{3 \cdot (B - 2)}$$

Де: К – число біокоридорів; Б - число біоцентрів. Для α -індекса – оптимальні значення $\alpha = 1$; для β -індекса – оптимальні значення $\beta = 3$ (при $\beta < 1$ мережа не має жодного циклу, при $\beta = 1$ – тільки один, при $\beta > 1$ – декілька, при $\beta = 3$ усі ядра об'єднуються екологічними коридорами в цикли, що і є оптимумом); для γ -індекса – оптимальні значення $\gamma = 1$.

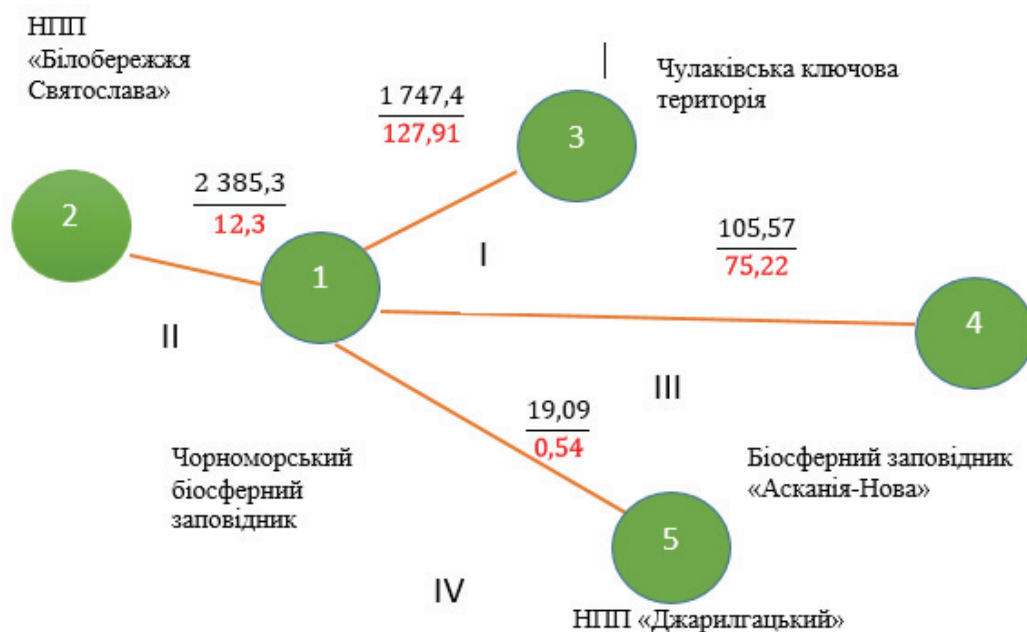
Хід роботи

Завдання 1. Використовуючи граф біоцентрично-сітьової ландшафтно-територіальної структури екомережі Півдня України і дані, наведені у таблиці, розрахуйте інтенсивність біотичних міграцій (C_{ij}) між біоцентрами Півдня України. Зробіть висновок про те, які умови сприяють міграції організмів між біоцентрами.

Таблиця. Параметри біоцентрів і біокоридорів екомережі Півдня України (цитовано за Гранкіна, 2017).

Біоцентри і біокоридори	S – площа біоцентру, км ²	k – коефіцієнт едафічного різноманіття	d _{ij} – довжина біокоридору, км
-------------------------	--------------------------------------	--	---

		біокоридору	
Біоцентр № 1 Чорноморський біосферний заповідник	1092,55 км ²	-	-
Біоцентр № 2 НПП «Білобережжя Святослава»	352,23 км ²	-	-
Біоцентр № 3 Чулаківська ключова територія	76,77 км ²	-	-
Біоцентр № 4 Біосферний заповідник Асканія–Нова ім. Ф.Е. Фальц-Фейна	333,01 км ²	-	-
Біоцентр № 5 НПП «Джарилгацький»	100 км ²		
Біокоридор № 1-2 Чорноморський біосферний заповідник – НПП «Білобережжя Святослава»	-	3	22 км
Біокоридор № 1-3 Чорноморський біосферний заповідник – Чулаківська ключова територія	-	3	12 км
Біокоридор № 1-4 Чорноморсько-Асканійський	-	8	166 км
Біокоридор № 1-5 Чорноморсько-Джарилгацький	-	2	107 км



Граф біоцентрично-сітьової ландшафтної структури екомережі Півдня України з нанесеними на ребра графа показниками інтенсивності міграції (вказано чорним кольором) та кількості міграційних шляхів між біоцентрами (вказано червоним кольором) (цитовано за Гранкіна, 2017).

Завдання 2. Розрахуйте кількість міграційних шляхів між екоядрами екомережі Півдня України. NB! Коефіцієнт подібності Одума: для Чорноморсько-Джарилгацького біокоридору $K = 18,7$; для біокоридору Чорноморський біосферний заповідник – НПП «Білобережжя Святослава» $K=9,6$; для біокоридору Чорноморський біосферний заповідник – Чулаківська ключова територія $K=63,6$; для Чорноморсько-Асканійського біокоридору $K=20,7$ (за даними Гранкіної, 2017).

Зробіть висновки, які з факторів є ключовими для визначення кількості міграційних шляхів між екоядрами екомережі території дослідження.

Завдання 3. Використовуючи побудований Вами граф біоцентрично-сітьової ландшафтно-територіальної структури екомережі Півдня України розрахуйте α -, β - і γ -індекси зв'язності графу. На підставі отриманих даних і інформації про оптимальні значення цих коефіцієнтів, зробіть висновки про благополуччя екомережі в регіоні дослідження з точки зору структурного забезпечення ефективного обміну біоти між біоцентрами.

Контрольні питання:

1. Поняття «біоцентр». Умови збереження біоцентрів.
2. Біокоридори. Едафічні умови біокоридорів.
3. Оцінка інтенсивності міграції організмів між біоцентрами з використанням гравітаційної моделі.
4. Побудова графу біоцентрично-сітьової ландшафтно-територіальної структури.
5. Оцінка екологічного стану біоцентрів на підставі аналізу значень α -, β - і γ -індексів зв'язності їх графу.

Література:

1. Гранкіна М.В. Чорноморський біосферний заповідник як складова частина екологічної мережі України. Дипломна робота на здобуття ступеня вищої освіти «магістр». 2017.
2. Гродзинський М.Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. – К.: Лікей, 1995. – 233 с.
3. Гродзинський М.Д. Методика оцінки устійності геосистем к антропогенным воздействиям // Физическая география и геоморфология. – 1986. – Вып. 33. – С. 32-38.
4. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології. – К.: Либідь, 1993. – 224 с.
5. Гродзинский М.Д., Шищенко П.Г. Ландшафтно-экологический анализ в мелиоративном природопользовании. – К.: Либідь, 1993. – 225 с.

Робота № 13

Тема: Дослідження відновлення природних екосистем після дії катастрофічних факторів. Посткатастрофічні сукцесії.

Мета роботи: визначити стан екосистем на території дослідження після припинення дії несприятливого (катастрофічного) фактору шляхом аналізу стадії посткатастрофічної сукцесії.

Обладнання: олівці, папір, ботанічні папки для збору гербарних зразків, фотоапарати.

Інформація. Припинення дії несприятливого чинника призводить до поступового відновлення порушених екосистем. Відновлення відбувається через закономірну зміну рослинних і тваринних співтовариств на даній території або акваторії (тобто через т.зв. сукцесійний ряд). Результат відновлення екосистеми залежить від ступеня її пошкодженості: після деякого критичного рівня пошкоджень - можливо відновлення не вихідної екосистеми, а екосистеми іншого типу. Крім того, якщо за час дії несприятливого чинника змінилися інші параметри функціонування екосистеми - посткатастрофічне відновлення також може завершитися формуванням іншого клімаксного співтовариства порівняно з вихідною до-катастрофічною екосистемою.



Ліс за рік (зліва) та за два роки (справа) після лісової пожежі
(за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Сукцесія – це закономірна зміна рослинних і тваринних співтовариств в екосистемі під впливом факторів навколишнього середовища або внаслідок саморозвитку екосистеми. Сукцесійний ряд зупиняється, якщо екосистема досягає рівноважного стану з навколишнім середовищем. Такий рівноважний стан екосистеми називається клімаксом екосистеми. Виділяють первинні сукцесії, які розвиваються в екосистемах, що повністю втратили ґрунтовий покрив; і вторинні сукцесії - в екосистемах, в яких, не дивлячись на дію катастрофічного фактора, ґрунтовий покрив зберігся.

Піонерні види – це види, що колонізують екосистеми, які з різних причин стали вільними від рослинності. Піонерні рослини з часом роблять можливою наступну колонізацію екосистеми більш вимогливими рослинами (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Вторинна сукцесія: дерева заселяють необроблені поля та луки (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Один з представників піонерних видів рослин – волошка псевдоп'ятниста (*Centaurea maculosa*) (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Житняк гребеневидий широкококосий (*Agropyron pectiniforme* Roem. & Schult.) - один із піонерних видів-колоністів на пісчаних дюнах. Рихлокущовий злак. Олешківські піски, Херсонська область (цитовано за <http://nppor.gov.ua>).

Знання порядку зміни рослинних угруповань в процесі сукцесійного відновлення порушених територій, з одного боку - дозволяє оцінити час, що минув з початку відновлення екосистеми. З іншого боку - підселення на ранніх стадіях сукцесії рослин, які в нормі появляються в співтоваристві на більш пізніх етапах відновлення, - сприяє більш швидкому відновленню екосистеми.

Наприклад, т.зв. перелогові (залежні) сукцесії – це сукцесії, що розвиваються на занедбаних сільськогосподарських полях. Тривалість перелогових сукцесій складає більше 60 років: навіть через 60 років після припинення обробітку сільськогосподарських полів - зберігаються достовірні відмінності з цілиними еталонними екосистемами (не дивлячись на те, що властивості корінних степових співтовариств з'являються вже через 25 - 30 років після припинення оранки полів).

Перша стадія сукцесії на покинутих сільськогосподарських полях - це т.зв. стадія бур'янів, яка триває не більше 2-3 років і супроводжується заселенням і переважанням однорічних видів рослин. Тоді як наступні стадії сукцесії - характеризуються домінуванням багаторічних видів рослин.

На стадії кореневищних злаків домінуюча роль в спільнотах належить в рівній мірі пирію повзучому (*Elytrigia repens*) і тонконогу вузьколистому (*Poa angustifolia*), роль ксерофітів і кальцефітів зростає, в тому числі серед домінантів.



Пирій повзучий (*Elytrigia repens*).
Кореневищний злак (за <http://agroua.net/plant/chemicaldefence/weeds/t-1/st-3/bg-8/bc-1/w-5/>).



Тонконіг вузьколистий (*Poa angustifolia*). Кореневищний злак (<https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

На завершальній стадії (дерновинних злаків) протягом останніх 20-25 років сукцесії переважають ксерофіти, основну роль в спільнотах грають типчак або костриця валійська (*Festuca valesiaca*), ковила волосиста (*Stipa capillata*) і ковила пірчаста (*S. pennata*), а в списку домінантів з'являються облигатні кальцефіти.

Раніше, на порівняно молодих покладах (вторинна цілина) вже через 10 - 20 років після припинення обробітку земель, як правило, з'являлися дерновинні злаки і степове різнотрав'я. В сучасних екосистемах в ряді випадків аналіз складу і структури степових перелогових фітоценозів дозволяє говорити про «блокування» сукцесії внаслідок: а) дефіциту видів рослин заключних стадій сукцесії («діаспоричного голоду»); б) випадання окремих стадій через відсутність або надлишок насіння окремих видів рослин в ґрунті на момент старту перелогової сукцесії або загострення конкуренції серед потенційних домінантів; в) внаслідок палів і степових пожеж, які призводять до пошкодження видів більш пізніх стадій сукцесії; г) внаслідок тривалого збереження бур'янів на більш пізній стадії сукцесії: бур'яни, в тому числі пирій повзучий (*Elytrigia repens*), висушують верхній ґрунтовий горизонт і перешкоджають появі рослин наступних стадій; д) зростання на ранніх стадіях сукцесії ролі інвазійних видів, наприклад амброзії, якою зайняті сотні тисяч

гектар аграрних земель, в тому числі і покладів; е) високої частоти повторюваності посух і циклів розмноження степових гризунів.



Типчак або костриця валійська (*Festuca valesiaca*). Дерновинний злак (<https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Рис. 1.16. Овсюниця бороздчатая, типчак.

Типчак (за <http://agro-archive.ru/rasteniya/805-ovsyunica-borozdchataya-tipchak-festuca-valesiaca-hask-gaudin.html>).



Ковила волосиста (*Stipa capillata*). Дерновинний злак. Чутливий до надмірного випасання худоби (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Ковила волосиста (*Stipa capillata*) (за <https://ru.wikipedia.org/wiki/>).

За рахунок пригнічення зміни спільнот - піонерна («сорно-бур'янна») стадія здатна зберігатися на покладах не 2-3 роки, а в деяких випадках 8-10 і більше років. Сьогодні в умовах лугових і справжніх степів Євразії, випадає

стадія сукцесії, яка раніше формувалася багаторічними бур'янами і довгокореневищними злаками. Зараз перелоговий сукцесійний ряд тут представлений стадіями: 1) польових бур'янів (сорно-бур'яниста стадія); 2) кореневищних злаків (похідна), 3) кореневищних і дерновинних злаків і степового різнотрав'я («вторинної цілини»). Редукція сукцесійного (демутаційного) процесу на степових покладах спостерігається практично повсюдно в ареалі Євразійських степів. *NB! Демутація - це сукцесія, яка відбувається після порушення біоценозу при відновленні його колишньої структури, наприклад, відновлення природного покриву на покладах або лісових вирубках. Термін найчастіше застосовується до антроподинамічних сукцесій (цитовано за Тишков, 2012).

Хід роботи

1) Охарактеризуйте тип пошкодженої екосистеми (післяпожежна територія, зсувний схил, занедбане сільсько-господарське поле і т.н.).

2) Використовуючи ботанічний визначник рослин, встановіть, які види рослин зустрічаються на території порушеної екосистеми. Отримані дані занесіть в таблицю. Відберіть для гербарію зразки рослин - домінантів на даній стадії сукцесії. Решту видів рослин сфотографуйте.

3) Використовуючи довідкові матеріали, встановіть, на якій стадії відновної сукцесії знаходиться дана екосистема.

4) Запропонуйте метод прискорення ландшафтної сукцесії на території дослідження.

Таблиця. Посткатастрофічні сукцесії на території Херсонської області.

Тип пошкодження екосистеми:	Види рослинності, що зустрічаються на території даної екосистеми:	Передбачувана тривалість відновної сукцесії:	Можливий метод прискорення ландшафтної сукцесії в даній екосистемі:

Контрольні питання:

1. Що таке сукцесія? Які фактори запускають сукцесійні ряди в природних екосистемах?
2. Які типи сукцесійних рядів Вам відомі?
3. Що таке клімакс екосистеми?
4. Від яких факторів залежить швидкість відновлення екосистеми після катастрофічного впливу?

5. За допомогою яких методів можливе прискорення проходження ландшафтної сукцесії?

6. Які посткатастрофічні сукцесії мають місце на території Херсонської області?

Література:

Аванесова А.А. Сукцесии степных фитоценозов Европейской лесостепи (на примере Центрально-Черноземного биосферного заповедника им. В. В. Алехина): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 2006. 24 с.

Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Ємельянова С.М., Давидов Д.А. Сучасний стан та актуальні завдання охорони піонерної рослинності України. - Укр. ботан. журн. - 2016. - 73(1): 11-20.

Панкратова Л.А. Восстановительные сукцесии степной растительности агроландшафтов Воронежской области: Автореф. дис.... канд. биол. наук. Воронеж, 2009. 24 с.

Тишков А.А. Сукцесии степной растительности. Материалы VI Симпозиума (2012 год). <http://orenpriroda.ru/steppene/sim2012/>

Тишков А.А. Постпирогенные сукцесии и роль огня в филоценогенезе стезей. Курск. 2015. (за <http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/docs/pozhar/2015/tishkov.pdf>).

Тишков А.А. Географические особенности первичных и вторичных сукцесий // Общие проблемы биогеоценологии. М.: Наука, 1986. С.61-63.

Тишков А.А. Экологическая реставрация лугово-степной растительности Михайловской целины (Сумская область, Украина) // Степи Евразии: проблемы сохранения и восстановления. М.; СПб, ИГ РАН, БИН РАН. 1993. С.88-96.

Додаткова інформація для підготовки до заняття:

«Дослідження відновлення екосистем після дії катастрофічних факторів. Посткатастрофічні сукцесії»

Перервані і клімаксні сукцесії. Степова сукцесія на розораних занедбаних територіях може досягти клімаксу, тобто рівноваги з навколишнім середовищем, в формі типчаково-ковилового степу, за умови непошкодження територій протягом багатьох десятків років. Якщо ця умова не дотримується, і занедбана територія піддається вигорянню в ході природних пожеж або палів, витопуванню в результаті випасання худоби і т.н. - сукцесійний ряд зупиняється, не дійшовши до клімаксного в даній клімато-географічній зоні стану.

Наприклад, досягнення клімаксного рівноважного стану можливо лише на занедбаних сільськогосподарських полях далеко в степу. Якщо ж території, які географічно відносяться до степової кліматичної зони, виявляються занедбаними і ізольованими в межах міста - наприклад, міські звалища, занедбані парки і т.н., швидше за все сукцесія зупиниться на стадії кореневищних злаків (пирій повзучий та ін.), оскільки в межах міста завжди зберігається тиск насіння культурних паркових рослин, витопування людьми і тваринами, вигоряння, стрижка трав і т.н.

В результаті такого антропогенного тиску сукцесія виявляється перерваною, оскільки в природних умовах формування клімаксного степового фітоценозу відбувається тільки за умов відсутності пошкоджень екосистеми – однією з причин є висока чутливість рослин наступної стадії сукцесії (зокрема, дерновинних злаків) до витоптування, пожеж, викошування і т.н.

Наприклад, під час реконструкції старої частини міста Херсона був відновлений стародавній земляний оборонний вал, заввишки 3-5 м. На перших стадіях сукцесії заростання земляної поверхні на схилах захисного валу Херсонської фортеці рясно оселилися бур'яни (лобода, амброзія, кордарія і ін.). Сьогодні на схилах земляного валу Херсонська фортеця можна бачити формування сильно засміченого бур'янами степу. У великій кількості присутні кореневищні злаки: пирій повзучий, житняк гребінчастий, тонконіг вузьколистий. Однак, далі кореневищних злаків сукцесія на валах Херсонської фортеці не йде: через витоптування людьми і тваринами, через підпали, викошування трав, через самопосів насіння культурних рослин сусіднього парку і т.н.



Сукцесія відновлення степової рослинності на земляному валу Херсонської фортеці (за <https://www.google.com.ua/search?q>).

Типи злаків за характером кореневих систем (цитовано за В.Р. Вільямсом, <http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000057/st006.shtml>; http://studopedia.com.ua/1_400234_na-dopomogu-studentu.html). За характером кореневих систем злаки можна розділити на три основні типи: злаки кореневищні, рихлокущові і дерновинні, або щільнокущові.

Кореневищні злаки мають підземні повзучі пагони, або кореневища, за допомогою яких вони можуть швидко розмножуватися, розповзаючись і завойовуючи собі нові території. Для кореневищних злаків сприятливим є пухкий ґрунт, на ущільненому ґрунті вони вироджуються. Прикладом кореневищних злаків може служити пирій, мітлиця біла, лисохвіст лучний, столокос безостий, тонконіг лучний та ін.

Рихлокущові злаки займають проміжне положення між кореневищними і дерновинними. Вони хоча і пускають пагони, але останні дуже короткі, і дерновинки злаку мають пухкий вид. Ці злаки миряться з більш ущільненим

грунтом. Рихлокущові злаки, як і кореневищні, мають вузол кущіння нижче поверхні ґрунту. Під землею у пагона рихлокущових злаків утворюється лише один вузол кущіння, але не розвиваються підземні пагони, як у кореневищних. Над землею утворюється рихлий кущ, який складається з великої кількості пагонів. До рихлокущових злаків належать костриця лучна, пажитниця багаторічна, райграс багатоквітковий, житняк, гребінник звичайний, пирій безкореневищний, мітлиця звичайна, тимофіївка та ін.

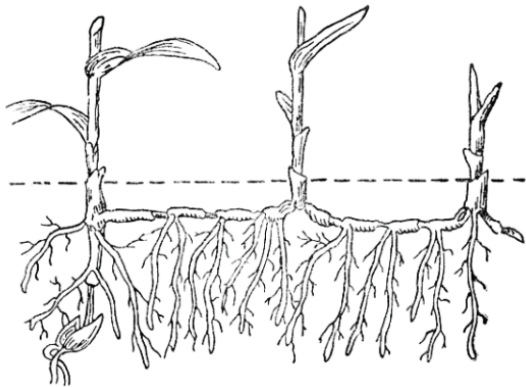


Схема кушіння кореневищного злаку (цитовано за В.Р. Вільямсом, <http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000057/st006.shtml>).

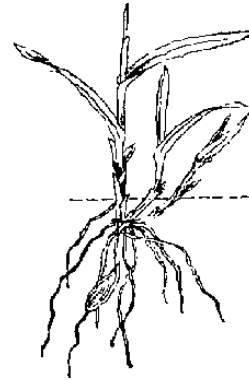


Схема кушіння рихлокущових злаків (цитовано за http://studopedia.com.ua/1_400234_nadpomogu-studentu.html).



Житняк гребінчастий *Agropyron cristatum* (L.) GAERTN. Рихлокущовий злак (за <https://ru.wikipedia.org/wiki/>).



Житняк гребінчастий *Agropyron cristatum* (L.) GAERTN. Рихлокущовий злак (за <https://ru.wikipedia.org/wiki/>).

Щільнокущові або дерновинні злаки абсолютно не мають повзучих пагонів. Особливістю злаків цього типу кушіння є те, що бічна брунька росте паралельно до материнської осі і боковий пагін спочатку залишається

притисненим до материнського та знаходиться всередині пазухи покривного листка. При цьому формуються щільні кущі. Цей тип розвитку пагонів є характерним переважно для ксероморфних злаків сухих лук, степів та напівпустель, а в тропіках - для саванних злаків. Щільно-кущові злаки вузол кущіння мають на поверхні ґрунту.

Деякі дерновинні злаки можуть селитися на сильно ущільнених ґрунтах і зазвичай приходять на зміну кореневищним і рихлокущовим злакам. Дерновинні злаки утворюють в ґрунті щільну і міцно-скріплену масу коріння, при цьому товщина дернини досягає 30 і більше см. Ця дернина є дуже вологоємною і у вологому стані майже непроникною для повітря, що виключає нормальне сумісне зростання разом з дерновинними злаками інших груп рослин. Із щільно-дерновинними злаками співіснують лише мохи та деякі мікотрофи.



Кущіння щільнокущового дерновинного злаку. Типчак (за <http://bio.1september.ru/article.php?ID=200500906>).

Дерновинні злаки довговічні, тримаються на одному місці роками. Вони максимально адаптовані до нестачі вологи в навколишньому середовищі. З дерновинних злаків можна назвати щучку дернисту, вівсяницю овечу та інші (цитовано за В.Р. Вільямсом, <http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000057/st006.shtml>; http://studopedia.com.ua/1_400234_na-dopomo-gu-studentu.html).

Стадії сукцесії заростання покинутих земель в степу:

І стадія - однорічні та багаторічні бур'яни (лобода, амброзія, кордарія і ін.); на яскравому сонячному світлі відкритих просторів першими оселяються бур'яни (тому що їх проростки не бояться прямого сонячного світла). Поступово багаторічні бур'яни витісняють однорічні бур'яни, оскільки для однорічників не залишається місця і ресурсів для щорічного проростання і росту в присутності багаторічних бур'янів;

NB! Під тінню бур'янів починають розвиватися проростки кореневищних злаків (на яскравому світлі відкритої місцевості вони не ростуть). Надалі

кореневищні злаки в сукцесійному ряду витісняють багаторічні бур'яни. Причини: бур'яни люблять світло і сонце, а кореневищні злаки затінюють бур'яни і заважають їх проростанню з насіння.



Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*). Однорічний бур'ян (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Лобода біла (*Chenopodium album*). Багаторічний бур'ян (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

2 стадія - багаторічні кореневищні злаки: пирій повзучий, стоколос безостий, мітлиця велетенська, мітлиця біла, двокісточник тростинний, війник наземний, бекманія звичайна (бекманія любить вологу, переносить об'їдання тваринами) та ін.; ці трави добре переносять стрижку, сінокосіння, не бояться витоптування і об'їдання тваринами, добре ростуть на пухких ґрунтах з достатньою аерацією.



Мітлиця велетенська (*Agrostis gigantea* Roth). Кореневищний рихлодерновинний злак (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Мітлиця велетенська (*Agrostis gigantea*). Кореневищний рихлодерновинний злак.

Кореневищні злаки мають пагони надземні і підземні, які називаються кореневищами. Вузол кущіння у них знаходиться на глибині 5 - 20 см від поверхні ґрунту. Завдяки цій особливості кореневищні злаки виявляються малочутливими до пожеж, сінокосіння, до виїдань тваринами. Від вузла кущіння в ґрунті відходять в різні боки підземні пагони, іноді на значну відстань (від 0,1 до 1 м) від материнського пагона.

Розвиваючись найкраще на пухких ґрунтах з хорошою аерацією, кореневищні злаки утворюють густий травостій. Завдяки тому, що надземні пагони у кореневищних злаків не прилягають один до одного, куш у них не щільний, а кореневища і коріння утворюють рихлу дернину (цитовано за <http://ru-ecology.info/term/5268/>).



Стоколос безостий (*Bromus inermis*).
Кореневищний злак (за <https://ru.wikipedia.org/wiki/>).



Стоколос безостий (*Bromus inermis*).
Кореневищний злак (за <https://ru.wikipedia.org/wiki/>).

3 стадія - багаторічні дерновинні злаки (клімаксна екосистема) (типчак, ковила Іоанна, запашний колосок, гірська осока і ін.). Багаторічні дерновинні злаки бояться витоптування, об'їдання, викошування. До тих пір, поки є такий вплив на степ - дерновинні злаки не поширюються на території екосистеми.

Але, якщо витоптування і об'їдання припинилося - тоді дерновинні злаки витісняють кореневищні злаки: розростання і змикання дерновинних злаків перешкоджає доступу світла, крім того, значно ущільнюється ґрунт - що призводить до поступового витіснення кореневищних злаків дерновинними.

Зменшення навантаження копитних («недовипас») не залишається нейтральним для рослинності. При недовипасі - розростання і змикання дерновин веде до витіснення інших видів рослин. Разом з тим, накопичення мертвих рослинних залишків ускладнює проростання самих злаків. Зрештою це призводить до загибелі дерновинних злаків і розростання азотолюбивих бур'янів. Відновлення спільнот з пануванням дерновинних злаків займає 15 - 20 років і проходить через стадії «бур'янів», кореневищних злаків і степового різнотрав'я (за Шилов І.А. Екологія, 2000, - 512 с.; <http://www.ngpedia.ru/pg2679083OpK63Kx0051225001/>).



Запашний колосок (*Anthoxanthum*).
Дерновинний злак (за
<https://ru.wikipedia.org/wiki/>).



Типчак або костриця валійська.
Дерновинний злак
(http://bg.sfedu.ru/Virt_Herb/plants/plantae/fest_val.jpg).

Штучне прискорення сукцесії (цитовано за <http://ru-ecology.info/term/5268/>). Для прискорення природної сукцесії використовують методику підсіву трав, які з'являються зазвичай на більш пізніх стадіях сукцесії. У лісовій зоні для цього рекомендують з бобових - різні види конюшини, лядвинець рогатий; в лісостеповій зоні - види конюшини, еспарцет посівний та люцерну посівну; в степовій зоні - люцерну посівну, еспарцет посівний та буркун жовтий. Травосуміші для підсіву включають відповідні злакові трави, прийняті для посівних травосумішей в даних зонах (верхові рихлокустові і кореневищні злаки, а також - низові злаки). В посушливих умовах Південного Сходу і в степу рекомендуються підсиви травосумішей з житняка ширококолосого, вівсяниці бороздчатої, кохії простертої, костреця прямого, люцерни гібридної та ін. (цитовано за <http://ru-ecology.info/term/5268/>).

Пірогенна сукцесія в степах (за Самбуу, 2014). Згідно з літературними джерелами вплив випалювання на степову рослинність має свою специфіку в залежності від зональних і регіональних особливостей. Так, спостереження Н.Ф. Комарова (1951) на луговому степу Центрально-Чорноземної області виявили, що пізньо-осінні і ранньо-весняні пали позначаються лише на весняних травостоях, які використовуються для випасу і сінокосіння.

Проте, пал може досить сильно вплинути на степ, якщо він стався пізньою весною. За даними Самбуу А.Д. (2014), після літньої пожежі в ковильно-типчаковому степу травостій мав характеристики, які різко відрізнялися від характеристик травостою, незайманого пожежею. Після

пожежі більш прискореними темпами проходили свій розвиток ковила Лессінга (*Stipa lessingiana*), ковила волосиста (*Stipa capillata*), типчак або костриця валійська (*Festuca valesiaca*). Пожежа негативно позначилася, насамперед, на полинах. Так, проективне покриття полину *Artemisia sublessingiana* знизилося в травостой від 5 до 22 разів. Дерновинні злаки після пожежі розвивалися пишніше, внаслідок чого дещо зросло їх проективне покриття.

У злаків вузол кушіння досить добре захищений від вогню зануренням в ґрунт, тому при сприятливих метеорологічних умовах злаки швидко відростають. Ця особливість дерновин степових злаків призводить до того, що, якщо пожежа сталася в першій половині осені, коли припиняється вегетація злаків, або рано навесні, вони від нього не тільки не страждають, але, навпаки, розвиваються краще, внаслідок усунення конкуренції з боку полину. При цьому, кореневищні злаки з повністю зануреними в ґрунт органами вегетативного розмноження, переносять пожежі краще дерновинних злаків.

Згідно М.С. Шалит і А.А. Калмикова (1935), дослідження відновлення рослинності протягом ряду років показали, що вплив пожеж на південний варіант типчакково-ковилового степу є обмеженим, помітних змін рослинності майже не відбувається, дія вогню зводиться лише до знищення ярусу нижчих рослин, які утворюють моховий і лишайниковий покрив.

Цікавими є дані Г.Т. Кандалова (2009) по дослідженню впливу палів на степові екосистеми Хакасії. Повторювані весняні пали в заповідному дрібно-дерновинному чотиризлаковому степу перешкоджали природному ходу відновлення рослинності: уповільнювали ріст надземної фітомаси, знижували видову стійкість співтовариства, стимулювали розростання карагани карликової. Тоді як у справжньому крупнодерновинному степу на старому покладі після весняних палів відбувалось помітне збільшення видового флористичного багатства в рік пожежі - в основному за рахунок засмічених і нехарактерних видів різнотрав'я. Пал і подальші 6 років заповідного режиму призводили до відновлення колосняково-ковильно-полинового степу до стану колосняково-овсецово-ковилового степу (за Самбуу, 2014).

Сукцесії на території типчакково-ковилкових степів Херсонської області (цитовано за <http://mycity.kherson.ua/pryroda/rasteny/stepy.html>).

Типчакково-ковилкові степи на території Херсонської області можна зустріти в заповіднику Асканія-Нова і подекуди на схилах балок, ярів і крутих схилів Дніпра та Інгульця. Найкраще рослинний покрив типчакково-ковилкових степів зберігся в заповіднику Асканія-Нова. Його площа становить 11 тис.га, з яких близько 10 тис.га - це незайманий степ, а 1 тис.га – поклад, залишений з 1965 року для відновлення степової рослинності.

Ковиловий степ Асканії-Нова в розпал весни представлений наступними різновидами флори: ковила українська, герань українська, пижмо тисячолісте, лишайник кладонія листовата, ковила волосиста, веснянка весняна, мох астомум кучерявий, типчак, мох тортула сільська, ковила Лессінга. У місцях з порушеним в тій чи іншій мірі покровом - на старих дорогах, у нор землеерів, колишніх стоянках худоби - густі зарості утворює острец гіллястий.

Панівні види злаків в Ново-Асканійських степах відносяться до роду ковила. Частіше за інших зустрічається ковила українська. Також широко представлені спільноти, в яких домінує ковила волосиста, або тирса. Завдяки грубій і жорсткій дерновині, цей вид є дуже стійким до витоптування. Нерідко в рослинних співтовариствах заповідного степу, особливо в місцях, де допускається помірне пасовищне навантаження, переважає ковила Лессінга.



Ковиловий степ (цитовано за [http:// mycity.kherson.ua/pryroda/rasteny/stepy.html](http://mycity.kherson.ua/pryroda/rasteny/stepy.html)).

Всюди в степу зустрічається типчак - один з найбільш поширених видів роду костриця. Роль типчаку в умовах помірного випасу і абсолютної заповідності зазвичай є меншою, ніж видів ковили. Однак на ділянках зі значним випасом худоби - типчак починає домінувати, утворюючи так звану типчакову стадію пасовищної рослинності.

Сукцесія в степу за умов випасу худоби. Взаємодія в біоценозі між травоядними тваринами і степовою рослинністю. При збільшенні пасовищного навантаження з травостою першими випадають ковили. Їх місце займає типчак, який нерідко утворює суцільний покрив. Зникають також і інші звичайні рослини: степові ірис, тюльпани, гіацинти, зопники, але зате рясними стають рослини, які не поїдаються худобою - молочай Сегієра, кохія, полин австрійський, чортополох, конюшина пашенна. Зовсім не страждає від випасу тонконіг цибулинний. Завдяки особливому способу розмноження - живородінню, коли в суцвітті замість квіток утворюються невеликі вегетативні пагони-цибулинки, тонконіг цибулинний вважається типовим злаком ділянок з надмірним випасом. Остання стадія пасовищної відмови екосистеми – це стадія вигону. На цій стадії зникає навіть тонконіг цибулинний, з'являються однорічники: горець пташиний, лобода татарська та інші.

Сукцесії в степу після відновлення абсолютного заповідного режиму. У разі встановлення абсолютно заповідного режиму спостерігаються інші зміни. Сухе листя і стебла злаків не видаляються, і з часом утворюється дуже щільна підстилка, що ускладнює відновлення майже всіх рослин. В результаті з'являються голі ділянки, де вкорінюються бур'яни. Степова рослинність через певний час втрачає свій нормальний вигляд, розріджується, в ній посилюється роль кореневищних злаків (видів пирію та інших), і в кінці кінців вона перетворюється в невиразний комплекс, в якому чергуються кореневищні

злаки, бур'яни, які буйно ростуть, осока рання, дрібне різнотрав'я і космополітні види мохів - бріум дернистий і цератодон пурпуровий.

Таким чином, для формування типової степової рослинності необхідний помірний випас, при якому в ґрунт втоптується насіння степових видів, що полегшує його проростання, знищуються бур'яни, видаляється зайва маса сухих стебел і листя.

Проблема відродження корінної рослинності, знищеної при розоренні степу. Відновлення степу залежить від багатьох умов: потужності гумусного горизонту, тривалості і характеру господарського використання даної ділянки, наявності залишків уцілілої степової рослинності, віддаленості ділянки від покладів і інших антропогенно-освоєних територій і т.н. Слід відзначити, що прикладів повного відновлення розоранного степу на сьогоднішній день немає.

Роль пірогенного фактору і диких рослиноїдних тварин в історичному формуванні степу. Вчені припустили, що певний вплив на розвиток рослинного покриву степів мали не тільки витоптування та об'їдання рослинності дикими тваринами, але й також періодичні пали, які використовували давні люди для покращення видового складу рослинності, яка слугувала основною кормовою базою.

У природному, не займаному людиною ландшафті, викликані ударом блискавки пожежі не були настільки частими, як штучні пожежі ініційовані людиною, але вони охоплювали великі простори і вирували до тих пір, поки не вигоріла вся рослинність між перешкодами (річками, глибокими балками і т.п.). Проте, ще починаючи з неоліту (40 тис. років тому) люди почали штучно викликати пожежі для поліпшення видового складу степової рослинності, яка складала основу харчування давніх людей. При цьому гинув мохово-лишайниковий покрив, з травостою випадали стержне-кореневі багаторічники (наприклад, молочаї, кореневищні злаки, чагарники), і в той же час розросталися дерновинні злаки, особливо ковили.

Вочевидь, за період тисячолітніх палів степу людиною - в степу збереглися ті види, які пристосувалися до щорічних випалювань. Цілком можливо, що ковиловий степ, який сьогодні вважають таким, що виник природним шляхом, як раз сформувався під впливом людини. А яким степ був спочатку – не відомо. Зокрема, результати сучасних досліджень свідчать про те, що пали і природні пожежі знімають конкуренцію дерновинних злаків з полинами (полини бояться пожеж). Крім того, вигорання сухих решток рослин сприяє розвитку дерновинних злаків. Таким чином, степові пожежі повинні мати позитивний вплив на стан типчаково-ковилового степу. Тому, невідновлення природного степу після припинення його господарського використання цілком можливо є результатом відсутності усіх складових, які свого часу забезпечили його формування (цитовано за <http://mycity.kherson.ua/pryroda/rasteny/stepy.html>).

Література:

Самбуу А.Д. Сукцессии растительных сообществ в травянистых экосистемах Тувы. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Кызыл. – 2014. – 382 с.

РОЗДІЛ 2. Дослідження екологічного стану екосистем міста

Робота № 14

Тема: Аналіз ефективності самоочищення атмосферного повітря на території дослідження.

Мета роботи: визначити здатність атмосфери в регіоні проходження практики до самоочищення.

Матеріали та реактиви: флюгер, папір, олівці, дані метеорологічної станції.

Інформація. Рівень забруднення атмосферного повітря в м. Херсоні (цитовано за «Регіональна доповідь..., 2016»). Загальний стан забруднення атмосферного повітря в м. Херсоні оцінюється як високий, він обумовлений здебільшого підвищеним вмістом специфічних шкідливих речовин – фенолу, формальдегіду, оксиду азоту, з основних домішок – оксиду вуглецю і диоксиду азоту. Середньорічні концентрації шкідливих речовин протягом 2016 р. загалом по місту перевищували відповідні середньодобові ГДК з формальдегіду – в 2,67 рази, з фенолу – в 1,17 рази, з диоксиду азоту – в 3,37 рази, оксиду азоту – в 1,1 рази.

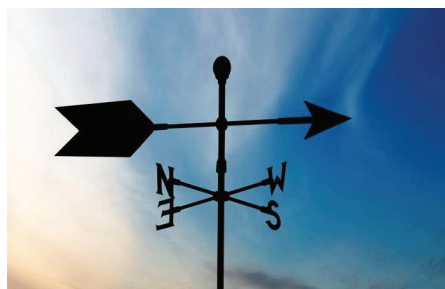
Основними факторами збільшення викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення протягом останніх років є використання більш дешевих видів енергоносіїв, зношеність або відсутність пилогазоочисних систем, значний відсоток зношеності виробничого обладнання. Причинами збільшення викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел є зношеність дорожнього покриття, використання палива низької якості, застарілі двигуни, затори на дорогах, особливо в «часи пік», а також щільна забудова довкола основних транспортних магістралей міста, перевантаженість вулиць особистим автотранспортом через неякісну систему громадського транспорту.

Серед природних факторів, які впливають на накопичення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста Херсона, найбільше значення мають напрям і сила вітрів, кількість опадів, кількість днів з штилями, і т.н. (цитовано за «Регіональна доповідь..., 2016»). Зокрема, одним з важливих природних факторів накопичення забруднюючих речовин в атмосфері м. Херсона є високий рівень інсоляції. У межах Херсонської області сумарна сонячна радіація складає 4700 – 4900 МДж/м² і змінюється за сезонами та з півночі на південь. Річна сума радіаційного балансу складає 2000 МДж/м² на півночі; 2200 МДж/м² – в центрі, 2250 МДж/м² – на півдні області (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>). Відомо, що під впливом сонячних променів вуглеводні вихлопних газів перетворюються в інші типи органічних сполук, зокрема, у формальдегід, які зазвичай є більш токсичними і канцерогенними, порівняно з вихідними сполуками.

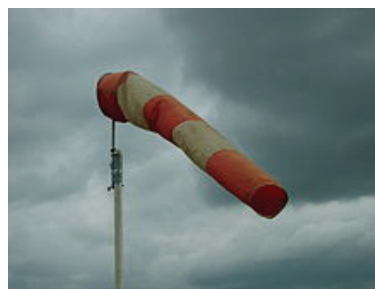
Самоочищення атмосферного повітря. Самоочищення атмосфери від забруднюючих речовин відбувається механічно, за рахунок дії вітрів і випадання атмосферних опадів (снігу, дощу). А також, внаслідок розкладання

забруднюючих речовин, які потрапили у повітря. Аналіз напрямку і сили домінуючих вітрів дозволяє спрогнозувати напрямок геоекологічної трансмісії забруднюючих речовин з повітряними масами.

Напрямок вітру встановлюють за допомогою флюгеру або вітровказівнику. У метеорології напрямок вітру визначається як азимут напрямку з якого дме вітер. Виключенням, однак, є аеронавігаційне визначення, що вказує напрямок у якому дме вітер, тобто який відрізняється на 180°.

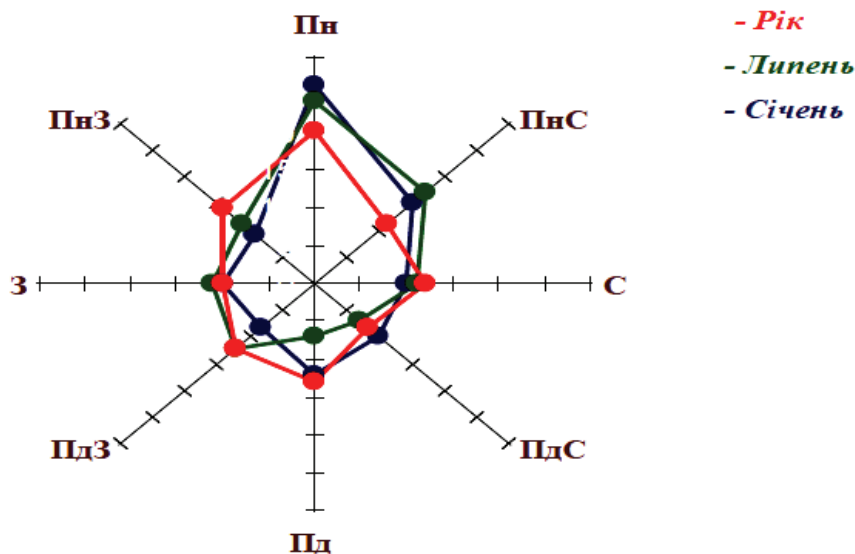


Флюгер (цитовано за <https://www.google.com.ua/search?q>).



Вітровказівник (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Роза вітрів – це діаграма, яка показує повторюваність вітрів різних напрямків в даній місцевості (за місяць, сезон чи рік). Довжини променів, що розходяться від центру діаграми у різних напрямках, пропорційні повторюваності вітрів цих напрямків. За 8 (або 16) румбами відкладають у вибраному масштабі у вигляді векторів значення повторюваності напрямків (у % від загального числа спостережень) або значення середніх (максимальних) швидкостей вітру, які відповідають кожному румбу. Кінці векторів з'єднують ламаною лінією.



Повторюваність напрямків вітрів в м. Херсоні в 2012 р.

Розу вітрів враховують при плануванні населених місць (зокрема, для доцільної орієнтації будівель), при будівництві підприємств гірничої

промисловості, організації провітрювання кар'єрів і т.н. (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Коефіцієнт метеорологічного накопичення забруднюючих речовин в атмосфері було запропоновано обчислювати з використанням наступної формули:

$$K_M = \frac{P_{\text{ш}} + P_{\text{т}}}{P_{\text{о}} + P_{\text{в}}}$$

Де: K_M - коефіцієнт метеорологічного накопичення забруднюючих речовин в атмосфері; $P_{\text{ш}}$ - повторюваність днів (%) зі штилями (швидкість вітру 0 - 1 м/сек); $P_{\text{т}}$ - з туманами; $P_{\text{о}}$ - з опадами 0,5 мм і більше; $P_{\text{в}}$ - з вітрами (зі швидкістю вітру 5 м/сек і більше). При $K_M > 1$ в атмосфері переважають процеси накопичення забруднюючих речовин; при $K_M < 1$ - переважають процеси самоочищення атмосфери (цитовано за Барановський, Шищенко, 2002).

Хід роботи

1. Використовуючи флюгер, встановіть напрямок вітру на території дослідження вранці, вдень, ввечері. Порівняйте отримані дані з даними метеорологічного поста на території дослідження за останні 10 років. На підставі метеорологічних даних побудуйте розу вітрів для території дослідження.

2. Використовуючи формулу, розроблену фахівцями-географами України, і дані таблиць 1-2, розрахуйте здатність атмосфери в межах міста Херсона накопичувати забруднюючі речовини.

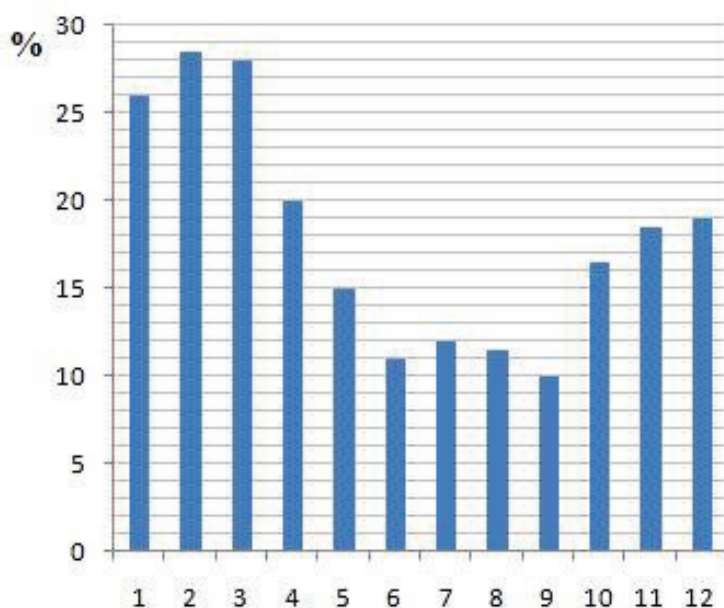
Таблиця 1. Метеорологічні характеристики по м. Херсону за 2007 рік

Метеорологічні характеристики	Місяці												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Кількість днів з опадами	9	6	5	3	4	6	4	7	12	9	12	6	83
Повторюваність в % туманів	4	3	1	1	1	0	0	0	2	3	3	1	2
Повторюваність в % штилів (швидкостей вітру 0-1 м/сек).	6	4	5	10	7	8	8	5	3	5	2	1	5

Таблиця 2. Середня місячна і середня річна швидкості вітру (м/сек) на території м. Херсона та Херсонської області (цитовано за <http://mycity.kherson.ua/pryroda/klimat.html>).

Місяці:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	За рік
Херсон	4,8	5,0	5,0	4,4	4,1	3,6	3,4	3,4	3,0	3,7	4,4	4,7	
Асканія Нова	5,7	6,0	6,0	5,1	4,5	4,1	4,2	4,1	3,8	4,3	5,1	5,6	4,9

*NB! Середня швидкість вітру на території Херсонської області є значною і становить від 3,5 м/сек до 5 м/сек, що більше, ніж в середньому по Україні (3-4 м/сек).



Частина вітрів в межах м. Херсона, придатних для потреб вітроенергетики по місяцях (цитовано за <http://ecost.lviv.ua/ru/grafic/xerson.html>). *NB! Вітрогенератор є економічно ефективним при швидкості вітру не менше, ніж 5 м/с (за https://energobelarus.by/articles/alternativnaya_energetika/).

3. Порівняйте стан запиленості дерев правої та лівої частин вулиці, яка розташована перпендикулярно домінуючим вітрам на території дослідження.

4. Перерахуйте фактори, які впливають на самоочищення атмосферного повітря від забруднюючих речовин.

Контрольні питання:

1. Від яких факторів залежить здатність атмосфери до самоочищення від забруднюючих речовин?

2. За допомогою яких приладів визначають напрямок вітру?

3. Як побудувати розу вітрів для певної території?

4. Як розраховується атмосферний потенціал накопичення забруднюючих речовин в атмосфері?

5. За допомогою яких методів можливо оцінити ступінь запиленості вулиць міста?

Література:

Барановський В.А., Шищенко П.Г. Стійкість природного середовища. – К.: 2002. – 35 с.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області за 2007 р., 2012 р., 2016 р.

Робота № 15

Тема: Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту на ділянці магістральної вулиці

Частина I. Визначення завантаженості вулиць автотранспортом

Мета роботи: з'ясувати навантаження певної частини вулиці автотранспортом для використання цих даних при визначенні рівня забруднення автотранспортом атмосферного повітря в регіоні дослідження.

Матеріали та реактиви: папір, олівці, годинник, прилади (екліметр, анемометр, психрометр).

Інформація. Джерела хімічного забруднення атмосферного повітря.

Хімічне забруднення атмосферного повітря відбувається як внаслідок дії природних факторів (викиди вулканів, дегазація боліт, природні пожежі, потрапляння в атмосферу продуктів життєдіяльності організмів та продуктів розпаду їх решток і т.н.), так і в результаті діяльності людини (вихлопні гази транспортних засобів, викиди підприємств, продукти розпаду речовин на звалищах, техногенні пожежі і т.н.).

Наслідками хімічного забруднення атмосферного повітря є погіршення здоров'я людей, деградація природних екосистем, прискорене руйнування будівель через корозію будівельних матеріалів і т.н.

Забруднення атмосферного повітря в Херсонській області (цитовано за «Регіональна доповідь... 2016»). Протягом 2016 р. в атмосферу Херсонської області від 333 підприємств надійшло 9,7 тис.т. забруднюючих речовин. При цьому найбільша кількість забруднень від стаціонарних джерел потрапила в атмосферу від підприємств м. Херсона (30,9 %). Щільність викидів від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на квадратний кілометр території області склала 340,0 кг забруднюючих речовин. Найбільш забрудненою є територія м. Херсона, де щільність викидів на 1 кв.км. становить 7023,0 кг. Основними стаціонарними забруднювачами довкілля області є підприємства, які займаються виробництвом та розподіленням електроенергії, газу та води (49,9%).

У всіх районах Херсонської області надходження забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення та виробничої техніки переважає над викидами від стаціонарних джерел. При цьому серед транспортних засобів за обсягом викидів лідирує автотранспорт, що перебуває у приватній власності населення.

Основними шляхами зниження забруднення атмосфери в області є розробка й впровадження очисних фільтрів на підприємствах, застосування екологічно безпечних джерел енергії, безвідхідної технології виробництва, боротьба з вихлопними газами автомобілів, озеленення території, ремонт дорожнього покриття, тощо (цитовано за «Регіональна доповідь... 2016»).

Забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту (цитовано за https://xreferat.com/112/49-1-oc-nka-zabrudnennya-atmos_fernogo-

rov-trya-vikidami-avtotransportu.html). Склад вихлопних газів автомобілів коливається в широких межах і залежить від ряду факторів: типу двигуна (карбюраторний, дизельний), режиму роботи і навантаження, технічного стану автомобіля, якості палива, кваліфікації і досвідченості водія (див. таблиці за Костюнін, 2009).

Таблиця. Обсяги викидів продуктів згоряння, млн.т./рік (за Костюнін, 2009).

Продукти згоряння:	Джерела продуктів згоряння:	
	автомобілі:	електростанції, промисловість і т.н.
СО	59,7	5,2
Вуглеводні й інші органічні речовини	10,9	6,4
Оксиди нітрогену	5,5	6,5
Сполуки, що містять сірку	1,0	22,4
Макрочастки	1,0	9,8

Таблиця. Наближений склад (% по обсягу) вихлопних газів автомобілів (за Костюнін, 2009).

Компоненти:	Вміст компонентів у вихлопах:	
	карбюраторний двигун, г/м ³ :	дизельний двигун, г/м ³ :
N ₂	74 - 77	76 - 78
O ₂	0,3 - 8,0	2 - 18
H ₂ O	3,0 - 5,5	0,5 - 4,0
CO ₂	5,0 - 12,0	1,0 - 10,0
СО	5,0 - 10,0	0,01 - 0,5
Оксиди сірки	0,0 - 0,8	2·10 ⁻⁴ - 0,5
Вуглеводні	0,2 - 3,0	1·10 ⁻³ - 0,5
Альдегіди	0 - 0,2	1·10 ⁻³ - 9·10 ⁻³
Сажа	0 - 0,4	0,01 - 1,1
Бензапірен	1·10 ⁻⁵ - 2·10 ⁻⁵	до 1·10 ⁻⁵

Таблиця. Вплив режимів руху автомобілів на концентрацію токсичних речовин у відпрацьованих газах (за Костюнін, 2009).

Токсичні компоненти відпрацьованих газів, %:	Режим роботи:			
	Холостий хід, 0 км/год:	Постійна швидкість, км/год:	Прискорення від 0 до 40 км/год:	Уповільнення від 40 до 0 км/год:
СО	0,50 - 8,00	0,30 - 2,5	1,90 - 3,80	1,50 - 4,10
CnHm	0,03 - 0,12	0,02 - 0,40	0,12 - 0,17	0,28 - 0,45

Де: CnHm – вуглеводні.

Величина щорічного екологічного збитку від функціонування транспортного комплексу України складає більше 700 млн. доларів і продовжує рости. Середній вік автотранспортних засобів в Україні залишається значним і складає 10 років, у тому числі 10% парку експлуатується понад 13 років, ці транспортні засоби є повністю зношеними і підлягають списанню (за Костенко та ін., 2010).

Вихлопні гази автомобільного транспорту містять в середньому 4-5% монооксиду вуглецю (CO), ненасичені вуглеводні й альдегіди, сірковмісні сполуки, сполуки свинцю в разі застосування етильованого бензину, оксиди азоту, особливо небезпечний канцероген бенз(α)пірен, сажу, тощо. Особливо значне забруднення спостерігається поблизу перехресть вулиць, біля світлофорів, де автомобілі змінюють швидкість або двигуни працюють на холостому ходу (цитовано за [https://xreferat.com/112/49-1-oc-nka-zabrudnennya-atmosfernogo-pov-trya-vikida mi-avtotransportu.html](https://xreferat.com/112/49-1-oc-nka-zabrudnennya-atmosfernogo-pov-trya-vikida-mi-avtotransportu.html)).

Тетраетилсвинець (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

Тетраетилсвинець $Pb(CH_3CH_2)_4$ – це отруйна металорганічна сполука. Застосовувався в основному як антидетонувальна присадка до моторного палива, для підвищення його октанового числа. Антидетонувальний ефект тетраетилсвинцю був відкритий у 1921 році в США на фірмі «General Motors». Майже відразу у робітників на виробництві етильованого бензину (бензину з додаванням тетраетилсвинцю) стали з'являтися нестійка хода і порушення психіки. В 1924 році на одній з погано вентильованих установок за кілька днів загинули п'ять робочих і ще тридцять п'ять стали інвалідами. Проте компанія «Ethyl Corporation» завжди заперечувала отруйність своєї продукції і у наступні кілька десятиліть основна маса бензину у Сполучених Штатах містила тетраетилсвинець.

У 1972 році американське Агентство по запобіганню забруднення навколишнього середовища (ЕРА) ввело заборону на використання тетраетилсвинцю і виробництво двигунів, розрахованих на етилований бензин. У відповідь виробники палива подали позов проти цієї заборони. ЕРА виграв процес. І з 1976 року почалося поступове витіснення палива, що містить тетраетилсвинець, яке було завершено до 1986 року. За результатами досліджень вже до 1994 року вміст свинцю в крові американців знизився в порівнянні з 1978 роком на 78%.

У Євросоюзі етилований бензин був заборонений з 1 січня 2000 року, хоча більшість країн-членів ввело таку заборону значно раніше. У Великій Британії продовжують виробляти невеликі кількості етильованого бензину, який оподатковується підвищеним податком. Китай відмовився від використання тетраетилсвинцю у 2001 році. В Україні етилований бензин був заборонений з 1 січня 2003 року (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).

У зв'язку із заборною виробництва етильованого бензину на нафтопереробних заводах України було почато реконструкцію діючих каталітичних установок та введення нових потужностей з випуску високоякісних екологічно безпечних сортів бензину.

Слід відзначити, що заборона найбільш масових марок бензину А-76, АИ-93 (ГОСТ 2084-77) і АИ-92 (ТУ 38.001165-97) через їх невідповідність вимогам

щодо вмісту свинцю, масової частки сірки, а також через відсутність регламентації вмісту бензолу і миючих присадок – призвела до виникнення ряду економічних і екологічних проблем. Так, за експертною оцінкою ДП «ДержавтотрансНДІпроект», в даний час в Україні загальна кількість транспортних засобів та спеціальної техніки з двигунами, розрахованими для роботи на бензині марок А-76 і А-80, перевищує 1 млн одиниць (бензини зазначених марок відрізнялися лише тим, що для бензину А-76 не було нормоване октанове число за дослідним методом). На цьому виді палива працюють понад 55% бензинових вантажних автомобілів і більше 35% бензинових автобусів, спеціальні і спеціалізовані (зокрема, аварійні) автомобілі комунальних служб, агропромислової, будівельної та іншої техніки, військові і санітарні автомобілі, особисті транспортні засоби найменш забезпечених верств населення, перш за все в сільській місцевості.

У зв'язку з припиненням з 1 липня 2013 р виробництва і споживання в Україні бензину А-76 (А-80) власники цих транспортних засобів і спеціальної техніки змушені використовувати автомобільний бензин марки А-92-Євро ДСТУ 4839: 2007. Крім того, що це веде до збільшення споживчих витрат на 3-5% (що має велике значення для державних споживачів і найменш забезпечених верств населення), використання бензину А-92-Євро не забезпечує повноцінну заміну низькооктанового палива. Це пояснюється тим, що конструкція двигунів, призначених для роботи на ньому, зокрема, їх ступінь стиснення, конструкція і характеристики автоматів випередження запалювання і т.н. розроблялися в розрахунку саме на властивості бензину А-76 (А-80). Вимушене застосування бензину А-92-Євро замість А-76 (А-80) підвищує ймовірність таких негативних наслідків, як збільшення викидів забруднюючих речовин з відпрацьованими газами, перегрів двигунів, пригорання випускних клапанів, зниження ресурсу і передчасна поломка двигуна (цитовано за <http://oilreview.kiev.ua/2014/02/15/problema-76/>).

Методи визначення рівня забруднення атмосфери. Рівень забруднення атмосферного повітря визначають: а) за допомогою лабораторних досліджень проб повітря, відібраних в регіоні дослідження; б) шляхом використання методів експрес-діагностики за допомогою газо-індикаторних трубок. Крім того, досить широко застосовуються методи опосередкованого визначення рівня забруднення атмосфери за допомогою розрахункових методик. Серед яких найбільш доступною і розповсюдженою є методика підрахунків типу і рівня транспортного навантаження на ділянку вулиці з урахуванням кліматичних умов, нахилу вулиці, наявності світлофорів і т.н. Наведена в даній роботі методика (згідно «Лабораторний та польовий практикум...», 2000») дозволяє визначити рівень забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів за концентрацією монооксиду вуглецю (СО), в мг/м³.

Хід роботи (за «Лабораторний практикум...», 2000)

1. Інтенсивність руху автотранспорту визначають методом підрахунку автомобілів різних типів 3 рази протягом 20 хвилин.

Час:	Тип автомобілів:	Число одиниць транспорту:	Склад руху:	
			у відсот- ках, %:	в долях одиниць, Рі:
	Легкий вантажний, мікроавтобус (до 1000 кг)			
	Середній вантажний (до 3000 кг)			
	Важкий вантажний (більше 3000 кг)			
	Автобус			
	Легковий			
	Всього:		100 %	1

На кожній точці підрахунку визначають характеристики вулиці: 1) тип вулиці: міська вулиця з однібічною забудівлею, жилі вулиці з одно- чи двобічною забудівлею, транспортні тунелі і т.н.; 2) нахил вулиці (визначається екліметром); 3) швидкість вітру (визначається анемометром); 4) вологість повітря (визначається психрометром); 5) наявність захисної смуги з дерев та ін.

Автомобілі розділяються на три категорії: з карбюраторним двигуном, дизельні, автобус «Ікарус», відповідно до даних, представлених в таблиці. Проводиться оцінка руху транспорту по окремих вулицям, будуються графіки.

Фіналом роботи є сумарна оцінка завантаженості вулиць автотранспортом за ГОСТ – 17.2.2.03 – 77: низька інтенсивність руху – 2,7 – 3,6 тис. автомобілів за добу, середня – 8 – 17 тис. і висока – 18 – 27 тис. за добу. Порівняйте завантаженість різних вулиць міста, а також залежно від типу автомобілів. поясніть ці відмінності.

Контрольні питання:

1. Як визначити інтенсивність руху автотранспорту в певному регіоні?
2. Як оцінити сумарну завантаженість вулиць автотранспортом за ГОСТом?

Література:

Колесник С.І. Статистична оцінка забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом. – К.: КНЕУ, 2004.

Костенко В.К., Зав'ялова О.Л., Андрійко Т.В., Колеснікова В.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом "Екологія міських систем" для студентів за фахом 7.070801 "Екологія гірництва" - Донецьк: ДонНТУ, 2010. – 28 с.

Костюнін Ю.В. Аналіз та оцінка автотранспортних забруднень м. Черкаси. Черкаси, 2009.

Лабораторний та польовий практикум з екології / под ред. проф. Замостяна В.П. і проф. Дідуха Я.П. Київ. – 2000. Вид. Нац. Ун-т «Києво-Могилянська Академія». – 200 с.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області. - 2016. Херсон.

Степанчук О.В. Методи створення і ведення транспортно-екологічного моніторингу в крупних і найкрупніших містах. – К.: КНУБА, 2004. – 133 с.

Частина II. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту на ділянці магістральної вулиці (за концентрацією CO) (за «Лабораторний практикум...», 2000)

Мета роботи: ознайомитися з методом оцінки забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів за концентрацією монооксиду вуглецю (CO).

Матеріали та реактиви: вихідні дані – показники попередньої роботи.

Хід роботи

1. Проведіть розрахунок концентрації монооксиду вуглецю в атмосферному повітрі за формулою:

$$K_{CO} = (A + 0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_\gamma \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi}$$

Де: A – фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження ($A=0,5 \text{ мг/м}^3$); N – сумарна інтенсивність руху автомобілів по дорозі (автом./год); K_T – коефіцієнт токсичності автомобілів по викидах в повітря окису вуглецю; K_A – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості; K_γ – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю залежно від величини повздовжнього нахилу; K_C – коефіцієнт, що враховує зміни концентрації окису вуглецю залежно від швидкості вітру; K_B – те ж відносно вологості повітря; K_{Π} – коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю біля пересічень.

Коефіцієнт токсичності автомобілів визначте за формулою:

$$K_T = \sum P_i \cdot K_{Ti}$$

Де: P_i – склад руху в долях одиниць, значення K_{Ti} визначають з таблиці:

Тип автомобіля:	Коефіцієнт K_{Ti} :
Легковий вантажний (мікроавтобус)	2,3
Середній вантажний	2,9
Важкий вантажний	0,2
Автобус	3,7
Легковий	1,0

Нижче наведений приклад розрахунків для складу руху в долях одиниць, якому відповідають такі значення $P_i = 0,1; 0,1; 0,05; 0,05; 0,7$:

$$K_m = 0,1 \cdot 2,3 + 0,1 \cdot 2,9 + 0,05 \cdot 0,2 + 0,05 \cdot 3,7 + 0,7 \cdot 1 = 1,41$$

Значення коефіцієнту K_A , що враховує аерацію місцевості, визначається з таблиці:

Тип місцевості по ступеню аерації:	Коефіцієнт K_A :
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5

Магістральні вулиці і дороги з багатоповерховою забудовою з двох боків	1,0
Житлові вулиці з одноповерховою забудовою, вулиці та дороги	0,6
Міські вулиці та дороги з однобічною забудовою, набережні, естакади, високі насипи	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Для магістральної вулиці з магістральною забудовою $K_A = 1$.

Значення коефіцієнту K_γ , що враховує зміни забруднення повітря монооксидом вуглецю залежно від величини поздовжнього нахилу визначається з таблиці:

Поздовжній нахил:	Коефіцієнт K_γ :
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коефіцієнт зміни концентрації монооксиду вуглецю в залежності від швидкості вітру K_C визначається:

Швидкість вітру, м/с:	Коефіцієнт K_C :
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значення коефіцієнта K_v , що визначає зміну концентрації монооксиду вуглецю залежно від відносної вологості повітря наведено в таблиці:

Відносна вологість повітря, %:	Коефіцієнт K_v :
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75
40	0,60

Коефіцієнт збільшення забруднення повітря монооксидом вуглецю біля пересічень:

Тип пересічення:	Коефіцієнт K_{Π} :
Регульоване пересічення: світлофорами звичайне;	1,8

світлофорами регульоване;	2,1
саморегульоване.	2,0
Нерегульоване:	
зі зниженою швидкістю;	1,9
кільцеве;	2,2
з обов'язковою зупинкою.	3,0

2. На підставі отриманих Вами даних зробіть висновок про відповідність рівня забруднення атмосферного повітря нормативам, якщо середньодобова ГДК монооксиду вуглецю (СО) в атмосферному повітрі дорівнює 1 мг/м³.

Контрольні питання:

1. Які шляхи зменшення рівня забруднення повітря автотранспортом?
2. Яку інтенсивність руху автотранспорту по вулицях міста вважають низькою, середньою, високою?
3. Як розраховують концентрацію монооксиду вуглецю в атмосферному повітрі?
4. У чому полягає небезпека вдихання монооксиду вуглецю (чадного газу) людиною?

Література:

1. Лабораторний та польовий практикум з екології / под ред. проф. Замостяна В.П. і проф. Дідуха Я.П. Київ. – 2000. Вид. Нац. Ун-т «Києво-Могилянська Академія». – 200 с.

Частина III. Методика оцінки рівня забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом за комплексом токсичних викидів. Розрахункове визначення концентрації токсичних речовин на різному віддаленні від дороги (цитовано за Микитюк и др., 2007).

Мета роботи: ознайомитися з методикою оцінки забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів за комплексом токсичних викидів, а також з методом розрахункового визначення концентрації токсичних речовин на різному віддаленні від дороги.

Матеріали та реактиви: вихідні дані – показники попередньої роботи.

Дана методика розрахунків заснована на визначенні розмірів викидів кожного з типів відпрацьованих газів, встановлення концентрації цих газів на різному віддаленні від дороги і подальшому порівнянні отриманих даних з гранично допустимими концентраціями (ГДК) даних речовин в повітряному середовищі. При розрахунку викидів враховуються типи автотранспортних засобів і конкретні дорожні умови. В якості розрахункової приймається інтенсивність руху різних типів автомобілів в змішаному потоці відповідно до «Керівництва по визначенню пропускної здатності автомобільних доріг».

Потужність емісії СО, С_nН_m, NO_x в відпрацьованих газах окремо для кожної газоподібної речовини визначається за формулою:

$$q = 2,06 \times 10^{-4} \times m \times \left[\left(\sum_1^i G_{ik} \times N_{ik} \times K_k \right) + \left(\sum_1^i G_{id} \times N_{id} \times K_d \right) \right], \quad (1)$$

Де: q - потужність емісії даного виду забруднюючих речовин від транспортного потоку на конкретній ділянці дороги, г/м.с.; $2,06 \times 10^{-4}$ - коефіцієнт переходу до прийнятих одиниць виміру; m - коефіцієнт, що враховує дорожні й автотранспортні умови і приймається за графіком (рис. 1) в залежності від середньої швидкості транспортного потоку, яка визначається відповідно до ВСН 25-98 «Вказівки щодо забезпечення безпеки руху на автомобільних дорогах»; G_{ik} - середня експлуатаційна витрата палива для даного типу (марки) карбюраторних автомобілів. Для оціночних розрахунків може бути прийнята за середніми експлуатаційними нормами з урахуванням умов руху, які наведені в таблиці 1, л/км; G_{id} - середня експлуатаційна витрата палива для даного типу (марки) дизельних автомобілів. Для оціночних розрахунків може бути прийнята за середніми експлуатаційними нормам з урахуванням умов руху, які наведені в таблиці 1, л/км; N_{ik} - розрахункова перспективна інтенсивність руху кожного виділеного типу карбюраторних автомобілів, авт./добу; N_{id} - розрахункова перспективна інтенсивність руху кожного виділеного типу дизельних автомобілів, авт./добу; K_k і K_d - коефіцієнти, що приймаються для даного компонента забруднення для карбюраторних і дизельних типів двигунів відповідно (приймаються за таблицею 2).

Таблиця 1. Середні експлуатаційні норми витрати палива на 1 км шляху, літри.

Тип автомобіля:	Середня експлуатаційна витрата палива, л/км:
Легкові автомобілі	0,11
Малі вантажні автомобілі карбюраторні (до 5 тонн)	0,16
Вантажні автомобілі карбюраторні (6 тонн і більше), наприклад ЗІЛ-130 і ін.	0,33
Вантажні автомобілі дизельні	0,34
Автобуси карбюраторні	0,37
Автобуси дизельні	0,28

Таблиця 2. Значення коефіцієнтів K_k і K_d

Вид викидів:	Тип двигуна:	
	карбюраторний	дизельний

Монооксид вуглецю	0,6	0,14
Вуглеводні	0,12	0,037
Окис азоту	0,06	0,015

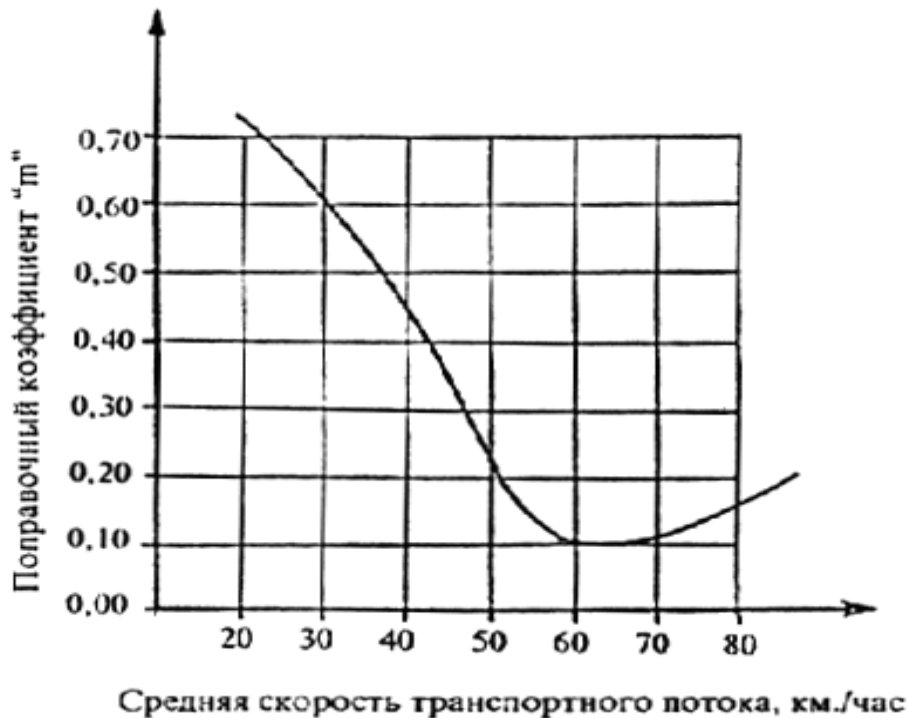


Рис. 1. Залежність величини коефіцієнта «m», що враховує дорожні та транспортні умови руху, від середньої швидкості транспортного потоку.

Потужність емісії в повітряне середовище сполук свинцю у вигляді аерозолів визначається за формулою :

$$q = 2,06 \times 10^{-7} \times K_o \times m_p \times K_r \times \left[\left(\sum_1^i G_{ik} \times N_{ik} \times P_{ik} \right) \right], \quad (2)$$

Де: Q - потужність емісії в повітряне середовище сполук свинцю на конкретній ділянці дороги, г/м.с.; $2,06 \times 10^{-7}$ - коефіцієнт переходу до прийнятих одиниць виміру; m_p - коефіцієнт, що враховує дорожні й автотранспортні умови і приймається за графіком (рис. 2) в залежності від середньої швидкості транспортного потоку; $K_o = 0,8$ - коефіцієнт, що враховує осідання свинцю в системі випуску відпрацьованих газів; $K_r = 0,2$ - коефіцієнт, що враховує частку свинцю, що викидається у вигляді аерозолів, в загальному обсязі викидів; G_{ik} - середня експлуатаційна витрата палива для даного типу (марки) карбюраторних автомобілів (приймається по таблиці 1), л/км; N_{ik} - розрахункова перспективна інтенсивність руху кожного виділеного типу

карбюраторних автомобілів, авт./добу; P_i - вміст добавки свинцю в паливі, що застосовується в автомобілі даного типу, г/кг. В таблиці 3 вказана відповідність між типом палива, що використовується, і типом автомобіля.

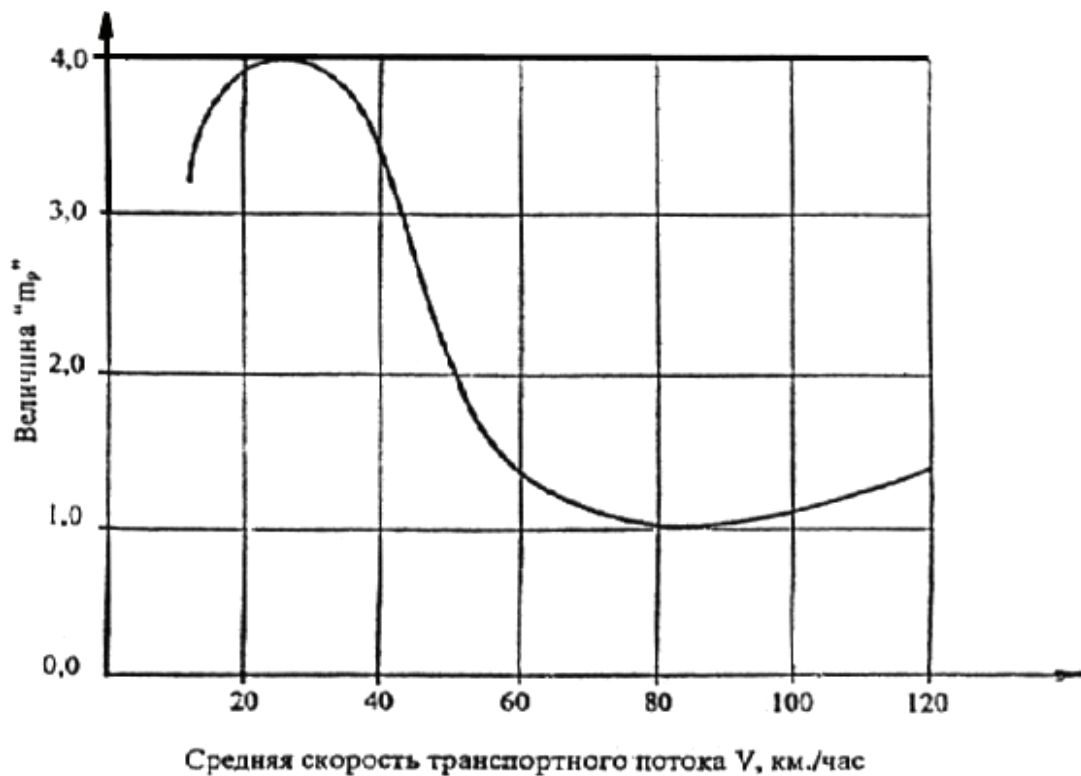


Рис. 2. Залежність величини коефіцієнта «тр» від середньої швидкості транспортного потоку.

Таблиця 3. Відповідність типу палива типу автомобілів.

Тип автомобілів:	Тип палива:
Легкові	А-93
Малі вантажні карбюраторні	А-76
Вантажні карбюраторні	А-76
Вантажні дизельні	Вантажні дизельні
Автобуси карбюраторні	А-76

*NB! Бензин АІ-92 може бути етилований (вміст свинцю менше 0,15 г/л) і не етилований (вміст свинцю до 0,013 г/л). З 01.01.2003 р. в Україні використання і виробництво етилованого бензину заборонено (т.т. бензину, в який додається тетраетилсвинцю в якості антидетонатора). Бензини АІ-95, А-94, А-76 не етиловані (вміст свинцю до 0,013 г/л).

*NB! При наявності фактичних даних про емісію токсичних складових відпрацьованих газів автомобілів слід приймати безпосередньо значення цих даних без перерахунків за витратами палива.

Розрахунок розсіювання викидів від автотранспорту і визначення концентрації токсичних речовин на різному видаленні від дороги.

При розрахунку розсіювання викидів від автотранспорту і визначення концентрації токсичних речовин на різному видаленні від дороги використовується модель Гаусовського розподілу домішок в атмосфері на невеликих висотах.

Концентрація забруднень атмосферного повітря монооксидом вуглецю, вуглеводнями, оксидами азоту, сполуками свинцю уздовж автомобільної дороги визначається за формулою:

$$C = \frac{2q}{\sqrt{2\pi} \times \sigma \times V \times \sin\varphi} + F, \quad (3)$$

Де: C - концентрація даного виду забруднення в повітрі, $г/м^3$; Q - розрахована в попередньому дослідженні концентрація в повітряному середовищі кожної забруднюючої речовини, $г/м.с.$; σ - стандартне відхилення Гаусовського розсіювання в вертикальному напрямку (приймається за таблицею 4), м; V - швидкість вітру, що переважає в розрахунковий місяць літнього періоду, м/с; φ - кут, який утворюється напрямком вітру до траси дороги. При куті від 90 до 30 градусів швидкість вітру слід множити на синус кута, при куті менш 30 градусів – коефіцієнт дорівнює 0,5; F - фонові концентрації забруднення повітря, $г/м^3$.

Таблиця 4. Значення стандартного Гаусовського відхилення при віддаленні від краю проїжджої частини, м.

Сонячна радіація, що надходить	Значення стандартного Гаусовського відхилення σ при віддаленні від краю проїжджої частини, м:								
	10	20	40	60	80	100	150	200	250
Сильна	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Слабка	1	2	4	6	8	10	14	18	

Примітка: сильна сонячна радіація відповідає ясній сонячній погоді, слабка - похмурій (в т.ч. дощовій). Величина повинна прийматися в розрахунковий період найбільшої інтенсивності руху (літній період). Рівень сонячної радіації приймається в залежності від того, яка погода превалює в розрахунковий місяць.

Результати розрахунку за формулою (3) зіставляються з гранично допустимими концентраціями (ГДК), встановленими органами Міністерства охорони здоров'я з урахуванням класу небезпеки для токсичних складових

відпрацьованих газів теплових двигунів в повітрі населених місць. ГДК наведені в таблиці 5.

Таблиця 5. Гранично допустима концентрація токсичних складових відпрацьованих газів в повітрі населених місць, мг/м³.

Вид речовини:	Клас небезпеки:	Середньодобові гранично допустимі концентрації, мг/м ³
Монооксид вуглецю	4	1,0
Вуглеводні	3	0,5
Оксиди азоту	2	0,04
Сполуки свинцю	1	0,0003

Таблиця 6. Зниження концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі різними типами захисних споруд та зелених насаджень.

Захисний захід:	Зниження концентрації забруднюючих речовин в атмосфері, %:
1. Один ряд дерев з чагарником висотою до 1-5 м на смузі газону 3-4 м	10 %
2. Два ряди дерев без чагарнику на газоні 8-10 м	15 %
3. Два ряди дерев з чагарником на газоні 10-12 м	30 %
4. Три ряди дерев з двома рядами чагарнику на смузі газону 15-20 м	40 %
5. Чотири ряди дерев з чагарником висотою 1-5 м на смузі газону 25-30 м	50 %
6. Суцільні екрани, стіни будівель заввишки понад 5 м від рівня проїзної частини.	70 %
7. Земляні насипи, укоси при прокладанні дороги у виїмці при різниці оцінок від 2 до 3 м	50 %
8. Те ж, 3-5 м	60 %
9. Те саме, більше 5 м	70 %

Хід роботи

1. Використовуючи отримані Вами дані по інтенсивності руху різних типів автомобілів на певній ділянці дороги (показники N_{ik} і N_{id}), розрахуйте потужність емісії CO, CnHm і NOx у відпрацьованих газах за формулою (1) і викидів сполук свинцю у вигляді аерозолів за формулою (2) (див. «Інформація до Частици III»). Отримані дані внесіть до таблиці 7.

2. Визначте концентрацію кожної із забруднюючих речовин в атмосфері уздовж автомобільної дороги на відстані X м від краю проїжджої частини,

використовуючи формулу (3) (див. «Інформація до Частини III»). Отримані дані внесіть до таблиці 7.

*NB! X - дослідник обирає відстань, на якій на даній ділянці вулиці розташовані житлові будинки.

3. Використовуючи дані таблиці 5, зробіть висновок про відповідність рівня забруднення атмосфери діючим нормативам біля проїжджої частини дороги і на тій відстані від краю проїжджої частини дороги, де розташовані житлові будинки.

Таблиця 7. Вміст компонентів вихлопних газів автомобілів в атмосферному повітрі на ділянці дороги, яка досліджується.

Компонент вихлопних газів автомобілів:	Розрахункова концентрація компонентів вихлопних газів автомобілів:		Нормативи, ГДК:
	біля проїжджої частини	біля житлових будинків	
CO			
CnHm			
NOx			
Аерозолі свинцю			

4. За умови перевищення рівня забруднення атмосфери вихлопними газами автомобілів – надайте рекомендації щодо вирішення означеної проблеми (для цього використовуйте дані таблиці 6).

Контрольні питання:

1. Як розрахувати концентрацію монооксиду вуглецю, оксидів азоту, вуглеводнів та аерозолів свинцю у викидах вихлопних газів автотранспорту?

2. Як визначити концентрацію токсичних речовин в атмосферному повітрі на різних відстанях від дороги?

Література:

Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, Санкт-Петербург, 2002. – 90 с.

Микитюк А.В., Шугай П.Ю., Полторак Я.А. Методические указания. - Краснодар: КГАУ, 2007 г.- 44 с.

Робота № 16

Тема: Визначення запиленості території (цитовано за <http://stydopedia.ru/2x8d72.html>).

Мета роботи: вивчення порівняльної запиленості території парків, автодоріг біля паркової зони та біля шосе.

Матеріали та реактиви: стрічка прозора з липким шаром (скотч), листи паперу, рулетка.

Інформація. Небезпека запилення повітря (цитовано за <http://www.academplab.ru/uslugi-laboratorii/analiz-vozduha/pyil-v-vozduhe/>).

Джерела пилу в атмосферному повітрі можуть бути як природні (продукти вивітрювання підстилюючих порід, подрібнення ґрунтів, продукти горіння в природних екосистемах, частинки епітелію шкіри і т.н.), так і техногенні, пов'язані з викидами підприємств, транспорту і т.н. При цьому і природний, і техногенний пил може містити велику кількість шкідливих речовин - важких металів, вуглеводнів, бенз(а)пірену і т.н.

Вплив запиленості повітря на здоров'я людей може бути різним в залежності від хімічного складу, походження, розмірів і щільності частинок пилу. За характером це може бути як невелика подразнююча дія, так і гостре токсичне отруєння. Найбільшу небезпеку становлять частинки пилу з розмірами менше 10 мкм (PM10), які легко проникають в дихальні шляхи, і менше 2,5 мкм (PM2.5), які проникають глибоко в легені.

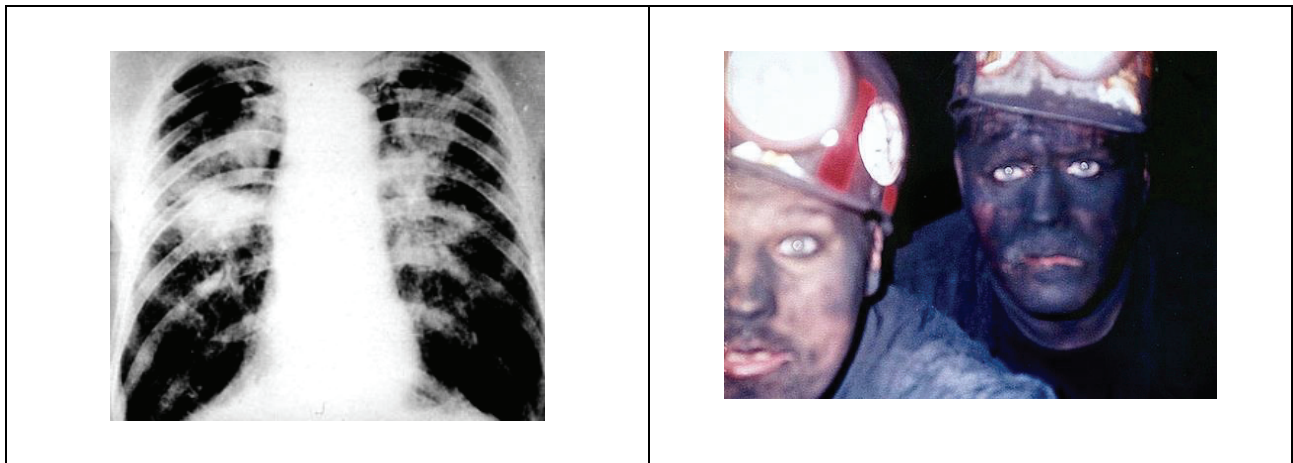
Шкідлива дія виробничого пилу на організм людини (https://studopedia.su/15_71748_zapilennost-vozduha-vliyanie-pili-na-organizm-cheloveka-normi-predelno-dopustimoy-kontsentratsii-pili.html). Виробничий пил підрозділяється на органічний, неорганічний і змішаний. До органічного відноситься пил тваринного і рослинного походження, наприклад, бавовняний, деревний. До неорганічного відноситься мінеральний пил, наприклад, цементний, кварцовий, азбестовий, а також металевий. Пил за ступенем його подрібнення (дисперсності) ділять на дві групи: видимий, з розміром частинок більше 10 мкм і мікроскопічний, менш 10 мкм.

Вражаюча дія пилу на організм людини багато в чому визначається його фізико-хімічними властивостями, токсичністю, дисперсністю, тобто розміром частинок пилу, а також концентрацією в повітрі робочої зони. Ступінь небезпеки пилу залежить також від форми його частинок, їх твердості, волокнистості, електрзарядженості, питомої поверхні і ін. властивостей.

Пил може здійснювати на організм людини фіброгенний, подразнюючий і токсичний вплив. Фіброгенною називається така дія пилу, при якій в легенях відбувається розростання сполучної тканини, що призводить до порушення нормальної будови і функції органу. Пил деяких речовин і матеріалів (скловолокно, слюда і ін.) подразнює верхні дихальні шляхи, слизові оболонки очей, шкіру. Токсичну дію має пил, до складу якого входять токсичні речовини (свинець, хром, берилій та ін.), які у складі пилу потрапляють в організм людини через легені.

Шкідливість пилу обумовлена його здатністю викликати професійні захворювання. Найбільш важкі захворювання виникають при попаданні пилу в легені. Ці види захворювань носять спільну назву пневмоконіозів (по-грецьки "пневмо" - легені, «коніс» - пил) і мають багато різновидів (металлоконіози, зерновий пневмоконіоз, азбестоз, талькоз, цементоз, каоліноз і ін.). Вирішальний вплив на ступінь ураження організму людини шкідливими хімічними речовинами і пилом має концентрація їх в повітрі робочої зони і тривалість впливу.

Слід зазначити, що у жителів великих міст були виявлені фіброзні зміни в легенях, які схожі на початкові стадії професійних пневмоконіозів.



Легені робочого гірничорудної промисловості, уражені професійним пневмоконіозом, внаслідок тривалого вдихання рудникового пилу (цитовано за <http://www.elite-medicine.narod.ru/pulmon20.html>).

Нормативи по запиленості повітря (цитовано за <http://www.academplab.ru/uslugi-laboratorii/analiz-vozduha/pyil-v-vozduhe/>). Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), частинки пилу в повітрі є однією з основних причин розвитку безлічі захворювань дихальних шляхів і серцево-судинної системи. Рекомендовані ВООЗ граничні концентрації частинок PM10 і PM2.5 в повітрі встановлені в документі під назвою «Керівництво за якістю повітря» («Air quality guidelines») (2005) у вигляді середньодобових і середньорічних величин.

Таблиця. Рекомендації Всесвітньої організації охорони здоров'я за цільовими рівнями концентрацій твердих частинок PM10 і PM2.5 в повітрі.

Показник:	Концентрація пилу в повітрі:	
	середньодобова	середньорічна
Тверді частинки PM2.5	0,025 мг/м ³	0,01 мг/м ³
Тверді частинки PM10	0,05 мг/м ³	0,02 мг/м ³

На думку експертів ВООЗ, лише досягнення таких рівнів концентрацій пилу в повітрі може дозволити знизити смертність від легеневих і серцевих

захворювань, асоційованих з якістю повітря. Однак на сьогоднішній день державні нормативи багатьох країн по запиленості повітря, особливо промислових зон, значно перевищують рівні, рекомендовані ВООЗ.

Методики визначення пилу в повітрі (цитовано за <http://www.academlab.ru/uslugi-laboratorii/analiz-vozduha/pyil-v-vozduhe/>). Пил в повітрі далеко не завжди помітний неозброєним оком. Існує кілька основних методів вимірювання масової концентрації аерозолів в повітрі. Найбільш поширений метод - гравіметрія, при якій проби повітря прокачуються через фільтр, і по різниці маси фільтра до і після відбору проби, вимірюється концентрація пилу в повітрі. Для визначення змісту в повітрі пилу різних фракцій використовуються спеціальні допоміжні пристрої - імпактори, які дозволяють розділяти частинки пилу різних аеродинамічних розмірів.

Інший метод аналізу повітря на аерозолі - оптичний. Для аналізу використовується аналізатор пилу ("пилемір"), що дозволяє в режимі реального часу вимірювати концентрації загального пилу, а також вміст пилових фракцій PM10, PM4, PM2.5, PM1 (цитовано за <http://www.academlab.ru/uslugi-laboratorii/analiz-vozduha/pyil-v-vozduhe/>).

Роль зелених насаджень в зменшенні пилового забруднення атмосферного повітря. Зелені насадження виконують найрізноманітніші функції, найважливішими з яких є оздоровлення повітряного басейну міста і поліпшення мікроклімату. В літературі наводяться такі дані, що характеризують здатність зелених насаджень оздоровлювати повітряне середовище. Так, один гектар лісу протягом року очищує від пилу і багатьох шкідливих домішок більше 18 млн. м³ повітря; дерева і чагарники, які ростуть на площі 1 га, вловлюють за сезон до 60 т пилу. Очищаючи від пилу повітря, дерева і чагарники збирають її, головним чином, на своєму листі. Тому вивчення вмісту пилу на листі з різних місць може дати цінну інформацію про чистоту повітряного середовища. У даній роботі ви отримуватимете порівняльну інформацію про запиленість зелених насаджень на зазначених вище територіях, використовуючи властивості липкої прозорої стрічки збирати на себе частинки пилових забруднень, в результаті чого вони стають добре помітними. Для характеристики порівняльної запиленості кожен може скористатися власною шкалою відносних одиниць – балів.

Наприклад, запиленість можна характеризувати, як зазначено в таблиці нижче.

Зовнішній прояв запиленості при спостереженні за прозорою липкою стрічкою	Ступінь запиленості	Бал
Ледь помітна наявність пилових частинок на прозорій стрічці	Незначна	1 бал
Помітна наявність пилових частинок	Мала	2 бали

Добре помітні скупчення пилових частинок, помітні навіть при побіжному погляді, але які не погіршують прозорість стрічки	Середня	3 бали
Велика кількість пилових скупчень на липкому шарі, яке погіршує прозорість стрічки	Висока	4 бали
Дуже велика кількість пилових скупчень, що робить стрічку непрозорою	Дуже висока	5 балів

Хід роботи:

1. Зберіть листя з дерев на різних ділянках території міста (біля дороги, біля житлових будинків, в глибині зеленої зони) і, по можливості, на різній висоті, записавши місце зростання і висоту знаходження листа.
2. Прикладіть до поверхні листа клейку стрічку (скотч).
3. Зніміть плівку з листа разом із шаром пилу і приклейте її на аркуш білого паперу, підписавши місце зростання рослини, висоту знаходження листа.

Оцініть ступінь запиленості за п'ятибальною шкалою:

Ступінь запиленості	Бал
Дуже висока	5
Висока	4
Середня	3
Мала	2
Незначна	1

4. За результатами спостережень заповніть таблицю:

Ступінь запиленості повітря на визначених територіях

Місце	Висота від поверхні почви	Ступінь запиленості
Біля автомагістралі		
Житлова зона		

5. Обробка результатів та висновки.

Зробіть висновок та порівняйте ступені і причини запиленості визначених територій.

6. Оцініть пилоутримуючу здатність рослин різних видів за ступенем накопичення пилу на поверхні листової пластинки. Зробіть висновки про те, рослини яких видів в однакових умовах запиленості проявляють більшу пилоутримуючу здатність.

Контрольні питання:

1. Природні та техногенні джерела надходження пилу до атмосферного повітря.
2. небезпека тривалого вдихання пилу з різним розміром частинок.
3. Методи виявлення присутності пилу в атмосферному повітрі.
4. Нормативи вмісту пилу в атмосфері.

Література:

Агеева, Е. А., Казанцева, М. Н. Оценка пылеудерживающей способности листьев деревьев и кустарников в насаждениях г. Тюмени // Актуальные проблемы лесного комплекса. - Брянск: БГИТА, 2012, Вып. 31. - С 88-91.

Жумадилова А.Ж. Пылеудерживающая способность древесных и кустарниковых растений // Новости науки Казахстана [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.vestnik.nauka.kz/selskoe-i-lesnoe-hozyajstvo/pyleuderzhivayushhaya-sposobnost-drevesnyx-i-kustarnikovyx-rastenij.php>.

Клименко А. П. Методы и приборы для измерения концентрации пыли. М.: Химия, 1978. 208 с.

Москалик Г.Г., Чижевская Н.И. Пыленакопительная способность некоторых древесных пород в условиях города. - 2009 [Электр.ресурс]. URL: http://www.rusnauka.com/13_EISN_2009/ Ecologia/45577.doc.htm (дата обращения: 05.12.14).

Практикум по экологии. Сост.: П.А. Феклистов, Д.П. Дрожжин, Н.В. Гласова. - Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007 г.

Пылемеры [Электронный ресурс]. URL: <http://www.medwest.ru/catalog/36/15/>.

Экологические приборы и оборудование. "Эко-интех": Пылемеры. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eco-intech.com/catalog/5/>.

Робота № 17

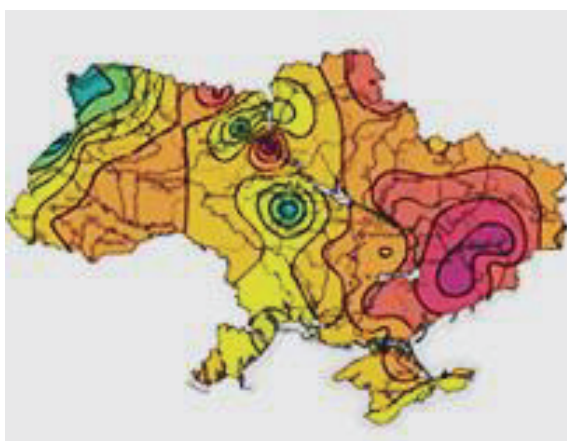
Тема: Встановлення рівня кислотності атмосферних опадів і його впливу на кислотність ґрунтів на території дослідження

Мета роботи: встановити рівень кислотності атмосферних опадів і його вплив на стан ґрунтів на території дослідження.

Матеріали і обладнання: індикаторний лакмусовий папір, скляні стакани, пакети для відбору проб ґрунту, олівці, папір, сольовий розчин хлориду калію, дистильована вода.

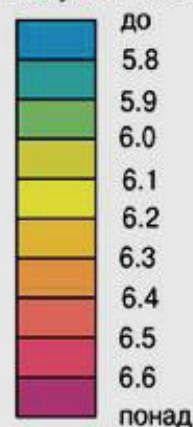
Інформація. Кислотні або лужні властивості атмосферних опадів залежать від наявності в розчинах вільних іонів водню, від'ємний логарифм концентрації яких позначають символом рН. Оподи з водневим показником рН меншим від 5,6 відносять до кислотних, якщо рН перевищує 7,0 – до лужних. У природних умовах дощові опади є нейтральними або слабокислими, що зумовлено кількістю присутніх в них розчинених солей природного походження і вуглекислого газу. Спостереження за кислотністю опадів здійснюють на метеостанціях Гідрометеорологічної служби України (цитовано за О.О. Косовець-Скавронська, http://esu.com.ua/search_articles.php?id=6631).

З географічної точки зору - в природних умовах на території Євразії спостерігається тенденція до підвищення лужності атмосферних опадів в напрямку із заходу і північного заходу на схід і південний схід з одночасною тенденцією до зниження кількості опадів. Загальну тенденцію до підвищення лужності опадів можна пояснити поступовим зростанням континентальності клімату і збільшенням сухості повітря (цитовано за <http://ru-ecology.info/term/51833/>).



Карта кислотності атмосферних опадів України (за http://ecosoft.in.ua/eo_kartu.html).

КИСЛОТНІСТЬ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ (рН, в середньому за 1996–2005 рр.)



Сьогодні техногенне навантаження на атмосферне повітря призводить до того, що кислотність атмосферних опадів в різних регіонах може сильно змінюватися як в більш кислі області рН (до 2,0), так і в більш лужні області рН (до 9,0). У промислових районах протягом року рН атмосферних опадів може змінюватися від 3,50 до 7,48 одиниць (цитовано за <http://ru-ecology.info/term/51833/>).

Так, оксиди, що входять до складу вихлопних газів автотранспорту і підприємств, а також - газоподібних викидів вулканів, продуктів життєдіяльності організмів і т.н., в атмосфері з'єднуються з крапельками води, що призводить до випадання кислотних дощів. Атмосферні опади підвищеної кислотності: а) негативно впливають на рослини і тварин (зокрема, можуть призводити до загибелі лісів, риби у водоймах і т.н.); б) підвищують кислотність ґрунтів, що сприяє порушенню ґрунтової структури і знижує родючість ґрунтів; крім того, зміна кислотності ґрунту може призводити до мобілізації адсорбованих на ґрунтових частках забруднюючих речовин і до переходу їх в водорозчинну фракцію (що становить небезпеку при попаданні таких вод в джерела водопостачання і до складу сільськогосподарських рослин); в) кислі атмосферні опади сприяють розвитку корозії будівельних матеріалів несучих конструкцій, що призводить до їх швидкого зношування і зниження міцності; г) просочування під землю кислих дощових і талих вод підвищує їх агресивність по відношенню до підстелюючих порід, що прискорює розвиток карсту і т.н. У зв'язку з вищевикладеним, вимір кислотності атмосферних опадів є важливою складовою оцінки екологічного благополуччя довкілля.

***NB!** Кислотні опади мають значну потенційну здатність змінювати колообіги речовин у біогеоценозах, зумовлюючи процеси закислення. Закислення водних об'єктів проявляється в зміні не лише кислотності води, а й її іонного складу. Якщо раніше в іонному складі води закислених озер домінували гідрокарбонатні іони, то внаслідок дії кислотних опадів нині переважають сульфат-іони. Особливо різкі зміни відбуваються навесні під час надходження з водозбору талих вод. Ґрунти менш чутливі до закислення, тому невеликі дози кислотних опадів не призводять до помітних екологічних змін у них. Найбільше реагують на забруднення малопотужні ґрунти з низькими концентраціями нейтралізуючих речовин, які формуються на безкарбонатних породах. Унаслідок дії кислих дощів руйнується мінеральна частина ґрунту, відбувається вимивання значної кількості кальцію, магнію і калію, зменшується рН ґрунтового розчину, що призводить до збільшення розчинності й рухливості марганцю, заліза, алюмінію, свинцю, міді, кадмію, нікелю, цинку та ртуті. Зокрема, значення рН 4,5 є критичною величиною для ґрунтових вод; за умов перевищення цього показника концентрація металів різко збільшується. Вони пригнічують рослинність, забруднюють водні джерела, потрапляючи до них з ґрунтовими водами, тощо (цитовано за О.О. Косовець-Скавронська, http://esu.com.ua/search_articles.php?id=6631).

Кислотність атмосферних опадів можна виміряти на місці відбору проб дощової води за допомогою набору індикаторних лакмусових папірців, а також в лабораторних умовах за допомогою спеціальних приладів - рН-метрів.

***NB! Лакмус** - фарбуюча речовина, яка добувається з деяких лишайників. Застосовують як індикатор для визначення реакції середовища: в кислому середовищі спостерігається червоне забарвлення лакмуса, в лужному - синє, в нейтральному - фіолетове. Випускають головним чином у вигляді лакмусового паперу. Лакмусовий папір – це фільтрувальний папір, просочений розчином лакмусу (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Прилад для визначення кислотності розчинів – рН-метр (цитовано за <https://uk.wikipedia.org/wiki/PH>).



Кольорова шкала відповідності кольору індикаторного лакмусового паперу значенням рН середовища (<https://prom.ua/p500945753-lakmusovaya-bumaga-test.html>).

Кислотність ґрунту. Кислотність ґрунту – це важливий екологічний фактор, який визначає умови життєдіяльності ґрунтових організмів, а також рухливість забруднюючих речовин в ґрунті. Кислотність ґрунту зумовлена наявністю в ґрунтовому розчині і в ґрунтовому комплексі поглинання іонів водню (H^+).

ґрунтовий розчин - це розчин хімічних речовин у воді, який знаходиться в рівновазі з твердою і газоподібною фазами ґрунту. З одного боку, на формування складу ґрунтового розчину впливають атмосферні опади, склад ґрунтових вод, водний режим ґрунтів, клімат, рослинність. З іншого боку, склад ґрунтового розчину залежить від його взаємодії з твердими фазами ґрунту в результаті процесів осадження-розчинення, сорбції-десорбції, іонного обміну, комплексоутворення, розчинення газів ґрунтового повітря, розкладання тваринних і рослинних залишків (за Володина, Якунина, 2005).

Найважливішою характеристикою твердої фази кожного ґрунту є ґрунтовий комплекс поглинання. ґрунтовий комплекс поглинання - це сукупність органічних, мінеральних та органо-мінеральних колоїдів і найтонших частинок мулу ґрунту, здатних до поглинання та обміну іонів. З одного боку, ґрунтовий комплекс поглинання - це сховище мінеральних речовин, необхідних для живлення рослин. З іншого боку, однією з важливих функцій ґрунтового комплексу поглинання є участь в обмінних реакціях з забруднюючими речовинами, які надходять в ґрунт. Реакції обміну з цими

речовинами протікають в еквівалентних кількостях і є зворотніми, якщо не супроводжуються хемосорбцією. Швидкість обміну і співвідношення іонів, які обмінюються, залежать від валентності іонів забруднюючих речовин, які знаходяться в ґрунтовому розчині, їх радіусу, концентрації. З підвищенням рН збільшується поглинання катіонів Cd, Pb, Zn, Hg та інших, зменшення рН веде до більшого поглинання As, Se, Sb, Mo (за Володина, Якунина, 2005).

Результати дослідження ґрунтів техногенно-порушених територій показали, що при одному і тому ж рівні вмісту в ґрунтах важких металів ознаки пригнічення рослин найбільшою мірою проявляються на тих ґрунтах, де ґрунтовий комплекс поглинання має мало активних центрів, здатних до обмінних реакцій з металами, де низька ємність катіонного обміну. Так, ґрунти з ємністю катіонного обміну менше 20 мг·екв /100 г найбільш схильні до забруднення важкими металами, пестицидами і іншими хімічними речовинами; при ємності катіонного обміну вище 50 мг·екв /100 г ґрунти є більш стійкими до забруднення. Таким чином, захисні функції ґрунтового комплексу поглинання проявляються в здатності обмінних катіонів за рахунок іонообмінних реакцій нейтралізувати кислі опади і обмежувати міграцію важких металів (за Володина, Якунина, 2005).

Розрізняють актуальну і потенційну кислотність ґрунту. Актуальна кислотність ґрунту зумовлена кількістю іонів водню, які на момент дослідження знаходяться в ґрунтовому розчині. Актуальну кислотність ґрунту визначають по величині рН водної витяжки ґрунту.

Класифікація ґрунтів за рівнями актуальної кислотності: сильнокислі рН 3-4; кислі рН 4-5; слабокислі рН 5-6; нейтральні рН 7; слаболужні рН 7-8; лужні рН 8-9; сильно лужні рН 9-11. Актуальна кислотність ґрунтів, які мають рН <7, під дією кислих дощів знижується на 1-2 одиниці. Надлишкова кислотність ґрунту є токсичною для багатьох рослин і мікроорганізмів. Для більшості культурних рослин оптимум рН ґрунтового розчину знаходиться в межах 5,5-7,0, і тільки деякі рослини надають перевагу ґрунтам з кислою реакцією. В кислих ґрунтах відбувається пошкодження кореневої системи рослин, порушення обміну речовин між рослиною і середовищем. Крім того, зменшення величини рН ґрунтового розчину викликає збільшення рухливості Al, Mn, Fe, Cu, Zn, що обумовлює зниження активності ферментів і погіршення функціонування клітин рослин (за Володина, Якунина, 2005).

Кисла реакція в деяких випадках зустрічається в підзолистих, сірих лісових ґрунтах, в красноземах, жовтоземах, торф'яно-болотних ґрунтах. Лужна реакція є звичайною для ґрунтів сухих степів, напівпустель і пустель (каштанові, солонцюваті, сіроземи, сіро-бурі ґрунти). Нейтральна і лужна реакції характерні для чорноземів, ґрунтів на вапняках (за Володина, Якунина, 2005).

Окрім актуальної кислотності, ґрунти також характеризуються потенційною кислотністю: в ґрунтовому комплексі поглинання присутні іони водню і алюмінію, які спроможні переходити в ґрунтовий розчин в результаті іонно-обмінних процесів, які, як правило, ініціюються змінами іонного балансу навколишнього середовища.

Для виявлення потенційної кислотності ґрунтів необхідно отримати сольову витяжку з ґрунту, для чого зразок ґрунту промивають сольовим розчином хлориду калію. В нормі, явище обмінної кислотності регулює реакцію ґрунтового розчину: завдяки взаємодії твердої фази ґрунту з іонами ґрунтового розчину відбувається або перехід іонів водню та алюмінію з ґрунтового розчину до ґрунтового комплексу поглинання, або - у зворотньому напрямку (за Володина, Якунина, 2005).

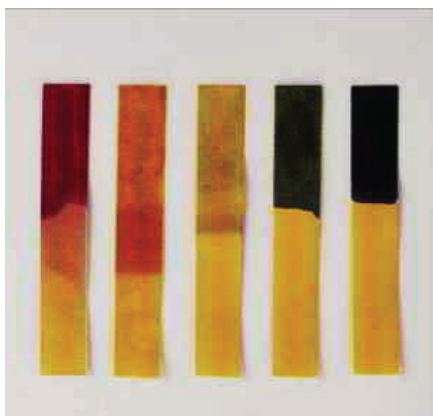
Обмінна кислотність ярко проявляється при забрудненні ґрунтів розчинними солями промислового або сільськогосподарського походження. При цьому іони водню H^+ і алюмінію Al^{3+} в результаті обмінних реакцій витісняються з ґрунтового комплексу поглинання і переходять в ґрунтовий розчин. У зв'язку з цим рівень обмінної кислотності підлягає обов'язковому контролю при ґрунтовому моніторингу та характеристиці забруднених ґрунтів.

Обмінна кислотність найбільш яскраво виражена в підзолистих і красноземних ґрунтах (рН 3-4). Вона не проявляється або слабо проявляється в опідзолених і вилужених чорноземах, а в ґрунтах з нейтральною або лужною реакцією не виявляється і не визначається (за Володина, Якунина, 2005).

Хід роботи

1. На ділянках дослідження встановіть ємності для відбору проб атмосферних опадів. Використовуючи лакмусовий папір встановіть рівень кислотності дощових опадів. Отримані дані внесіть в таблицю.

2. Відберіть зразки ґрунтів на території дослідження до випадання дощу, відразу після випадання дощу і через добу після випадання дощу. У лабораторних або польових умовах, використовуючи лакмусовий папір, визначте рівень актуальної кислотності відповідних зразків ґрунту. Отримані дані внесіть в таблицю. *NB! Для проведення дослідження, зразок ґрунту промивають дистильованою водою у співвідношенні ґрунт:вода = 1:5 і вимірюють рН водної витяжки ґрунту за допомогою лакмусового папіру.



Колір індикаторного лакмусового паперу порівнюють з еталоном і роблять висновок про кислотність ґрунту.

Якщо ґрунт кислий - колір індикаторного паперу зміниться від жовтого (рН 5) до темно-червоного (рН0); при лужній реакції - від світло зеленого (рН 7) до темно-синього (рН12). Червоний колір матиме індикаторний папір при сильнокислій реакції, рожевий - при середньокислій і жовтий - при слабкокислій реакції. Нейтральна кислотність (рН 6) дасть зеленувато-блакитний відтінок лакмусового паперу (за <http://prohor365.ru/kak-opredelit-kislotnost-pochvyi/>).

Таблиця. Рівень кислотності атмосферних опадів і актуальної кислотності ґрунтів на різних ділянках території дослідження.

Територія дослідження:	Кислотність дощових опадів:	Актуальна кислотність ґрунтів:		
		до випадання дощу:	відразу після випадання дощу:	через добу після випадання дощу:
Зона міської автотраси				
Природна екосистема				

3. Порівняйте кислотність дощових опадів в міській та природній екосистемах. Поясніть відмінності.

4. Вкажіть, як змінюється актуальна кислотність ґрунтів відразу після випадання дощу і через добу після випадання дощу. Поясніть відмінності.

5. Визначте потенційну кислотність ґрунтів різних зон на території дослідження. Для цього промийте пробу ґрунту сольовим розчином хлориду калія, який готують розчинивши 38 г сухої солі хлориду калію (KCl) в 0,5 л дистильованої води (за Коростовенко и др., 2008). Визначте кислотність сольової витяжки ґрунту з використанням лакмусового папіру або рН-метра. Величина рН сольової витяжки ґрунту свідчить про потенційну кислотність ґрунту. Отримані дані внесіть до таблиці.

Таблиця. Актуальна і потенційна кислотність ґрунтів в різних зонах дослідження.

Місце відбору проби ґрунту:	Актуальна кислотність ґрунту (за водною витяжкою ґрунту):	Потенційна кислотність ґрунту (за сольовою витяжкою ґрунту):
№ 1.		
№ 2.		
№ 3.		

6) Порівняйте величини актуальної і потенційної кислотності для ґрунтів в різних зонах дослідження. На підставі отриманих даних зробіть висновки про захисні функції ґрунтового комплексу поглинання для кожного з типів ґрунтів, які досліджувалися.

7) У таблицях наведені дані про вміст важких металів в ґрунтах Херсонської області в 2004 - 2014 рр. Обчисліть сумарний вміст важких металів в ґрунтах в зазначені роки. Як змінився загальний вміст важких металів в зразках ґрунтів за даний період і як змінився вміст рухомих водорозчинних форм важких металів? Поясніть виявлені відмінності.

Таблиці. Вміст важких металів в ґрунтах Херсонської області в 2004 - 2014 рр. (за «Регіональний звіт про стан навколишнього середовища...»).

Рік	Загальний вміст важких металів в ґрунтах, мг/кг:				
	мідь	цинк	свинець	кадмій	всього:
2004	13,8	32,6	13,4	0,24	
2010	11,2	31,2	13,1	0,39	
2014	6,6	7,3	7,9	0,44	

Рік	Вміст рухливих форм важких металів в ґрунтах, мг/кг:				
	мідь	цинк	свинець	кадмій	всього:
2004	0,82	1,38	0,71	0,03	
2010	0,72	1,41	0,87	0,06	
2014	0,52	1,37	1,12	0,09	

Контрольні питання:

1. Вкажіть причини випадання кислотних дощів.
2. В чому полягає небезпека випадання кислотних дощів для навколишнього середовища?
3. За допомогою яких методів можна виміряти кислотність атмосферних опадів?
4. В чому полягає різниця між актуальною і потенційною кислотністю ґрунтів?
5. За допомогою яких методів можливо визначити актуальну і потенційну кислотність ґурту?
6. В чому полягає екологічна роль ґрунтового комплексу поглинання?

Література:

Володина Г.Б., Якунина И.В. Общая экология: Лабораторный практикум. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 104 с.

Доповідь про стан навколишнього природного середовища Херсонської області за 2007 рік // Матеріали Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Херсонській області. – Херсон. 2008. – 153 с.

Ромась М.І. Формування хімічного складу атмосферних опадів на території України / М.І. Ромась, О.О. Косовець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2007. - Т. 12. - С. 172-181.

Свистов П.Ф. Фоновый уровень состояния атмосферы по многолетним данным о химическом составе атмосферных осадков/ П.Ф. Свистов, А.И. Полищук, Н.А. Першина // Труды главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. - 2009. - Вып. 560 - С.116-143.

Суркова Г.В. Влияние континентальных и морских источников на химический состав летних атмосферных осадков северо-восточного побережья Черного моря / Г.В. Суркова, И.Д. Еремина, С.А. Зорина // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: сб. науч. тр., Севастополь. - 2005. - Вып. 12. - С. 208-214.

Коростовенко В.В., Капличенко Н.М., Фомина В.И. Науки о земле. Почвоведение, ландшафтоведение, защита литосферы. Учебное пособие по лабораторным работам. – Красноярск. 2008. – 76 с.

Косовець-Скавронська О.О. Надходження хімічних речовин з атмосферними опадами на територію України та оцінка їх ролі у формуванні хімічного складу річкових вод: автореф. дис. канд. геогр. наук: 11.00.07 / О.О. Косовець-Скавронська / Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. - К., 2010. - 20 с.

Косовець-Скавронська О.О. Часова трансформація хімічного складу атмосферних опадів на території України / О.О. Косовець-Скавронська, С.І. Сніжко / Економічна та соціальна географія. – 2008. – Вип. 58 – С. 242–252.

Косовець-Скавронська О.О. Енциклопедія сучасної України. Кислотні опади. http://esu.com.ua/search_articles.php?id=6631.

Робота № 18

Тема: Оцінка ступеню корозійного пошкодження зовнішніх стін та металевих конструкцій будинків під впливом агресивних умов міської екосистеми.

Мета роботи: встановити залежність між рівнем корозійного пошкодження несучих конструкцій міських будівель та техногенним навантаженням на відповідну ділянку міської екосистеми.

Матеріали та реактиви: папір, олівці, фотоапарат, таблиці для оцінки рівня корозійного пошкодження будинків, результати попередніх досліджень про рівень транспортного навантаження на відповідні вулиці міста.

Інформація. Корозія - процес руйнування будівельних матеріалів в результаті фізичних, хімічних або біологічних впливів з боку зовнішнього середовища, а також в результаті процесів, що відбуваються в самому будівельному матеріалі. Корозія будівельних матеріалів супроводжується незворотним погіршенням показників їх якості і зниженням конструкційної надійності будівель. Знання механізмів корозії з одного боку дозволяє правильно підібрати методи захисту будівельних конструкцій від передчасного зносу для підвищення їх надійності та довговічності, а з іншого боку - дає можливість збереження мільйонів тонн будівельних матеріалів.

Найбільш інтенсивно корозійні процеси протікають в рідкому середовищі. Поверхня будівельної конструкції завжди містить адсорбовану з атмосферного повітря вологу, в результаті чого утворюється найтонший шар насиченого розчину мінеральних речовин, які потрапляють в воду з повітря і також проникають в пори будівельних матеріалів, що істотно прискорює корозійні процеси.



Корозійне пошкодження металеві конструкції (цитовано за <http://art-con.ru/node/5020>).



Відвал штукатурки, лущення і викрошування цегли цокольної частині стіни (за [http:// georeconstruction.net/journals/04/09/09.htm](http://georeconstruction.net/journals/04/09/09.htm)).

Умови, що сприяють виникненню і протіканню корозійного процесу: застосування матеріалів і захисних покриттів, які не відповідають ступеню агресивності навколишнього середовища; пошкодження і несвоєчасне відновлення захисних покриттів; порушення правил експлуатації, яке полягає у відсутності систематичного спостереження і контролю за станом будівельних конструкцій; порушення експлуатаційних режимів, що призводить до зміни концентрації, хімічного складу, температурно-вологісного режиму в приміщеннях будівель і споруд і т.н. (цитовано за <https://cyberpedia.su/5x3412.html>).

Хід роботи

1. Проведіть візуальне обстеження будинків на вулиці, яку Ви досліджуєте. На підставі результатів зовнішнього аналізу стану будівель і використовуючи нормативи, наведені в таблицях 2-5, встановіть: а) рівень агресивності навколишнього середовища (таблиця 2); б) ступінь сольової корозії цегляних стін (таблиця 3); в) в балах ступінь стійкості несучих конструкцій на ділянці дослідження, до корозії (таблиця 4); г) категорію технічного стану будівлі за зовнішніми ознаками (таблиця 5). Отримані Вами оціночні дані внесіть до таблиці 1.

2. Зробіть висновок про рівень агресивності навколишнього середовища в межах вулиці, яку Ви досліджуєте. На підставі даних, отриманих в попередніх роботах, зробіть висновок про кореляцію між рівнем корозії будівельних матеріалів несучих конструкцій та рівнем хімічного та механічного забруднення атмосферного повітря на відповідних ділянках міста.

Таблиця 1. Результати візуальної оцінки ступеня корозійного пошкодження будівель міста.

Будівельна конструкція, яка обстежується:	Рівень агресивності навколишнього середовища (за табл. 2):	Ступінь сольової корозії цегляних стін (за табл. 3):	Оціночний бал рівня стійкості будівельних матеріалів до корозії (за табл. 4):	Категорія технічного стану будівлі за зовнішніми ознаками (за табл. 5):
1.				
2...				

Таблиця 2. Кореляція між зовнішніми ознаками корозії неметалевих будівельних матеріалів і агресивністю середовища (цитовано за <http://stroyinform.ru/techno/2814/103599/>).

Агресивність середовища:	Середня швидкість руйнування поверхневого шару будівельного	Зниження міцності будівельного матеріалу в зоні корозії за рік, %:	Зовнішні ознаки корозії неметалевого будівельного

	матеріалу, мм/рік:				матеріалу:
	метала	не металічного матеріалу	метала	не металічного матеріалу	
Неагресивне	0	0,2	0	0	-
Слабко-агресивне	< 0,1	0,2- 0,4	< 5	< 5	Слабке поверхнєве руйнування
Середньо-агресивне	0,1 - 0,5	0,4 – 1,2	3 - 15	5 - 29	Пошкодження кутів або волосяні тріщини
Дуже агресивне	> 0,5	> 1,2	> 15	> 20	Ярко виражене руйнування (сильне розтріскування)

Таблиця 3. Карта оцінки ступеня сольової корозії цегляних стін (цитовано за <http://georeconstruction.net/journals/04/09/09.htm>).

Ознаки корозії цегляних стін:	Характеристика середовища:	Стан цегляних стін:			Ступінь корозії:
		Вологість, %:	Характеристика середовища кладки, рН:	Зменшення механічної міцності:	
Плями вогкості, висоли на цеглі і стикуваннях кладки	Чисте атмосферне повітря; вологість повітря менше 50%	< 5	рН > 7	Немає	Немає
Висоли на цеглі і швах кладки; відлущування лицьової частини цегли	Повітря з домішками, які перевищують ГДК; вологість повітря більше 50%	> 10	рН = 7	> 5	I

Викрошування окремих цеглин завглибшки на 1 - 2 см на площі до 10%	Повітря зі шкідливими домішками (SO ₂ , SO, H ₂ S, HCl), які перевищують ГДК; вологість повітря більше 65%	> 15	pH < 7	> 10	II
Викрошування окремих цеглин завглибшки 2 – 4 см на площі до 30%.	Повітря зі шкідливими домішками, які перевищують ГДК; відбувається контакт цегляних конструкцій з кислотами, лугами, агресивними рідинами	> 20	pH < 5	> 20	III

Таблиця 4. Градація площ корозійних пошкоджень будівельних матеріалів і відповідна оцінка в балах рівня стійкості будівельних матеріалів до корозії (цитовано за <http://docs.cntd.ru/document/1200005037>).

Площа корозійного ураження конструкції, %	Оціночний бал рівня стійкості будівельних матеріалів до корозії:
Ураження відсутні	10
Св. 0 до 0,2 включ.	9
" 0,2 " 0,5 "	8
" 0,5 " 1,0 "	7
" 1,0 " 2,5 "	6
" 2,5 " 5,0 "	5
" 5,0 " 10,0 "	4
" 10,0 " 25,0 "	3
" 25,0 " 50,0 "	2
" 50,0 " 100,0 "	1

Таблиця 5. Оцінка технічного стану житлових і громадських будівель за зовнішніми ознаками (цитовано за http://stroyka-ip.ru/xsv_sv_sk_stro/rekomendacii-po-ocenke/rekomendacii-po-ocenke.html).

Категорія технічного стану будівлі	Ознаки силових впливів	Ознаки впливу зовнішнього середовища
1	2	3
1	Кам'яні конструкції. У цегляній кладці в окремих цеглинах є вибоїни, тріщини, які не перетинають шви розчинів.	Немає

	<p>Залізобетонні конструкції. У залізобетонних конструкціях є окремі волосяні тріщини з шириною розкриття не більше 0,1 мм.</p>	
2	<p>Кам'яні конструкції. У цегляній кладці тріщини, які перетинають не більше двох рядів кладки. Тріщини в перегородках в місцях сполучення з стелями шириною до 2 мм.</p> <p>Залізобетонні конструкції. Утворення тріщин в розтягнутій зоні зігнутих елементів з розкриттям до 0,3 мм. Тріщини у швах між збірними плитами перекриттів шириною до 2 мм</p> <p>Сталеві конструкції. Видимих пошкоджень немає.</p>	<p>Кам'яні конструкції. Вивітрювання розчину швів кладки до 1 см. Сітчасті тріщини 0,1 ... 0,2 мм на поверхнях панелей і блоків, лушення і розтріскування поверхні, місцеве відшарування облицювання і фактурного шару панелей стін, відпадання місцями штукатурки.</p> <p>Залізобетонні конструкції. Сліди корозії розподільної арматури.</p> <p>Сталеві конструкції. Місьцеве руйнування антикорозійного покриття. На окремих ділянках корозія плямами з ураженням до 5% перетину.</p>
3	<p>Кам'яні конструкції. У цегляній кладці стін тріщини, які перетинають не більше 4-х рядів кладки. Вертикальні тріщини з розкриттям до 2 мм в кладці, блоках і перемичних панелях поздовжніх стін. Тріщини в перегородках в місцях сполучення зі стелею шириною до 10 мм.</p> <p>Залізобетонні конструкції. Утворення тріщин в розтягнутій зоні зігнутих елементів до 0,5 мм. Зсув збірних залізобетонних плит перекриттів відносно один одного по висоті до 3 см.</p> <p>Сталеві конструкції. Відносні прогини елементів, що згинаються до 1/150 прольоту.</p> <p>Дерев'яні конструкції. Прогини елементів, що згинаються, помітні на око і перевищують значення СНІП.</p>	<p>Кам'яні конструкції. Руйнування кладки або відшарування облицювання на глибину до 15% товщини стіни.</p> <p>Залізобетонні конструкції. Утворення поздовжніх тріщин уздовж робочої арматури через її корозію.</p> <p>Сталеві конструкції. Пластинчаста іржа зі зменшенням перетину елементів до 10% перетину через корозію.</p> <p>Дерев'яні конструкції. Сліди підтікання. Гниль мауерлата і кінця кроквяних ніг, знижує міцність до 15%.</p>

<p>4</p>	<p>Кам'яні конструкції. У цегляній кладці стін і стовпів тріщини, які перетинають понад чотири ряди кладки.</p> <p>Утворення вертикальних тріщин між поздовжніми і поперечними стінами. Утворення вертикальних тріщин в місцях обпирання балок або ферм довжиною до 20 см.</p> <p>Вертикальні і похилі тріщини зсуву в верхніх поверхах з розкриттям до 10 мм в місцях сполучення різнонагружених стін.</p> <p>Вертикальні наскрізні тріщини в поздовжніх і поперечних стінах по висоті будівлі по суцільним або ослабленим отворам або стиках панелей з розкриттям до 10 мм.</p> <p>Тріщини в перегородках більше 10 мм. Діагональні тріщини по кутах простінків до 3 мм, вертикальні тріщини по перемичках до 3 мм, в місцях установки балконних плит.</p> <p>Залізобетонні конструкції.</p> <p>Ширина розкриття нормальних тріщин елементів що згинаються, в розтягнутій зоні - до 1 мм. Прогини елементів до 1/80 прольоту.</p> <p>Сталеві конструкції. Прогини елементів, що згинаються, до 1/80 прольоту.</p> <p>Дерев'яні конструкції. Прогини елементів, що згинаються, до 1/80 прольоту. Тріщини в елементах, що працюють на сколювання.</p>	<p>Кам'яні конструкції. Руйнування кладки або відшарування облицювання до 25% товщини стіни. Нахили і випинання стін і фундаментів в межах поверху не більше ніж на 1/6 їх товщини.</p> <p>Помітне випинання перегородок.</p> <p>Висока водо- і повітропроникність стиків стінових панелей.</p> <p>Відхилення цегляних колон і стовпів від вертикалі понад 3 см.</p> <p>Залізобетонні конструкції.</p> <p>Відшарування захисного шару залізобетонних конструкцій зі зменшенням перетину арматури до 15% через корозію. Зниження міцності бетону до 30%.</p> <p>Сталеві конструкції. Корозія елементів до 25% перетину.</p> <p>Відхилення ферм від вертикальної площині більше 15 мм.</p> <p>Дерев'яні конструкції. Гниль в місцях закладення балок в зовнішні стіни, мауерлатів, крокв і накату, що знижує міцність до 25%.</p>
<p>5</p>	<p>Кам'яні конструкції. Відрив поздовжніх стін від поперечних.</p> <p>Вертикальні і косі тріщини в місцях обпирання балок або ферм довжиною понад 20 см. Випинання або зміщення панелей стін, руйнування вузлів кріплення панелей. Вертикальні наскрізні тріщини в поздовжніх і поперечних стінах по висоті будівлі з розкриттям більше 10 мм.</p> <p>Обвалення окремих конструкцій.</p>	<p>Кам'яні конструкції. Руйнування кладки на глибину до 40% товщини стіни. Повна втрата міцності розчину (розчин легко розбирається руками). Нахили і випинання стін в межах поверху більше 1/3 їх товщини. Зрушення стін і фундаментів по горизонтальних швах.</p> <p>Залізобетонні конструкції.</p> <p>Зменшення перерізу арматури</p>

<p>Залізобетонні конструкції. Ширина розкриття тріщин елементів що згинаються, в розтягнутій зоні - більше 1 мм. Роздроблення бетону стиснутої зони. Розрив арматури в балках. Випинання поздовжньої арматури в колонах. Прогини більш 1/80 прольоту.</p> <p>Сталеві конструкції. Втрата стійкості балок і стиснутих елементів колон і ферм. Розрив розтягнутих елементів. Прогини більш 1/80 прольоту.</p> <p>Дерев'яні конструкції. Прогини елементів, що згинаються, більш 1/80 прольоту. Деформація, що швидко нарастає. Наскрізні тріщини в накладках стиків по лінії болтів ферм. Тріщини в нижніх поясах ферм по сучку. Надлами і руйнування окремих конструкцій. Сколювання врубувань. Втрата стійкості стиснутих елементів.</p>	<p>через корозію більше 15%. Зниження міцності бетону більше 30%. Розлад стиків. Зниження площі обпирання плит (менше 5 см).</p> <p>Сталеві конструкції. Корозія зі зменшенням розрахункового перетину несучих елементів більше 25%. Розлад стиків елементів зі взаємним зміщенням опор.</p> <p>Дерев'яні конструкції. Пошкодження гниллю будівельних конструкцій більше 25% перерізу.</p>
---	--

Контрольні питання:

1. Що розуміють під поняттям корозія будівельних матеріалів?
2. Які типи корозії будівельних матеріалів Вам відомі?
3. Якими є причини прискорення корозії будівельних матеріалів в межах міських екосистем порівняно з сільськими будівельними конструкціями?
4. Які заходи захисту несучих конструкції від корозії Вам відомі?

Література:

Добромыслов А.Н. Оценка эксплуатационной надежности строительных конструкций по внешним признакам. Проектирование и расчет строительных конструкций. Общество Знание РСФСР. Л., 1989.

Инчик В.В. Высолы и солевая коррозия кирпичных стен, СПб., 1998.

Правила оценки физического износа жилых зданий. ВСН 53-86 (Р). Стройиздат, 1988.

Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 1988.

Рекомендации по оценке надёжности строительных конструкций зданий и сооружений по внешним признакам (за http://stroyka-ip.ru/xsv_sv_sk_stro/rekomendacii-po-ocenke/rekomendacii-po-ocenke.html).

Робота № 19

Тема: Звукове (шумове) забруднення навколишнього середовища

Мета роботи: навчитися визначати рівень звукового (шумового) забруднення навколишнього середовища.

Матеріали та реактиви: інтернет-програма для мобільного телефону «Android» для визначення рівнів звукового (шумового) навантаження на екосистеми: шумомір (Sound Detector); ручка, зошит.

Інформація. Звуки – це пружні механічні хвилі стискання-розтягнення навколишнього середовища. В залежності від частоти механічних коливань середовища (або від довжини хвилі) виділяють: а) інфразвуки – низькочастотні довгохвильові коливання середовища, які не реєструються вухом людини (частота коливань менше 16 Гц); б) власне звукові коливання (частота коливань від 16 Гц до 25 000 Гц); в) ультразвукові коливання – високочастотні короткохвильові механічні коливання навколишнього середовища, які також не сприймає вухо людини (частота коливань більше 25 000 Гц).



Вплив пружних механічних хвиль (звуків, інфразвуків та ультразвуків) на організм людини. Під час роботи окремих клітин організму і цілих органів – генеруються пружні механічні хвилі. Наприклад, серце генерує коливання частотою 4-6 Гц, а мозок – 8-13 Гц (в фазі навчання). Зовнішні пружні механічні коливання спроможні впливати на власні коливання клітин і, таким чином, на їх роботу. Цей вплив може бути як позитивним, так і негативним, в залежності від інтенсивності і частоти коливань, які генерує зовнішнє для організму джерело.

Високо-інтенсивні пружні механічні коливання (голосний звук, інтенсивний ультразвук або інфразвук) спроможні викликати механічне пошкодження клітин і органів. Голосні звуки в першу чергу викликають пошкодження слухового апарату, призводять до порушення роботи не тільки нервової системи, а й усіх систем організму. Інтенсивний інфразвук, якщо його коливання входять в резонанс з коливаннями серця, – спроможний призвести до розриву серця, а якщо відбувається гасіння механічних хвиль – то до зупинки серця і т.н. Інтенсивний ультразвук – здатний розрізати тканини, що може бути використано при проведенні хірургічних операцій.

Низько-інтенсивний інфразвук у людини викликає стан тривоги і паніки, оскільки в природних умовах такі інфразвуки генеруються в екосистемах під час штормів, ураганів, землетрусів. Слід відзначити, що людина, на відміну від багатьох тварин, не спроможна чути інфразвуки, але вони впливають на роботу

усіх клітин організму, крім того, підсвідомо, під час дії інфразвукових хвиль людина відчуває страх. За допомогою інфразвуків, частота яких співпадає з частотою пружних механічних хвиль, які генерують клітини мозку людини, можливо підсвідомо впливати на поведінку людини і т.н.

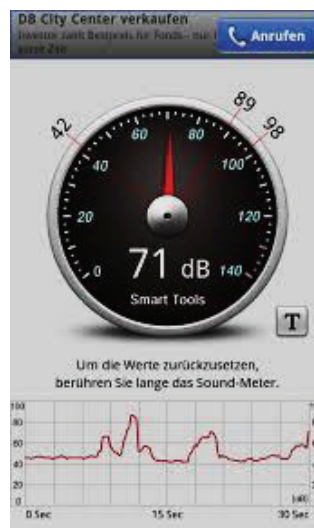
Низько-інтенсивний ультразвук призводить до утворення «дірок» в плазматичній мембрані клітин і викликає розриви в молекулах ДНК. А імпульсний ультразвук – змушує клітини організму ділитися і т.н.

Прилади для контролю інтенсивності пружних механічних хвиль різної частоти. Оскільки пружні механічні хвилі спроможні порушувати роботу організму людини, були розроблені відповідні прилади для контролю інтенсивності пружних механічних хвиль різної частоти, які утворюються під час роботи транспортних засобів, промислового обладнання, побутових приладів, тощо.

Нормативи. На підставі проведених досліджень були розроблені нормативи дії механічних хвиль різного типу на організм людини, які оговорені в «Санітарних нормах і правилах» (див. наприкінці роботи).



Прилад для вимірювання шуму.
Шумомір (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Програма «Шумомір» («Sound Meter») на мобільному телефоні (<https://www.google.com.ua/search>).

Хід роботи:

1. Встановіть на мобільний телефон інтернет-програму для визначення рівнів звукового (шумового) навантаження на навколишнє середовище.

2. Протягом 3 - 30 хвилин роботи шумоміра (тривалість вимірів залежить від типу шуму) визначте максимальну інтенсивність звуків, які надходять від працюючих побутових приладів (холодильник, пральна машина, міксер, пилосос і т.н.), від ліфтів, автомобільного транспорту, від радіо-, телевізійних приймачів і т.н. Отримані дані внесіть до таблиці і порівняйте з діючими нормативами для кожного типу приладів (нормативи наведені наприкінці

роботи). *NB! Тривалість виміру постійного шуму повинна складати не менше, ніж 3 хвилини. Тривалість виміру непостійного шуму – не менше, ніж 30 хвилин, протягом яких експериментатор записує усі показники шумоміру.

*NB! Для непостійних шумів окрім значень максимальної інтенсивності звуків за допомогою спеціальної методики розраховуються еквівалентні рівні звуку, виходячи з усіх даних шумоміра, які знімаються з приладу протягом 30 хвилин (методику розрахунків див. Руденко та ін., 2003).

Таблиця. Інтенсивність звуків, які надходять від працюючого обладнання, транспортних засобів, засобів масової інформації, та їх відповідність існуючим нормативам.

Джерело звуків:	Максимальна інтенсивність звуків, дБ:		
	від джерела звуків:	норматив для даного джерела звуків:	висновок про відповідність рівня шуму нормативам:
1.			
...			

3. Зробіть висновки про відповідність рівнів шуму від певних типів приладів та транспортних засобів діючим нормативам звукового навантаження.

Контрольні питання:

1. Вкажіть відмінності між звуком, інфразвуком та ультразвуком.
2. У чому полягає небезпека впливу на організм людини звуків, інфразвуків та ультразвуків?
3. За допомогою яких приладів здійснюється контроль інтенсивності та діапазону частот звуків, інфразвуків та ультразвуків від працюючого обладнання?
4. Які використовуються методи захисту людини від дії звуків, інфразвуків і ультразвуків?

Література:

- ДСТУ 2325-93. Шум. Терміни та визначення. – К., Держстандарт України, 1994.
- ДСТУ 2867-94. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. – К.: ДСТ України, 1994. 3. Охрана окружающей среды. Авиационный шум.
- Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія: практичний курс. Частина 1. Чернівці: Рута, 2003. – 320 с.
- Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Державні санітарні норми (ДСН) 3.3.6.037-99. Київ. 1999.
- Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы, САНПИН 2.1.2.1002-00.
- СанПиН 3077-84 Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки.
- МСанПиН 001-96. Санитарные нормы допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях.
- Межгосударственные санитарные правила и нормы МСанПиН 001-96 "Санитарные нормы допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях".

**Допустимі рівні звуку від побутових приладів.
ВИТРИМКИ 3: «Міждержавних санітарних правил і норм МСанПІН 001-96 "Санітарні норми допустимих рівнів
фізичних факторів при застосуванні товарів народного споживання в побутових умовах"»**

Групи товарів народного споживання	Рівні звукового тиску, дБА в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								Еквівалентні рівні звуку, дБА	Максимальні рівні звуку, дБА	
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000			8000
1. Побутові електричні прилади:											
а) виробли призначені для цілодобової експлуатації в житлових кімнатах квартир, наприклад: вентилятори, повітряно-обмінники, кондиціонери	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	40
б) виробли, призначені для цілодобової експлуатації в допоміжних нежитлових приміщеннях квартир, наприклад: холодильники, морозильники	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	55
в) виробли тривалого використання (від 1 до 6 годин на день), призначені для механізації господарських і кухонних робіт, наприклад: пральні та швейні машини, очищувачі повітря для кухонь	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70	75
г) виробли короткочасного використання (менше 1 години в день), призначені для механізації господарських і кухонних робіт, наприклад: пілососи, кухонні комбайни, кавомолки, міксери	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	85

д) виробничо-побутового призначення, наприклад: електродрилі, електрорубанки **	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	90
2. Іграшки для дітей (за винятком настроєних музичних іграшок, духових та ударних інструментів)**											
а) до 3-х років	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	70
б) від 3-х до 6-ти років	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	75
в) старше 6-ти років	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70	80
г) іграшки для гри на відкритому повітрі	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75	85
3. Електроприлади санітарно-гігієнічні, наприклад: фени, електробритви	100	87	79	72	68	65	63	61	59	70	75
4. Побутова оргтехніка	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65	75
5. Персональна електронно-обчислювальна машина ПЕОМ (системний блок)	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50	-

*Корегований рівень звукової потужності є технічною характеристикою джерела шуму і в даних СанПіН не нормується;
 **Індивідуальна трудова діяльність із застосуванням приладів даної групи при рівнях звуку вище 75 дБА в квартирах житлових будинків забороняється. Робота з виробами виробничо-побутового призначення в житлових будинках в нічний час доби (з 23 до 7 години) заборонена. **Максимальний рівень звуку іграшки, що видає імпульсний шум в якості ігрового моменту (удар, одиночний постріл і ін.), повинен бути не більше 90 дБА при вимірюванні на часовій характеристиці «імпульс» шумоміру.

Максимальний рівень звуку (L, дБА, A макс.) – рівень звуку, який відповідає максимальному показанню приладу (шумоміра) при візуальному відліку.

Еквівалентний (за енергією) рівень звуку непостійного шуму (L, дБА, A экв.) – це рівень звуку постійного широкосмугового шуму, який має такий саме середньоквадратичний звуковий тиск, що і даний непостійний шум протягом певного інтервалу часу (МСанПіН 001-96).

Допустимі рівні ультразвуку від побутових приладів (МСанПіН 001-96).

Средньгеометричні частоти третьооктавних смуг, кГц	12,65	16,0	20,0	25,0	31,5-100,0
Рівень звукового тиску, дБ	70	80	90	95	100

Допустимі рівні інфразвуку від побутових приладів (МСанПіН 001-96).

Средньгеометричні частоти третьооктавних смуг, кГц	2	4	8	16
Рівень звукового тиску, дБ	75	70	65	60

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, еквівалентних і максимальних рівнів звуку проникаючого шуму в приміщення житлових будинків (СанПіН 2.1.2.1002-00)

Найменування приміщень, територій	Час доби	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц										Рівні звуку La і еквівалентні рівні звуку	Максимальні рівні звуку Laмакс, дБА
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Laекв, дБА		
Житлові кімнати квартир	з 7 до 23	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55	
	з 23 до 7	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45	

Допустимі рівні інфразвуку для житлових приміщень (СанПіН 2.1.2.1002-00)

Найменування приміщень	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц				Загальний рівень звукового тиску, дБ лін
	2 Гц	4 Гц	8 Гц	16 Гц	
Житлові приміщення	75 дБ	70 дБ	65 дБ	60 дБ	75 дБ

Гранично допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях (експлікація) (за ДСН 3.3.6.037-99)

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку L_{a} і еквівалентні рівні звуку
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	$L_{aекв}$, дБА
Установи, в яких відбувається викладання та навчання	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50 дБ
Робочі місця у кабінах машиністів поїздів метрополітену	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Робочі місця у кабінах машиністів швидкісних та приміських електропоїздів	99	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Приміщення для персоналу вагонів поїздів дальнього слідування	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
Робочі місця водіїв вантажних машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Робочі місця водіїв автобусів	99	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Робочі місця водіїв легкових автомобілів	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Таблиця. Гранично допустимі рівні повітряного ультразвуку на робочих місцях (за СанПіН 2.2.4 / 2.1.8.582-96 і ГОСТ 12.1.001-89) (за http://vmede.org/sait/?page=8&id=Gigiena_truda_ruk_kirilova_2008&menu=Gigiena_truda_ruk_kirilova_2008).

Середньгеометричні частоти третьооктаних полос, кГц	Рівні звукового тиску, дБ
12,5 кГц	80 дБ

16 кГц	90 дБ
20 кГц	100 дБ
25 кГц	105 дБ
31,5 – 100,0 кГц	110 дБ

Таблиця. Гранично допустимі рівні контактного ультразвуку для працюючих (за СанПіН 2.2.4/2.1.8.582-96) (за http://vmede.org/sait/?page=8&id=Gigiena_truda_ruk_kirilova_2008&menu=Gigiena_truda_ruk_kirilova_2008).

Середньгеометричні частоти октавних полос, кГц	Пікові значення віброшвидкості, м/с	Рівні віброшвидкості, дБ
16 – 63 кГц	$5 \cdot 10^{-3}$	100 дБ
125 – 500 кГц	$8,9 \cdot 10^{-4}$	105 дБ
$1 \cdot 10^3 – 31,5 \cdot 10^3$ кГц	$1,6 \cdot 10^{-2}$	110 дБ

Гранично допустимі рівні контактного ультразвуку слід приймати на 5 дБ нижче значень, зазначених в таблиці, в тих випадках, коли працюючі піддаються одночасній дії повітряного і контактного ультразвуку.

Таблиця. Гранично допустимі рівні інфразвуку на робочих місцях (за СН 2.2.4/2.1.8.583-96) (за http://vmede.org/sait/?page=8&id=Gigiena_truda_ruk_kirilova_2008&menu=Gigiena_truda_ruk_kirilova_2008).

№	Роботи з різним ступенем тяжкості і спрямованості трудового процесу в виробничих приміщеннях і на території підприємств	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц				Загальний рівень звукового тиску, дБ Лін
		2 Гц	4 Гц	8 Гц	16 Гц	
1	Роботи різного ступеня тяжкості	100 дБ	95 дБ	90 дБ	85 дБ	100 дБ
2	Роботи різного ступеня інтелектуально-емоційної напруженості	95 дБ	90 дБ	80 дБ	75 дБ	90 дБ

**Тема: Дослідження радіаційного фону міських територій
за допомогою дозиметра SMG-2**

Мета роботи: навчитися визначати рівень радіаційного фону, а також виявляти об'єкти, заражені радіоактивними елементами.

Матеріали та реактиви: дозиметр побутовий SMG-2, ручки, зошити.

Інформація. Середні та високі дози іонізуючого випромінювання викликають пошкодження молекул ДНК, що призводить, в залежності від отриманої дози, до розвитку хвороб (зокрема, онкологічних), до появи вроджених вад розвитку, до передчасного старіння організмів, до загибелі окремих клітин і організмів в цілому. Джерелами іонізуючого випромінювання можуть бути будівельні матеріали, металеві конструкції, продукти спалення торфу та вугілля, використання на полях в якості добрив природних радіоактивних апатитів та селітр і т.н. Дозиметричний контроль навколишнього середовища має сприяти створенню екологічно-безпечних умов проживання людини.

Побутовий дозиметр SMG-2 проводить оцінку радіаційного фону і вимірює накопичену дозу за величиною потужності іонізуючого випромінювання (потіку бета-частинок і гамма-випромінювання з урахуванням рентгенівського), а потім виводить отриманий результат на екран. В його основу покладено сучасний газорозрядний лічильник типу "СБМ 20-1", розроблений на базі технології Гейгера-Мюллера, який забезпечує високу швидкість і точність вимірювань.

Дозиметр SMG-2 вимірює не тільки фактичну, а й накопичену дозу радіації, що дозволяє оцінити загрозу для людського життя і здоров'я. Це значно розширює сферу застосування приладу, адже з його допомогою можна точно визначити рівень небезпеки перебування на тій чи іншій території. Дозиметр зберігає всі виміряні значення протягом 2-х років, так що можна переглядати статистику за будь-які проміжки часу, навіть досить тривалі.

Діапазон вимірювання рівня радіоактивного фону за допомогою дозиметра SMG-2 становить 0,01...999 мкЗв/год.



Дозиметр SMG-2.

У більшості випадків нормативи іонізуючого випромінювання наводяться в мкР/год. Для здійснення переходу від одиниць вимірювання в мкЗв/год у

мкР/год - показник, отриманий за допомогою дозиметра SMG-2 (у мкЗв/год), необхідно домножити на 100.

Основними документами, якими регламентується радіаційна безпека в Україні, є: Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Основні санітарні правила України (ОСПУ). Згідно нормативних документів, всередині приміщень будівель та споруд, які експлуатуються з постійним перебуванням людей, рівень дії іонізуючого випромінювання може становити 50 мкР/год, включаючи компоненту від природного радіаційного фону. Для відкритих природних територій норма радіаційного фону становить 30 мкР/год.

Хід роботи:

1. Підготуйте дозиметр до роботи, ознайомтеся з роботою приладу.

Для запуску приладу натисніть і притримайте кнопку джойстика. Після включення на екрані приладу повинна висвітитися заставка. Буде запропоновано ввести поточний час і дату. Поставтеся до цієї процедури відповідально, так як введені дані використовуються при формуванні звітів.

Головний екран. На головному екрані відображається виміряна радіація, виводиться повідомлення про дозу отриманого опромінення за останню добу або за останню годину. У верхній частині екрану відображається температура довкілля, режим роботи зумера (включений або виключений, режим «політ»), підключення USB – кабелю, стан акумулятора та поточний час. Над показниками поточного радіаційного фону розташовується інтерактивна діаграма радіаційної обстановки. Під ними – шкала інтервалу вимірювання. Внизу екрана розташовані піктограми основних екранів. Всього їх шість: головний екран, екран настройки, екран інформації про прилад, екран управління живленням, екран звітів і екран графічного відображення накопиченої радіації. Помаранчевий колір піктограми вказує, який з екранів зараз активний. Прилад має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Для навігації по екранах необхідно маніпулювати джойстиком вліво або вправо. Маніпулюючи джойстиком вгору або вниз у головному меню, можна вибирати бажану інформацію – середнє за добу або за годину. Якщо звучить сигнал тривоги (при підвищеній або високій радіації), натискання на джойстик тимчасово зупинить сигналізацію.

Екран текстового звіту. На екрані звіту можна сформувати дані про середню або накопичену дози на обрану дату вимірювання. Інформація надається за день, за місяць, за рік. Звіт формується за командою «Сформувати».

Екран графічного звіту. На цьому екрані можна сформувати дані про середню або накопичену дози на обрану дату вимірювання у вигляді графіка. Інформація надається за день або за місяць. На горизонтальній осі – дні, на вертикальній – значення радіаційного фону.

2. Проведіть заміри радіаційного фону на різних об'єктах: паркові зони, пам'ятники, пішохідні зони, зони біля автодоріг, будинків і т.н. NB! На кожному об'єкті дослідження необхідно здійснювати не менше п'яти замірів.

3. Всі дані замірів занесіть до таблиці.

4. Проведіть статистичну обробку результатів (зразок проведення статистичного аналізу отриманих даних наведений в Додатку А).

5. Зробіть висновки про відповідність рівня іонізуючого випромінювання від об'єктів, які досліджувалися, діючим нормативам.

Таблиця. Результати дозиметричного контролю різних об'єктів на території дослідження з використанням побутового дозиметра SMG-2.

Об'єкт дослідження:	Дозиметричні показники біля об'єктів дослідження:					Середнє значення:
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	
Будинок № 1						
Будинок № 2						
Паркова зона						
Пам'ятник						

Контрольні питання:

- 1) Причини небезпеки дії іонізуючого випромінювання на живі організми.
- 2) Прилади для контролю рівня іонізуючого випромінювання в навколишньому середовищі.
- 3) Нормативи дії іонізуючого випромінювання для природного фону і будівель.

Література:

- Константинов М.П. Радіаційна безпека: Навчальний посібник / М. П. Константинов, О.А. Журбенко. – Суми: ВТД“Університетська книга”, 2003. – 151с.
- Норми радіаційної безпеки України (НРБУ–97). – К., 1997. – 121с.
- Основи охорони праці: Підручник. 5–е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2011. – 384 с.

Робота № 21

Тема: Оцінка екологічного стану дерев в різних за рівнем техногенного навантаження зонах міста (за <http://mykonspekts.ru/1-17043.html>).

Мета роботи: визначити екологічний стан дерев в різних за рівнем техногенного навантаження зонах міста.

Матеріали та реактиви: олівці, папір, поліетиленові пакетики для збору зразків пошкодженого листя, фотоапарати.

Інформація. Міські насадження відіграють важливу роль у нормальному функціонуванні міста і у здоровому житті його мешканців: вони очищують повітря, поліпшують мікроклімат міста, забезпечують відпочинок населення.

Але, порівняно з природними екосистемами, рослини в межах міста стикаються з низкою проблем. Зокрема, це штучний добір видів дерев, який не завжди враховує особливості кліматичної зони і видову сумісність різних дерев і чагарників. Проте, навіть якщо видовий склад рослин міста відповідає кліматичній природній зоні, - мікроклімат міста за тепловим режимом та режимом зволоження відрізняється від природних територій (наприклад, штучне дронування міських територій може створювати дефіцит зволоження). Крім того, штучне освітлення вулиць і парків здатне порушувати роботу біологічного годинника рослин, а збій внутрішнього годинника послаблює рослину і робить її більш чутливою до пошкодження комахами, хімічними факторами, і т.н. Хімічне забруднення атмосферного повітря міста викидами транспорту та підприємств негативно впливає на стан рослинності міста; штучне ізолювання міських рослин від природних екосистем, розташованих за межами урбанізованої території, обмежує видовий склад фауни, зокрема, птахів, що створює умови для гіперрозмноження шкідників дерев і т.н. У зв'язку з вище викладеним, важливим є постійний контроль екологічного стану насаджень дерев на вулицях та в парках міст.

Порядок опису деревостою. В межах певної екосистеми (антропогенної або природної) для кожного дерева визначаються наступні показники: % дефоліації крони (несезонної втрати листя), тип пошкодження крони, % покриття штамба епіфітними лишайниками, характер і ступінь пошкоджень ентомологічного, фітопатологічного походження, а також іншої природи, стан вершини, ступінь усихання гілок і т.н.

На підставі вищеназваних ознак дається оцінка життєвого стану кожного дерева за 6-бальною шкалою:

I - здорові (без ознак ослаблення) - дерева без зовнішніх ознак пошкодження, неушкоджені листя і хвоя, нормальна кора;

II - ослаблені - дерева з окремими сухими скелетними гілками (до 10%), з зовнішніми ознаками незначних механічних пошкоджень. Хвойні породи: крона ажурна, хвоя зелена, світло-зелена або обпалена, не більше, ніж на 1/3, місцеве пошкодження стовбура. Листяні породи: приріст зменшений до 1/2 норми, всихання окремих гілок, поодинокі водяні пагони в кроні;

III - сильно ослаблені дерева, що мають зниження щільності крони від 10% до 50% (за рахунок дефоліації і сухих гілок), пошкодження листових пластинок (хвої) патогенами, комахами або поллютантами (хлорози, некрози);

IV - всихаючі дерева, крона всохла більш, ніж на 50% (за рахунок сухих гілок і дефоліації), значне пошкодження неопалого листя, сильно тріщинувата кора;

V - свіжий сухостій (поточного року) - крона всохла повністю (понад 75% сухих гілок, листя або хвоя здебільшого опалі), сильні механічні пошкодження;

VI - старий сухостій (минулих років) - крона і стовбур засохлі, кора відшаровується або відсутня.

Надалі, на підставі отриманих даних розраховується індекс стану деревостою за наступною формулою:

$$IC = (100 \cdot n_1 + 70 \cdot n_2 + 40 \cdot n_3 + 5 \cdot n_4) / N$$

Де: IC – індекс життєвого стану деревостою; n1 - кількість здорових (без ознак ослаблення) дерев, n2 – кількість ослаблених дерев, n3 – кількість сильно ослаблених дерев, n4 – кількість усихаючих дерев; N - загальна кількість обстежених дерев (включаючи сухостій).

В залежності від величини розрахованого індексу стану деревостою – насадження тестованої екосистеми відносять до однієї з категорій життєвого стану на основі модифікованої шкали В.А. Алексеєва: деревостої з індексом стану 90-100% відносяться до категорії «здорових», 80-89% - «здорових з ознаками ослаблення», 70-79% - «ослаблених», 50-69% - «пошкоджених», 20-49% - «сильно пошкоджених», менше 20% - «зруйнованих».

Індекс стану деревостою, IC:	Висновок про життєвий стані деревостою:
90 – 100 %	деревостій здоровий
80 – 89 %	деревостій здоровий з ознаками ослаблення
70 – 79 %	деревостій ослаблений
50 – 69 %	деревостій пошкоджений
20 - 49 %	деревостій сильно пошкоджений
менше 20 %	деревостій зруйнований

Дефоліація (несезонне опадання листя). Ступінь дефоліації дерев лежить в основі розрахунків класів пошкодження, індексу стану і категорій життєвого стану деревостою. Дефоліація обумовлена комплексом абіотичних і біотичних факторів самої різної природи, серед яких сезонні особливості режимів освітлення і зволоження, забруднення повітря, нестача поживних елементів, біотичні пошкодження, хвороби, заморозки, посухи та ін.

За ступенем дефоліації дерева розподіляються на 5 класів пошкодження:

Відсоток дефоліації дерев, %:	Класи пошкодження деревостою за	Стан деревостою за рівнем дефоліації дерев:
-------------------------------	---------------------------------	---

	рівнем дефоліації:	
дефоліація 0 - 10 %	0 клас	дерева неушкоджені
дефоліація 11 – 25 %	1 клас	дерева слабкопошкоджені
дефоліація 26 – 60 %	2 клас	дерева середньопошкоджені
дефоліація 61 – 99 %	3 клас	дерева сильно пошкоджені
дефоліація 100 %	4 клас	дерева всохлі

Оцінка ураженості дерев хворобами проводиться візуально за загальним станом рослин, по відсотку ураженої поверхні органів рослин, інтенсивності споруляції патогенів та іншим ознакам.

Для оцінки рівня розвитку хвороб використовується наступна шестибальна шкала:

Відсоток поверхні листя, захоплений пошкодженням, %:	Бал пошкодження листових пластинок:	Висновок про стан деревостою за ступенем пошкодження листових пластинок:
0%	0 балів	рослини здорові
0 - 10 %	1 бал	ураження слабке
11 – 25 %	2 бали	ураження помірне
26 – 50%	3 бали	ураження сильне
більше 51 %	4 бали	ураження дуже сильне
	5 балів	ураження повне, загибель рослин

Оцінка ураженості рослин шкідниками проводиться візуально: дослідник визначає типи пошкодження листя і площу ураженої поверхні листя.



Дірчасте вигризання (організми з гризучим ротовим апаратом).



Фігуристе або крайове об'їдання листя довгоносиками.



Отвори від колюче – смокчучого ротового апарату комах (зміна кольору), комахи, що пошкоджують так листя: кліщі, клопи, попелиця.



Утворення галів



Скелетування листя.



Вікончасте вигризання (гусениці, метелики)



Результати пошкодження листя колючо-смокчучим ротовим апаратом (точкова зміна кольору листя в місцях проколів).
Комахи, що пошкоджують так листя: кліщі, клопи, тля.



Крайове об'їдання листя.

Хід роботи

1. Використовуючи 6-бальну шкалу оцінки стану дерев, підрахуйте на ділянці обстеження кількість дерев з різним життєвим станом (т.т. кількість здорових дерев, ослаблених, сильно ослаблених, всихаючі дерев і т.н.). Отримані дані внесіть в таблицю.

2. Обчисліть індекс життєвого стану деревостою на ділянці обстеження і зробіть висновок про благополуччя деревостою на даній території міської екосистеми, використовуючи модифіковану шкалу В.А. Алексеєва. Отримані дані внесіть в таблицю.

Таблиця. Життєвий стан деревостою на території обстеження.

Територія дослідження:	Кількість дерев з різним життєвим станом:				Загальна кількість обстежених дерев:	Індекс життєвого стану деревостою, ІС + висновок:
	n1 здорові дерева	n2 ослаблені дерева	n3 сильно ослаблені дерева	n4 усихаючі дерева		
Автотраса						
Паркова зона						

3. На ділянці обстеження для кожного дерева встановіть відсоток його дефоліації (тобто несезонного опадіння листя).

4. Обчисліть середню величину дефоліації для дерев на даній ділянці. Використовуючи нормативні дані, вкажіть клас ушкоджень деревостою за рівнем дефоліації на даній ділянці. Отримані дані внесіть в таблицю.

Таблиця. Оцінка стану деревостою за рівнем дефоліації і площі ушкоджень листових пластинок шкідниками, патогенами, поллютантами.

Територія дослідження:	Рівень дефоліації деревостою		Ураженість дерев шкідниками, патогенами, поллютантами	
	% дефоліації дерев:	Клас пошкодження за рівнем дефоліації + висновок:	% поверхні листя, захопленій ушкодженнями:	Бал пошкодження листових пластинок + висновок:
Автотраса				
Паркова зона				

5. Для кожного з дерев на території обстеження: а) встановіть домінуючі типи пошкоджень листя шкідниками та хворобами; б) вкажіть відсоток пошкодження листових пластинок шкідниками, патогенами і поллютантами навколишнього середовища.

6. Обчисліть середню величину відсотка пошкодження листових пластинок дерев хворобами, шкідниками і поллютантами навколишнього середовища на території обстеження (хлорози, некрози, вигризання і т.н.).

7. Використовуючи нормативну таблицю, зробіть висновок про рівень пошкодження дерев на території обстеження хворобами, шкідниками, поллютантами. Отримані дані внесіть в таблицю.

8. Порівняйте стан деревостою на територіях міста з різним рівнем антропогенного навантаження.

Контрольні запитання:

- 1) Як оцінити стан деревостою міста?
- 2) Які типи пошкодження дерев виділяють?
- 3) Надайте рекомендації щодо покращення екологічного стану дерев в межах міських екосистем.

Література:

Алексеев В.А. Особенности описания древостоев в условиях атмосферного загрязнения // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей / Таллинн. 1982. Ч.1. С. 97-115.

Бергман И.Е., Воробейчик Е.Л., Жданова Т.Ю. Изменение строения древостоев под действием атмосферного загрязнения: модифицирующее влияние условий экотопа // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 8-1. – С. 25-27; URL: <http://applied-research.ru/ru/article/view?id=3836>.

Методы мониторинговых исследований в естественных и нарушенных экосистемах. Оценка жизненного состояния зеленых насаждений в урбоэкосистеме. <http://mykonspekts.ru/1-17043.html>.

Робота 22

Тема: Визначення рівня забрудненості екосистем міста з використанням методів біотестування

Частина 1. Асиметрія листків берези як метод біоіндикації атмосферного повітря (за Руденко та ін, 2003; Захаров и др., 2000; Архипова, <http://livescience.ru/>).

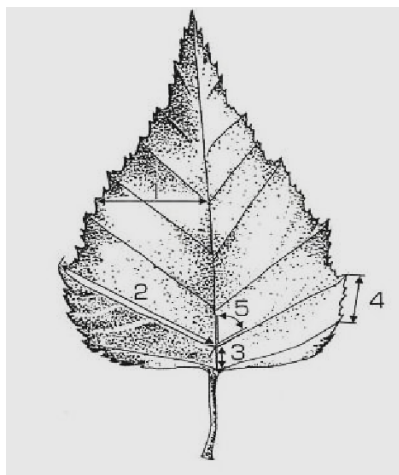
Мета роботи: з'ясувати вплив забруднення атмосферного повітря на рівень асиметрії листків берези.

Матеріали та реактиви: листки берези, зібрані в чистих і в забруднених районах регіону дослідження; лінійки, циркулі, транспортири, олівці, калькулятори.

Інформація (цитовано за Захаров и др., 2000; Архипова, за <http://livescience.ru/>). Флуктуаційною асиметрією називають невеликі неспрямовані відхилення від двосторонньої симетрії у організмів або їх частин – т.т., це поява у організмів, які в нормі мають білатеральну симетрію, відмінностей між правою і лівою сторонами їх морфологічних структур.

Флуктуаційна асиметрія виникає в результаті появи т.зв. «онтогенетичних шумів» - випадкових відхилень в експресії генів. При дії стресових факторів середовища онтогенетичний шум посилюється, що порушує стабільність морфогенезу організму і, як наслідок, призводить до збільшення асиметрії його морфологічних структур. При цьому показник величини флуктуаційної асиметрії зростає. Тому, величину флуктуаційної асиметрії у різних видів організмів використовують як індикатор стану середовища, ступеня його антропогенного забруднення. Флуктуаційна асиметрія дозволяє оцінити нестабільність розвитку організму.

В даний час для оцінки рівня забруднення навколишнього середовища широко використовується величина флуктуаційної асиметрії білатеральних морфологічних структур листя берези повислої (*Betula pendula* Roth.).



Морфологічні ознаки листя, які використовуються для оцінки стабільності розвитку берези повислої (*Betula pendula* Roth.): 1 - ширина лівої і правої половинок листа; 2 - довжина жилки другого порядку, другої від основи листа; 3 - відстань між основами першої і другої жилок другого порядку; 4 - відстань між кінцями цих же жилок; 5 - кут між головною жилкою і другою від основи листка жилкою другого порядку (цитовано за Архипова, <http://livescience.ru/>).

В ході дослідження необхідно виміряти:

- 1) ширину правої та лівої половинок листа (посередині листової пластинки);
- 2) довжину другої від основи листка жилки (зліва і праворуч від центральної жилки);
- 3) відстань між першою і другою жилкою, рахуючи від паростка, в місці прикріплення їх до центральної жилки (зліва і справа);
- 4) відстань між першою і другою жилкою, рахуючи від паростка, з зовнішнього краю листа (зліва і праворуч від центральної жилки);
- 5) кут нахилу другої жилки до центральної (зліва і справа).

Вимірювання проводяться в сантиметрах (показники 1-4) і градусах (показник 5). Результати досліджень заносяться в таблицю. Величину асиметрії у рослин розраховують як відношення різниці в показниках зліва (L) і праворуч (R) до суми цих показників:

$$\frac{|L - R|}{|L + R|}$$

*NB! Використання такої відносної величини є необхідним для того, щоб нівелювати залежність величини асиметрії від величини самої ознаки.

Щоб отримати інтегральний показник стабільності розвитку організму, спочатку для кожного листка розраховують середню відносну величину асиметрії, склавши відносні величини асиметрії за кожною ознакою і поділивши цю суму на число ознак. Потім розраховують середнє арифметичне за показником асиметрії для всіх листків з певної території дослідження (приклад розрахунків наведений нижче).

Для оцінки ступеня порушення стабільності розвитку рослин берези повислої (*Betula pendula* Roth.), авторами методики (Захаров и др., 2000) на підставі результатів численних досліджень була розроблена п'ятибальна шкала, згідно якої, діапазон значень інтегрального показника стабільності розвитку: до 0,040 - відповідає першому балу (умовна норма); від 0,040 до 0,044 - другому балу; від 0,045 до 0,049 - третьому балу; від 0,050 до 0,054 - четвертому балу; від 0,054 і вище - п'ятому балу (критичний стан).

Перший бал шкали - умовна норма. Такі значення інтегрального показника асиметрії спостерігаються, зазвичай, в вибірках рослин зі сприятливих умов зростання, наприклад, з природних заповідників. П'ятий бал - критичне значення, такі значення показника асиметрії відмічені в край несприятливих умовах, коли рослини знаходяться в сильно пригніченому стані (цитовано за Захаров и др., 2000; Архипова, <http://livescience.ru/>).

Приклад розрахунків. У таблицях 1 і 2 наведений приклад розрахунків середньої відносної величини асиметрії на ознаку для 5 різних ознак листа у 10 листків берези.

1. Проміри усіх п'яти показників листків берези повислої вносять до таблиці 1.

Таблиця 1. Зразок таблиці для внесення первинних даних по оцінці стабільності розвитку організму з використанням морфологічних ознак листя берези повислої (для 10 листків берези) (за Захаров и др., 2000).

Номер ознаки*										
№ листка	1		2		3		4		5	
	зліва	справа	зліва	справа	зліва	справа	зліва	справа	зліва	справа
1	18	20	32	33	4	4	12	12	46	50
2	20	19	33	33	3	3	14	13	50	49
3	18	18	31	31	2	3	12	11	50	46
4	18	19	30	32	2	3	10	11	49	49
5	20	20	30	33	6	3	13	14	46	53
6	12	14	22	22	4	4	11	9	39	39
7	14	12	26	25	3	3	11	11	34	40
8	13	14	25	23	3	3	10	8	39	42
9	12	14	24	25	5	5	9	9	40	32
10	14	14	25	25	4	4	9	8	32	32

* Опис ознак для берези дивіться в підписі до рисунка.

2. Для кожного листка, який вимірюється, обчислюються відносні величини асиметрії для кожної ознаки. Для цього різницю між промірами зліва (L) і праворуч (R) ділять на суму цих же промірів: $(L-R) / (L+R)$.

Наприклад: Лист N1 (таблиця 1), ознака 1 $(L-R) / (L + R) = (18-20) / (18 + 20) = 2/38 = 0,052$. Розраховані дані вносять до таблиці 2.

3. Потім обчислюють середній показник асиметрії для кожного листка. Для цього підсумовують значення відносних величин асиметрії за кожною ознакою і ділять на число ознак.

Наприклад, для листа 1 (таблиця 2): $(0,052 + 0,015 + 0 + 0 + 0,042) / 5 = 0,022$. Результати обчислень заносять в таблицю 2 (в останній стовпчик).

4. Надалі розраховується середня величина асиметрії для усіх листків на території дослідження (т.т. знаходять середні значення для усіх величин в останньому стовпчику таблиці 2).

У прикладі, який розглядається, означена величина дорівнює:

$(0,022 + 0,015 + 0,057 + 0,061 + 0,098 + 0,035 + 0,036 + 0,045 + 0,042 + 0,012) / 10 = 0,042$.

Розрахований таким чином показник називається інтегральним показником стабільності розвитку рослин на території дослідження.

5. Отримане значення інтегрального показника стабільності розвитку порівнюється з даними п'ятибальної шкали (табл. 3) і робиться висновок про стан рослин на території дослідження.

Таблиця 2. Зразок таблиці для обробки даних по оцінці стабільності розвитку організму з використанням морфологічних ознак листа берези повислої (за Захаров и др., 2000).

№	Номер ознаки:					Величина асиметрії листка:
	1	2	3	4	5	
1	0,052	0,015	0	0	0,042	0,022
2	0,026	0	0	0,037	0,010	0,015
3	0	0	0,2	0,044	0,042	0,057
4	0,027	0,032	0,2	0,048	0	0,061
5	0	0,048	0,33	0,037	0,071	0,098
6	0,077	0	0	0,1	0	0,035
7	0,077	0,019	0	0	0,081	0,036
8	0,037	0,042	0	0,111	0,037	0,045
9	0,077	0,020	0	0	0,111	0,042
10	0	0	0	0,059	0	0,012
Величина асиметрії у вибірці (інтегральний показник стабільності розвитку рослин):						X = 0,042

*NB! Статистична значимість відмінностей між вибірками за величиною інтегрального показника стабільності розвитку визначається за t-критерієм Стьюдента.

Таблиця 3. П'ятибальна шкала оцінки відхилень стану організму від умовної норми за величиною інтегрального показника стабільності розвитку для берези повислої (*Betula pendula*) (за Захаров и др., 2000).

Бал:	Величина показника стабільності розвитку (т.т. величина асиметрії у вибірці):
I	< 0,040
II	0,040 - 0,044
III	0,045 – 0,049
IV	0,050 – 0,054
V	> 0,054

У наведеному прикладі показник асиметрії дорівнював 0,042, що відповідає другому балу шкали. Це означає, що на території дослідження рослини відчувають слабкий вплив несприятливих факторів. Значення показника асиметрії, які відповідають третьому і четвертому балам, зазвичай спостерігаються в забруднених районах. Запропонований авторами методики підхід може бути використаний для оцінки стану популяцій окремих видів рослин, а також якості середовища в цілому. Оскільки рівень стабільності розвитку залежить від умов проживання рослини, то відповідними балами можна оцінювати і стан навколишнього середовища (за Захаров и др., 2000).

Використання означеної методики в екологічних дослідженнях.

Використання даної методики можливо як для фонового моніторингу змін природних умов в місцях проживання рослин, так і для оцінки наслідків різних видів антропогенного впливу. При цьому потрібно мати на увазі, що зміна стану живого організму є неспецифічною реакцією на найрізноманітніші впливи і показник стабільності розвитку дає інформацію про результати всіх цих впливів.

Збільшення значень показників асиметрії у вибірці є індикатором погіршення стану організму при стресовому впливі середовища, наприклад, на екологічній периферії ареалу. Треба мати на увазі, що сьогодні умови екологічної периферії мають місце повсюдно за рахунок антропогенного впливу. Важливо відзначити, що умови екологічної периферії ареалу можуть виникати в різних частинах ареалу також і в силу природних причин. Особливо яскраво це проявляється у рослин. Наприклад, для берези повислої (*Betula pendula*) було показано, що в затінених умовах стабільність розвитку була істотно нижче, ніж на освітлених ділянках (Захаров и др., 2000).

Дана методика також дозволяє проводити виявлення міжвидових відмінностей шляхом порівняння вибірок різних видів з одного і того ж місцеперебування. У цьому ключі найцікавішим є порівняння симпатричних популяцій різних видів для виявлення того, якою є їх реакція на одні й ті ж умови. Ця різна реакція означає, що одні й ті ж умови виявляються оптимальними для одного і неоптимальними для іншого виду. *NB! Бальні оцінки, отримані для різних видів, зазвичай виявляються подібними.

Важлива перевага підходу, запропонованого авторами методики (Захаров та ін., 2000), полягає у можливості виявлення змін стану організму при різних несприятливих впливах, коли ні за показниками біорізноманіття (на рівні спільнот), ні за популяційними показниками - зміни ще не спостерігаються. Вкрай важливою особливістю підходу є те, що оцінки, отримані для різних видів, виявляються подібними, що відкриває можливість для характеристики благополуччя екосистеми за станом видів, що її складають.

*NB! Для виявлення мікробіотопічних відмінностей краще використовувати трав'янисті рослини, в той час як для характеристики досить великих територій краще використовувати деревні рослини.

Хід роботи

1. Зберіть по 10 листків берези опушеної (*Betula pubescens* Ehrh.) з 10 дерев (загальна кількість листків 100) на кожній дослідній ділянці (вулиця міста, міський парк, приміська зона). При підборі матеріалу враховуйте наступне: а) дерева повинні відноситися до одного виду берез (*Betula pubescens* Ehrh.); б) збирати листки необхідно з других гілок знизу, при чому, передостанні два листки на пагоні; в) дерева повинні бути приблизно одного віку, який визначають за допомогою вимірювання діаметру стовбура; г) збирайте листки приблизно одного розміру, які в ширину не перевищували б 6 см, а по довжині – 8 см; д) усі листки повинні бути без видимих уражень, одного кольору, без плям, не ушкоджені комахами.

2. Проведіть дослідження відібраних листків берези за перерахованими нижче параметрами і внесіть отримані дані до таблиці:

- ширина правої та лівої половинок листка;
- довжина другої від основи листка жилки другого порядку (зліва і справа);
- відстань між основою 1-ї та 2-ї жилок другого порядку (зліва і справа);
- відстань між кінцями 1-ї та 2-ї жилок другого порядку (зліва і справа);
- кут між основною і другою від основи листка жилкою другого порядку (зліва і справа);

3. Для кожного листка розрахуйте показники асиметрії за кожним параметром і надалі – знайдіть сумарний показник асиметрії для кожного листка (зразок розрахунків дивіться в розділі «Інформація», таблиці 1-2).

4. Розрахуйте інтегральний показник асиметрії для 100 листків берези, зібраних з певної ділянки міста (зразок розрахунків дивіться в розділі «Інформація», таблиця 2). Занесіть отримані дані до таблиці.

5. Використовуючи таблицю 3 відповідності балів якості навколишнього середовища значенням коефіцієнтів асиметрії листа берези, зробіть висновки про стан навколишнього середовища в місцях росту дерев.

Таблиця. Інтегральний показник стабільності розвитку рослин

Місце збору листа берези:	Інтегральний показник асиметрії листа берези:	Бал стану навколишнього середовища:
Біля автотраси		
Паркова зона		

Контрольні питання:

1. Які типи симетрії тіла живих організмів Вам відомі?
2. Як провести дослідження для виявлення змін в рівнях асиметрії листків берези?
3. Чому рівень асиметрії листків берези може свідчити про забруднення навколишнього середовища?

Література:

Архипова Т.С. Изучение асимметрии листьев березы для оценки качества среды в поселке Мисцево (цитовано за <http://livescience.ru/>; <http://static.livescience.ru/bereza/bereza.pdf>).

Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. - М.: Центр экологической политики России, 2000. - 68 с.

Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія: практичний курс. Частина 1. Чернівці : Рута, 2003. – 320 с.

Частина 2. Визначення стану навколишнього середовища за комплексом морфологічних ознак у хвойних рослин (за Руденко та ін, 2003; <http://wiki.irkutsk.ru/index.php/>)

Мета роботи: визначити стан навколишнього середовища території дослідження за комплексом морфологічних ознак хвої, пагонів та бруньок у хвойних дерев.

Матеріали та реактиви: гілки одного виду хвойних, які ростуть в міських посадках або в зоні впливу підприємств, ТЕС та ін, а також гілки, взяті у відносно чистій зоні позаміських територій; лінійки, олівці, лупи, міліметровий папір.

Інформація (за Руденко та ін, 2003). Відомо, що на забруднення середовища найбільш сильно реагують хвойні деревні рослини. Характерними ознаками неблагополуччя навколишнього середовища і особливо газового складу атмосфери слугує поява різного роду хлорозів і некрозів, зменшення розмірів ряду органів (довжини хвої, пагонів поточного року і минулих років, їх товщини, розміру шишок, розмірів і числа закладених бруньок), зменшення галуження. Через уповільнення росту пагонів і хвої в довжину в забрудненій зоні спостерігається зближення відстані між хвоїнками (їх більше на 10 см пагона, ніж в чистій зоні). Спостерігається потовщення самої хвої, зменшується тривалість її життя (1-3 роки в забрудненій зоні і 6-7 років – в чистій). Вплив забруднення викликає також стерильність насіння (зменшення його схожості). Всі ці ознаки не специфічні, але в сукупності дають доволі об'єктивну картину.

Хвойні зручні тим, що можуть слугувати біоіндикаторами протягом цілого року. Слід відзначити, що в лісознавстві давно розроблена оцінка стану навколишнього середовища за комплексом ознак у хвойних, при якій використовуються не тільки морфологічні ознаки, які досить мінливі, але і ряд біохімічних змін.

Використання хвойних дає можливість проводити біоіндикацію на великих територіях. Хвойні – основні індикатори, які застосовувались для оцінки стану лісів Європи. Їх використання також є досить інформативним і на малих територіях (наприклад, при оцінці впливу автодороги на прилеглу зону, якщо вона примикає до хвойного лісу; при дослідженні стану навколишнього середовища в міських екосистемах різного рангу і характеру).

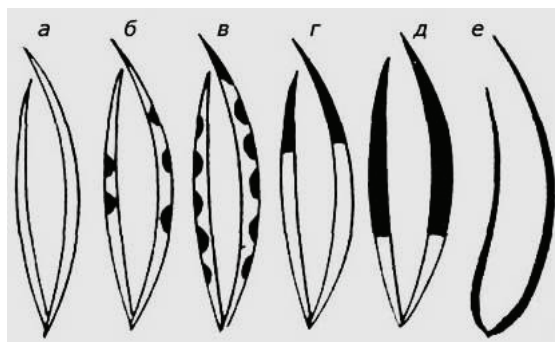
Хід роботи (за Руденко та ін, 2003)

За завданням викладача за тиждень до занять, зріжте гілки умовно одновікових хвойних дерев, найбільш поширених у даній місцевості (наприклад, для міських умов – ялина звичайна і ялина голуба колюча). Гілки зрізають на висоті 2 м з певної частини крони, повернутої до зон з забрудненим повітрям (поблизу автодоріг, підприємств, особливо з викидами у повітря сірчистого газу, на який хвойні сильно реагують). Контролем слугують гілки з

умовно одновікових дерев, зібраних в чистій зоні заповідника, зеленій зоні міста або в посадках лісових культур.

Вивчення хвої

1. **Дослідження пошкодження хвої.** На відібраних зразках гілок хвойних дерев відбирають 200 хвоїнок. В лабораторії всі хвоїнки ділять на групи відповідно до нище наведених класів всихання та пошкодження. Після цього дані нинішнього року порівнюють з попередніми роками і знаходять зміни, або порівнюють отримані результати з районів забруднення і контрольних ділянок.



Види пошкодження і всихання хвої: а - хвоя без плям (КП1), немає сухих ділянок (КУ1); б - хвоя з невеликим числом дрібних плям (КП2), немає сухих ділянок (КУ1); в - хвоя з великим числом чорних і жовтих плям (КП3), усох кінчик 2-5 мм (КУ2); г - всохла третина хвої (КЗО3); д - всохло більше половини довжини хвої (КУ4); е - вся хвоя жовта і суха (КУ4); КП - клас пошкодження (некрози); КУ - клас всихання хвої (цитовано за <http://wiki.irkutsk.ru/index.php/>).

2. **Визначення тривалості життя хвої.** Проводять оцінку тривалості життя хвої шляхом огляду пагонів з хвоєю по мутовках. Кожна мутовка зверху - рік життя дерева. Визначивши клас пошкодження і тривалість життя хвої, можна оцінити клас забрудненості повітря за таблицею.

(місце дослідження)

Якість повітря:	Види пошкодження хвої:	КП-клас пошкодження хвої (некрози):	КУ-клас усихання хвої:	Відсоток хвоїнок з кожним типом пошкоджень:	Примітки:
I	А	КП-1	КУ-1		
II	Б	КП-2	КУ-1		
III	В	КП-3	КУ-2		
IV	Г		КУ-3		
V	Д		КУ-4		
VI	Е		КУ-4		

Примітка: I - ідеально чисте повітря, II – чисте повітря, III - відносно чисте повітря («норма»), IV - помітно забруднене повітря («тривога»), V – брудне повітря («небезпечно»), VI - дуже брудне повітря («шкідливо») (цитовано за <http://wiki.irkutsk.ru/index.php/>).



Компоненти гілки хвойного дерева. Де: А₁, А₂, А₃ - пагони першого, другого і третього років життя; В₁, В₂, В₃ - хвоя першого, другого і третього років життя; В - мутовка; Г - бруньки (цитовано за Грибанова, 2016).

3. Оцінка стану атмосферного повітря за довжиною хвої. Виміряйте довжину хвої на пагоні минулого року, а також її ширину (в середині хвоїнки) за допомогою вимірювальної лупи в різних за рівнем забруднення зонах дослідження. Використовуйте міліметровий папір, встановіть ціну поділки лупи. *NB! Проводять вимірювання не менше 20 хвоїнок в кожній зоні дослідження, оскільки біометричні ознаки є доволі мінливими.

4. Оцінка швидкості росту пагонів за зближенням хвоїнок. В результаті погіршення росту пагона в забрудненій зоні пучки хвоїнок більш зближені і на 10 см пагона їх більше, ніж в чистій зоні. Якщо пагін менше 10 см, підрахунок проведіть по існуючій довжині і переведіть на 10 см. У всіх випадках вимірювань виведіть середнє. Дані занесіть у таблицю.

Таблиця. Результати вимірювання хвої.

Місце відбору зразка:	Довжина, мм:	Ширина, мм:	Тривалість життя, років:	Число хвоїнок на 10 см пагона, шт.:	Некрози:	
					%	характер

Дослідження пагонів

Виміряйте довжину приросту кожного року, починаючи від останнього, рухаючись послідовно по міжвузлях від року до року.

- 1) Встановіть товщину осевого пагона (на прикладі дворічного).
- 2) В місцях мутовок підрахуйте розгалуження, виведіть середнє.
- 3) На пагонах установіть наявність некрозів (точкове чи іншої форми відмирання кори).

Дослідження бруньок

1) Підрахуйте число сформованих бруньок, вирахуйте середнє.

2) Виміряйте довжину і товщину бруньок вимірювальною лупою.

Дані, одержані в результаті досліджень пагонів та бруньок занесіть до таблиці.

Таблиця. Результати вимірювань пагонів та бруньок.

Місце збору:	Пагони			Буньки		
	Довжина осьових пагонів:	Товщина осьових пагонів:	Розгалуження, шт.:	Число, шт.:	Довжина, мм:	Товщина, мм:

*Примітка. Для побудови карти стану середовища на певній території за реакцією хвойних всі біометричні показники виражайте в балах (найвищий бал – в чистій зоні – 5) і нанесіть на карту, а потім контурними лініями виділіть зони ступеня забруднення

Контрольні питання:

1. Чому хвойні рослини широко використовують для біоіндикації стану навколишнього середовища?

2. За допомогою яких морфологічних параметрів хвої, пагонів та бруньок хвойних дерев робиться оцінка стану навколишнього природного середовища?

Література:

Биоиндикация состояния воздуха по хвое сосны (<http://wiki.irkutsk.ru/index.php/>).

Грибанова Е.Т. Биоиндикация воздуха по состоянию морфологических признаков сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). 2016 г. <https://infourok.ru/bioindikaciya-vozdruha-po-sostoyaniyu-morfologicheskikh-priznakov-sosni-obiknovennoy-1298554.html>.

Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія: практичний курс. Частина 1. Чернівці : Рута, 2003. – 320 с.

Частина 3. Визначення екологічного стану навколишнього середовища за допомогою методів ліхеноіндикації (за Руденко та ін, 2003; та ін.)

Мета роботи: визначити екологічний стан навколишнього середовища за допомогою методів ліхеноіндикації.

Матеріали та реактиви: олівці, лінійки, фотоапарати, поліетиленові пакети для збору зразків лишайників.

Інформація. Лишайники є симбіотичними організмами, які складаються з гриба і водоростей, і які є дуже чутливими до забруднення навколишнього

середовища. Серед життєвих форм лишайників розрізняють: а) накипні (слань має вигляд шкірочок) – наприклад, бацидіум фісція; б) листуваті (слань має вигляд пластинок) – наприклад, пармелія, степова золотянка, гіпогімнія; в) кущисті (слань має вигляд кущиків або звисаючих «борід», іноді до 1-2 м довжиною) – наприклад, уснея, бріорія, клафонія, цетрарія. Найбільш чутливі до забруднення повітряного середовища кущисті та листові лишайники (зникають повністю), найменш - накипні.

Хід роботи (за Руденко та ін, 2003)

1) Студенти проводять обстеження: а) території, прилеглої до навантаженої автотраси або до підприємства; б) території в чистій зоні (парк, приміська зона). В кожній зоні дослідження підраховують кількість лишайників певної життєвої форми. Отримані дані заносять до таблиці.

2) Використовуючи дані довідкової таблиці, роблять висновок про екологічний стан повітря в регіоні дослідження.

Таблиця. Присутність лишайників з різними життєвими формами в регіоні дослідження

Життєва форма лишайника:	Кількість лишайників з відповідною життєвою формою:	
	зона, прилегла до підприємства або автотраси	чиста приміська або паркова зона
- накипні лишайники		
- листуваті лишайники		
- кущисті лишайники		

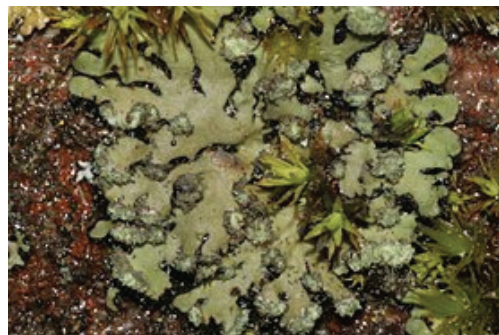
Таблиця. Вплив забруднення середовища на зустрічальність лишайників (Руденко та ін, 2003).

Зона забруднення:	Оцінка зустрічальності лишайників:	Забруднення повітря сірчистим газом, мг/м ³ :	Оцінка забруднення атмосферного повітря:
1	Лишайники на деревах та каменях відсутні	Більше 0,3 мг/м ³	Сильне забруднення повітря
2	Лишайники також відсутні на стовбурах дерев та каменях. На північному боці дерев у затінених місцях зустрічається зеленуватий наліт водорості	0,2 - 0,3 мг/м ³	Досить сильне забруднення повітря

	плеврококус.		
3	Поява на стовбурах і біля основи дерев сіро-зеленуватих твердих накипних лишайників леканори, фісції	0,05 - 0,2 мг/м ³	Середнє забруднення повітря
4	Розвиток накипних лишайників – леканори та ін., водорості плеврококуса. Поява листових лишайників (пармелія)	0,02 - 0,05 мг/м ³	Невелике забруднення повітря
5	Поява куцистих лишайників (евернії, уснеї)	Менше 0,02 мг/м ³	Повітря дуже чисте



Ксанторія настінна (*Xanthoria parietina*)
(за <https://ru.wikipedia.org/wiki/>).



Феофісція округла (*Phaeophyscia orbicularis*)



Пармелія бороздчата (*Parmelia sulcata*).



Евернія сливова (*Evernia prunastri*) (за <https://uk.wikipedia.org/wiki/>).



Рамаліна ясенева (*Ramalina fraxinea*) (за http://kkmo2.verhovye.ru/rb/lish/ramalina_fraxinea.php).



Лишайники фісції (*Phaeophyscia orbicularis*) та пармелії (*Parmelia*) на корі дерева акації в м. Цюрупинськ Херсонської області.

Дослідження життєвих форм лишайників в межах м. Херсона та прилеглих природних територій. Проведені експедиційні дослідження стану ліхенофлори дозволили виявити в межах міста Херсона домінування накипних, листових та листуватих лишайників (ксанторії *Xanthoria parietina*, пармелії *Parmelia*, феофісції *Phaeophyscia orbicularis* та ін.) і відсутність кущових лишайників, що є симптомом забрудненості атмосферного повітря міста. В природних екосистемах Цюрупинських лісів на корі дерев були виявлені також і кущові життєві форми лишайників (евернії *Evernia prunastri*, рамаліни *Ramalina fraxinea* та ін.), що свідчить про високу якість атмосферного повітря за межами міста.

Використання результатів дослідження видової приналежності лишайників для визначення рівня забруднення атмосфери сірчистим газом. Для оцінки забруднення атмосфери міста за допомогою методу ліхеноіндикації вибирається вид дерева, який найбільш поширений на досліджуваній території. Наприклад, в якості субстрату може бути використана липа дрібнолиста. Місто чи селище ділять на квадрати, в кожному з яких підраховують загальну кількість досліджуваних дерев і дерев, покритих лишайником. Для оцінки забруднення атмосфери конкретної магістралі, вулиці або парку описують лишайники, які ростуть на деревах по обидва боки вулиці або алеї парку на кожному третьому, п'ятому чи десятому дереві. Крім того, вказують життєздатність кожного зразка: чи є у лишайника плоді тіла, здорова або чахла слань, тощо. Обстеження можна провести за наявністю якогось одного виду лишайників на даній території, або підрахувати кількість всіх видів лишайників, які ростуть в районі дослідження. На підставі результатів встановлення видового складу лишайників роблять висновок про забруднення атмосферного повітря оксидами сірки, оскільки лишайники є дуже чутливими до даного типу забруднення атмосферного повітря.

Під час експедиційних досліджень в м. Херсоні були виявлені епіфітні лишайники наступних видів – ксанторія (*Xanthoria parietina*) на корі дерев тополі та евернія (*Evernia prunastri*), рамаліна (*Ramalina fraxinea*), феофісія (*Phaeophyscia orbicularis*) та пармелія (*Parmelia*) на корі дерев акації. Проаналізуйте присутність лишайників означених видів на території різних вулиць та парків міста Херсона і зробіть висновок про рівень забруднення атмосферного повітря відповідних територій оксидами сірки.

Таблиця. Кореляція між ступенем забруднення атмосферного повітря оксидами сірки і зустрінанням лишайників певного виду

№	Назва	Ліхенологічна характеристика	SO ₂ , мг/м ³
0	Сильно забруднене повітря	Лишайники фісії відсутні	більше ніж 0,17
I	Забруднене повітря	Фісія сильно пригноблена	0,15-0,17
II	Понижено забруднене повітря	Фісія по стовбурах дерев, з'являється ксанторія	0,1-0,15
III	Помірно забруднене повітря	Ксанторія по стовбурах дерев, з'являється пармелія	0,05-0,1
IV	Майже чисте повітря	Пармелія по стовбурах дерев, з'являється гіпогімнія	0,04-0,05
V	Чисте повітря	З'являються кущисті лишайники, в т.ч. евернія	0,02-0,04
VI	Дуже чисте повітря	Звичайні кущисті лишайники, в т.ч. уснея	менше ніж 0,02

Дослідження зміни морфології та життєздатності лишайників у відповідь на зростання забрудненості атмосферного повітря. Проведені дослідження показали, що в міру наближення до джерела забруднення слань лишайників стає товстою, компактною і майже зовсім втрачає плодові тіла, рясно покривається соредіями. Подальше забруднення атмосфери призводить до того, що лопаті лишайників забарвлюються в білуватий, коричневий або фіолетовий колір, їх талломи зморщуються і рослини гинуть.

Далеко від джерел забруднення багато лишайників яскраво пофарбовані. У міру наближення до джерела забруднення колір лишайників тьмяніє, в ньому з'являються сірі, коричневі або фіолетові тони. Поблизу «лишайникової пустелі» у листоватих лишайників по краях лопатей з'являються облямівки білуватого нальоту. У промислових зонах слоєвища мають більш щільну структуру плодових тіл. Замість округлої слань набуває форму напівмісяця, оскільки центральні частини відмирають і вже не відновлюються. Помітно знижується швидкість росту лишайників, особливо кущистих.

Порівняння результатів аналізу стану атмосферного повітря в межах міста Херсона за допомогою двох фітотестів (Allium-тесту і методів ліхеноіндикації) показало ефективність та результативність обох методик.

Одночасно, слід відзначити певну перевагу Allium-тесту, який дозволив виявити ситуативну різницю в якості атмосферного повітря, тоді як стан ліхенофлори більш чутливо реагував на хронічне забруднення атмосферного повітря відповідної місцевості.

Контрольні питання:

1. Які життєві форми лишайників Вам відомі?
2. Як за допомогою аналізу типів життєвих форм лишайників можливо визначити екологічний стан навколишнього середовища?
3. Які життєві форми лишайників зустрічаються в регіоні Вашого дослідження? Про який рівень забруднення атмосферного повітря це свідчить?
4. Як за видовим складом лишайників можливо визначити ступінь забруднення атмосферного повітря оксидами сірки?
5. Як змінюється морфологія і життєздатність лишайників у відповідь на зростання забрудненості атмосферного повітря?

Література:

- Гарибова Л.В. Водорості, лишайники і мохоподібні СРСР.- М.: Думка, 1978.- 350 с.
- Корчагіна В.А. Біологія: Рослини, бактерії, гриби, лишайники: Підручник. - М.: Просвещение. - 1989. - 256 с.
- Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія: практичний курс. Частина 1. Чернівці : Рута, 2003. – 320 с.

РОЗДІЛ 3. Оцінка екологічної безпеки продуктів харчування та питної води

Робота № 23

Тема: Радіаційний контроль продуктів харчування та питної води

Мета роботи: на підставі дозиметричних досліджень харчових продуктів і питної води встановити екологічну безпеку їх споживання.

Матеріали та реактиви: дозиметр побутовий SMG-2, зразки продуктів харчування і питної води з різних джерел постачання для проведення дослідження, ручка, зошити, калькулятори.

Інформація. Радіонукліди потрапляють в середину організму людини з продуктами харчування, питною водою та разом з повітрям. І якщо природні дози іонізуючого випромінювання є корисними, оскільки активують захисні системи організму. То дози, які перевищують природний фон – становлять небезпеку для здоров'я людини. Тому, фахівцями здійснюється контроль радіаційної безпеки продуктів харчування і питної води.

Є два методичні підходи до оцінки рівня іонізуючого випромінювання від продуктів харчування: 1) за допомогою спеціальних приладів визначають питому радіоактивність кожного продукту (т.т. кількість радіоактивних розпадів за одиницю часу на один кілограм продукції; 2) за допомогою дозиметрів встановлюють величину перевищення дози іонізуючого випромінювання від продукту порівняно з фоном: перевищення на 10 рентген вважається небезпечним для здоров'я людини (за <http://chornobyl.in.ua/uk/izmirenia-radiacii.html>).

*NB! За допомогою побутового дозиметра SMG-2 можливо отримати показники іонізуючого випромінювання від продуктів харчування та питної води у мкЗв/год. Для здійснення переходу від одиниць вимірювання в мкЗв/год у мкР/год - показник, отриманий за допомогою дозиметра SMG-2 (у мкЗв/год), необхідно домножити на 100.

Стан радіоактивного забруднення продуктів харчування в Україні (цитовано за Омелянець та ін., 2014). На сьогоднішній день основна частина дози додаткового опромінення населення, яке проживає на радіаційно-забрудненій території північного регіону України, обумовлена внутрішнім опроміненням за рахунок радіоактивно забруднених харчових продуктів (молоко, м'ясо, риба, картопля та ін.). Так, в останні роки 45% дози внутрішнього опромінення населення, яке проживає на радіаційно-забрудненій території України, формується за рахунок споживання молока, 30 % – дикорослих грибів та ягід, 8 % – м'яса, по 6 % – овочів та картоплі. Сьогодні на радіаційно-забрудненій території моніторинг продуктів харчування місцевого виробництва є обов'язковим заходом протирадіаційного захисту населення.

Державні нормативи вмісту радіонуклідів в продуктах харчування і питній воді і сучасна концепція безпорогової залежності «доза – біологічний ефект» (цитовано за Пономарьов, Сирохман, <https://studfiles.net/preview/5456601/>). Вміст радіонуклідів у продуктах харчування регламентується державними гігієнічними нормами “Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді” (ДР-2006).

Нині на основі численних радіобіологічних експериментів на клітинному і молекулярному рівнях прийнято концепцію безпорогової залежності „доза - біологічний ефект”, згідно з якою навіть поодинокі заряджені частинки створює ефект, який здатний викликати порушення в спадковому апараті клітини. Тезу про відсутність порогу негативної дії радіоактивного опромінювання і повністю безпечних доз викладено в рішеннях міжнародної комісії радіоактивного захисту, МАГАТЕ і Наукового комітету з дії атомної реакції при ООН. Отже - споживання продуктів, які містять радіонукліди навіть в межах допустимих рівнів, не є безпечним для організму людини (цитовано за Пономарьов, Сирохман, <https://studfiles.net/preview/5456601/>).

Методичний підхід до використання радіаційно забруднених земель для виробництва безпечної продукції (цитовано за Дутов та ін., 2015).

Сьогодні в Україні в зонах радіоактивного забруднення залишаються 74 райони 12-ти областей. До п’яти найбільш радіоактивно забруднених областей України відносяться: Волинська, Житомирська, Рівненська, Київська і Чернігівська.

Моніторингові дослідження вмісту ^{137}Cs в продуктах харчування показали, що найбільш критичним у радіаційному відношенні залишається виробництво молока. Більше половини всієї продукції, вміст радіонуклідів у якій перевищує чинні гігієнічні нормативи, представлено саме молоком. Тому під час організації випасів молочного стада дуже важливим є використання ґрунтів з мінімальною щільністю радіоактивного забруднення. При цьому слід відзначити, що допустимих рівнів радіологічного забруднення кормів в Україні немає.

Високий рівень радіаційного забруднення ґрунтів може частково бути скомпенсований за рахунок посівів кормових культур з відносно невисокою потенційною здатністю накопичувати радіонукліди. Проведені дослідження показали, що за однакових умов вирощування кількість накопиченого ^{137}Cs в зеленій масі різних видів рослин відрізняється більше ніж на порядок. Мінімальне накопичення радіонуклідів спостерігається в кормових злакових культурах (зеленій масі кукурудзи, тимофіївки, грястиці збірної, тощо), середне - в культурах, що належать до родини хрестоцвітих (капусті кормовій, ріпаку озимому), більш високе - в люцерні, конюшині червоній і соняшнику. Максимальне накопичення ^{137}Cs виявлено в люпині жовтому. Саме в його зеленій масі вміст радіонуклідів більше ніж у 10 разів вищий, ніж у кукурудзі, і майже у 2,5 раза - ніж у зеленій масі соняшника. Враховуючи, що інтенсивність переходу ^{137}Cs з раціону в молоко є відносно постійною величиною, можна спрогнозувати максимально можливий його вміст у добовому раціоні для отримання гарантовано радіаційно безпечної продукції.

Овочі також накопичують радіонукліди, при цьому часто – саме в товарній частині врожаю. За здатністю накопичувати радіонукліди овочеві культури можна розподілити на п'ять умовних груп. Найменшим накопиченням радіоактивного цезію відзначаються баклажани, цибуля, перець солодкий, кабачки, гарбузи, патисони, часник і томати. Найбільшим - мало поширені в Україні овочеві культури, які досить рідко використовуються в традиційному харчуванні населення: чабер, крес-салат і гірчиця салатна.

Підвищену здатність накопичувати радіоактивний цезій мають капуста брюссельська, окремі сорти буряків столових, щавель. Ці культури поширені в зоні Полісся України, в тому числі в регіонах, які зазнали найбільшого радіоактивного забруднення внаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС. Деякі овочеві культури (цибуля, капуста, буряки столові тощо) можна віднести до різних за здатністю накопичувати радіонукліди груп. Це свідчить про відмінності в накопиченні радіонуклідів різними сортами культури в межах одного виду рослин.

Слід також відмітити, що використовуючи відповідні технології переробки овочей і картоплі - можливо досягти значного зменшення вмісту радіонуклідів у кінцевому продукті харчування. Наприклад, крохмаль і етанол відповідатимуть чинним гігієнічним нормативам вмісту радіонуклідів навіть при вирощуванні типової для Полісся сировини (картоплі) на всій радіоактивно забрудненій території де, згідно з чинним законодавством, дозволяється вести агропромислове виробництво. Без обмежень можна вирощувати і ріпак для перероблення на біодизель. З одного боку, це зумовлено мінімальним переходом ^{137}Cs із сировини в біопаливо, а з іншого - відсутністю для нього допустимих рівнів вмісту радіонуклідів.

Не регламентується вміст радіонуклідів і в насінні сільськогосподарських культур, що зумовлює доцільність цього напряму використання радіоактивно забруднених територій. Аналіз даних свідчить, що максимальне винесення ^{137}Cs спостерігається з бульбами картоплі (34 % загального потоку радіонуклідів з урожаєм сільськогосподарських культур, насінництво яких характерне для зони Полісся) та насінням люпину жовтого (24 %). Отже, завдяки цим культурам формується 58,4 % загального потоку ^{137}Cs . На інші 12 культур, насінництво яких найпоширеніше в зоні Полісся, становить 42 %. Мінімальне винесення радіонуклідів з одиниці площі характерне для насіння льону, багаторічних трав, пшениці озимої та ячменю ярого. Їхній загальний внесок у структурі потоку радіонуклідів не перевищує 17 %. Тому, в умовах радіоактивного забруднення території слід надавати перевагу цим культурам (цитовано за Дутов та ін., 2015).

Виробник сільськогосподарської продукції також повинен враховувати вплив типу радіаційно-забруднених ґрунтів на інтенсивність переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини. Так, заходи, що застосовуються в теперішній час на територіях, постраждалих від аварії на ЧАЕС, дозволяють одержувати продукцію рослинництва з допустимим вмістом радіонуклідів навіть на ґрунтах із відносно високою щільністю забруднення (555 кБк/м^2). У той же час на торфовищах, навіть за умови відносно невеликої щільності забруднення ґрунтів (111 кБк/м^2), де коефіцієнти переходу ^{137}Cs із ґрунту в рослини є значно

вищими, ніж на дерново-підзолистих ґрунтах, вміст радіонуклідів у частинах рослин, що безпосередньо вживаються або йдуть на відповідну преробку, може сягати величин, близьких до допустимих рівнів (цитовано за Климаковська, 2012).

Міграція техногенних радіонуклідів в навколишньому середовищі (цитовано за Савін, 2011). Основним джерелом надходження техногенних радіонуклідів в атмосферне повітря на всій території країни на теперішній час є вторинний вітровий підйом радіоактивних елементів із земної поверхні. Але протягом останніх років концентрація ^{137}Cs у повітрі залишалась суттєво (на декілька порядків) меншою за допустимі рівні. Потужність експозиційної дози гамма-випромінення (гамма-фон) на більшій частині території країни знаходиться в межах рівнів, обумовлених природними радіоактивними ізотопами та космічним випроміненням, і складає для різних територій (залежно від природних відмінностей) від 5 до 21 мкР/год.

На сьогодні відносно високі рівні забруднення підземних вод, а у деяких випадках такі, що перевищують у десятки і сотні разів гранично допустимі концентрації для вод питного постачання, спостерігаються тільки у межах безпосередньо сховищ радіоактивних відходів, що були споруджені без спеціальних протифільтраційних геохімічних або інших інженерних бар'єрів. Згідно із прогностичними оцінками підземні води почнуть розвантажуватися у р. Прип'ять не раніше, ніж через 45 років. Що стосується забруднення підземних вод за межами зони відчуження, то воно не перевищує для першого від поверхні водоносного горизонту $0,3 \text{ Бк} \cdot \text{дм}^{-3}$, як для ^{137}Cs , так і для ^{90}Sr . Через 25 років, які минули після Чорнобильської катастрофи, можна стверджувати, що в цілому процеси міграції радіонуклідів у межах зони аерації та водонасиченої товщі, на відміну від їх поведінки в повітряному середовищі і поверхневих водах, характеризуються уповільненістю та інерційністю.

Радіаційно-екологічні дослідження показали, що лісові екосистеми характеризуються найтривалішими періодами ефективного напівочищення від техногенних радіонуклідів у порівнянні з іншими ландшафтами, внаслідок чого ліси залишаються критичними ландшафтами з погляду надходження радіонуклідів по трофічним ланцюгам до людини. Радіаційне обстеження показало, що до 80 % проконтрольованих харчових продуктів лісу містять цезій-137 понад допустимі рівні (цитовано за Савін, 2011).

Динаміка накопичення радіонуклідів в рибі. Обсяги щорічного промислового лову риби в Київському водосховищі складають від 500 до 900 тонн. При цьому, не враховуються масштаби любительського лову. Після аварії на ЧАЕС найбільш радіаційно забрудненими виявилися бентосні види риб, які ведуть придонний образ життя та шукають поживу у мулі. У наступні роки ситуація динамічно змінювалась: накопичення радіоактивних часточок почало переважно фіксуватись у хижих видах риб, оскільки збільшення кількості зосередженого у водних екосистемах ^{137}Cs активізує біотичну міграцію та депонування радіонукліда в кінцевих ланках трофічних ланцюгів. До початку 2000-х ситуація практично стабілізувалась, тобто використання риби в їжу стало безпечним. Сьогодні порушення придонних мулів може повернути

ситуацію у початковий стан (за <http://epl.org.ua/announces/vodnyj-shlyah-e-40-zagroza-radiatsijnogo-zabrudnennya-dnipra/>).

Міграція радіонуклідів на зрошувальних ґрунтах півдня України (цитовано за Майдебурга та ін., 2015). Після аварії на Чорнобильській АЕС основними постачальниками радіонуклідів у Дніпровський каскад були і залишаються водні стоки річок середнього Дніпра і Прип'яті. Стік радіонуклідів цими ріками найбільш істотно впливає на режим забруднення усіх водосховищ Дніпровського каскаду і зрошувальних систем цих водосховищ. Основними радіонуклідами, які змиваються у Дніпровську систему, є ^{137}Cs і ^{90}Sr , причому, з часом надходження ^{90}Sr стає переважаючим.

В роботах радіоекологів відмічена тенденція зниження надходження радіонуклідів з водою основних річок, що впадають в р. Дніпро. З 1987 р. по 1996 р. кількість надходження ^{137}Cs з водами річок Прип'ять, Тетерів і Десна знизилась у 9–57 разів і ^{90}Sr – у 2,5–8 разів. Зменшення надходження ^{137}Cs відбувалось незалежно від коливань водності за рахунок фіксації радіонукліду у ґрунтах водозбірних територій і зменшенню кількості його обмінних форм, заглибленням у нижні шари ґрунту.

Зниження рівня забруднення ^{90}Sr дніпровської води в останнє десятиліття практично не відбулось, він мігрує до Чорного моря практично без накопичення у донних відкладеннях навіть через 27 років після аварії. До 2006 р. його вміст у воді знизився у 2–4 рази, переважно за рахунок розбавлення чистими притоками, а вміст ^{137}Cs за цей період зменшився на порядок, стабілізувався, наблизився до доаварійного рівня і становив 1 Бк/л в Київському водосховищі та 0,1 Бк/л – в Каховському водосховищі (вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr у воді річок Прип'яті і Дніпра до аварії становив 0,001–0,01 Бк/л).

У південній частині лісостепу і степових регіонах України на радіаційно відносно чистих ґрунтах проводиться зрошення дніпровською водою. Це сприяє збільшенню кількості водорозчинних і обмінних форм радіонуклідів у ґрунті, посиленню конвективно-дифузійних процесів їх переносу за профілем, акумуляції в ґрунті і, відповідно, кореневому надходженню радіонуклідів до рослин. Особливо інтенсивно ці процеси відбуваються у ґрунті рисових чеків.

За даними Г.П. Перепелятнікова (1996 р.), на зрошуваних ділянках вміст у ґрунті рухливих форм ^{90}Sr значно вищий, ніж в богарних умовах. Така закономірність пояснюється прямо пропорційною залежністю накопичення радіонуклідів у врожаї від концентрації радіонукліда у зрошувальній воді. Вміст ^{90}Sr у зерні рису через 10 років після аварії зріс у 18 разів, величина ж накопичення ^{137}Cs з 1990 р. стабілізувалась на рівні 1 Бк/кг.

За даними УкрНДІ сільськогосподарської радіології надходження ^{137}Cs в урожай сільськогосподарських культур за останнє десятиліття після аварії або суттєво не змінилось, або знизилось. Проте концентрація ^{90}Sr має тенденцію до зростання. А дані останніх років свідчать навіть про перевищення санітарно-гігієнічних рівнів (ДР-2006) його вмісту в зерні деяких злаків, що вирощуються на територіях, прилеглих до зони обов'язкового відселення, чого не спостерігалось у попередні роки.

Можна очікувати, що на півдні України зрошення сільськогосподарських угідь протягом багатьох років водою з підвищеною концентрацією радіонуклідів може призвести до накопичення їх у ґрунтах і, відповідно, до певного накопичення у сільськогосподарських рослинах.

В результаті проведених О.П. Майдебуря з колегами (2015) на півдні України досліджень було показано, що питома радіоактивність води р. Дніпро в період 1996 – 2008 рр. по стронцію-90 зменшилася в 1,8 разів (з 0,31 Бк/л до 0,17 Бк/л), тоді як по цезію-137 – в 3 рази (з 0,34 Бк/л до 0,09 Бк/л). Це привело до того, що починаючи з 1997 р. вміст ^{90}Sr в воді майже в два рази перевищував вміст ^{137}Cs . Концентрація ^{90}Sr та ^{137}Cs в зрошуваних ґрунтах з початку проведення дослідів була приблизно одного порядку, і складала – 8-12 Бк/кг (біля 0,06 – 0,07 Кі/км), а у кінці проведення дослідів – виросла на 10-15%.

Вміст ^{137}Cs в більшості сільськогосподарських культур на протязі дослідного періоду лишався стабільним на визначених рівнях, змінюючись в вузькому діапазоні значень: в ячмені – 2,1 – 2,4 Бк/кг; пшениці – 2,2 – 2,4 Бк/кг; і люцерні – 8,4 – 8,9 Бк/кг. Це однозначно вказує на відсутність росту кількості розчинних форм радіонуклідів у ґрунті. Більш того, можна говорити про тенденцію до зменшення кількості рухливих форм цезію-137, що є наслідком «старіння» ^{137}Cs – зв'язування мінералами ґрунту і переходу у важко доступний стан. Це приводить до зниження його міграції по транспортному ланцюгу, і в першу чергу – до зменшення переходу з ґрунту до рослин.

Динаміка накопичення рослинами ^{90}Sr має дещо відмінний характер. У всіх видах рослин О.П. Майдебуря з колегами (2015) спостерігали збільшення кількості радіонуклідів на 10-30%: в ячмені – з 2,1 до 2,4 Бк/кг, пшениці – з 2,0 до 2,4 Бк/кг, і люцерні – з 7,0 до 7,7 Бк/кг. І хоч різниця була також невелика, в усіх випадках відмічена чітка тенденція до збільшення накопичення радіонуклідів з роками. Треба підкреслити, що при цьому накопичення ^{90}Sr в рослинах відбувається більш високими темпами, ніж в ґрунті. Про це свідчить збільшення коефіцієнтів накопичення ^{90}Sr рослинами, що може бути пов'язано тільки зі збільшенням його рухливості, на що вказують і інші автори. Таким чином, міграційна можливість ^{90}Sr на зрошувальних ґрунтах проявляє тенденцію до росту, і сьогодні безпосередньо ^{90}Sr , а не ^{137}Cs , стає головним радіаційним забруднювачем води, зрошуваних ґрунтів і сільськогосподарських рослин.

В цілому, дослідження проведені О.П. Майдебуря з колегами (2015), показали, що на зрошувальних землях півдня України рівні радіонуклідного забруднення продуктивних органів рослин є не високими і вкладаються в діючі державні гігієнічні нормативи ДУ-2006. Але, якщо забруднення за ^{137}Cs в усіх випадках було в багато разів нижче допустимих рівнів, то за ^{90}Sr в зерні такий запас є всього двократним. Відмічена тенденція до збільшення міграції ^{90}Sr в оточуючому середовищі потребує систематичного моніторингу за його поведінкою по всіх ланках трофічних ланцюгів, і особливо в умовах штучного зрошення на відносно радіаційно чистих сільськогосподарських угіддях півдня України (цитовано за Майдебуря та ін., 2015).

Хід роботи

1. Підготуйте дозиметр до роботи (див. методику роботи з дозиметром в роботі № 20).
2. Проведіть дозиметричні заміри продуктів харчування, питної води і фонового рівня опромінення в лабораторному приміщенні (не менше п'яти замірів для кожного зразка продукції).
3. Отримані дані занесіть до таблиці.

Таблиця. Рівень іонізуючого випромінювання від харчових продуктів і питної води

Харчовий продукт:	Значення показників дозиметра SMG-2:					Середні значення ± похибка
	Замір № 1	Замір № 2	Замір № 3	Замір № 4	Замір № 5	

4. Розрахуйте середні значення, похибку середніх значень, достовірності відмінностей між фоновим рівнем та рівнем опромінення від тестованих продуктів та питної води (методику розрахунків дивись у Додатку А).
5. Зробіть висновки про радіаційну безпеку використання продуктів харчування і питної води, які Ви перевіряли.

Контрольні питання:

1. Джерела потрапляння радіонуклідів в середину організму людини.
2. Методи виявлення присутності радіонуклідів в продуктах харчування та питній воді.
3. Нормативи якості харчової продукції за дозиметричними показниками

Література:

Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування та питній воді. – К.: ГН 6.6.1.1-130-2006. -13 с.

Дутов О.І., Абідов С.Т. Радіаційно-екологічні підходи до раціонального використання забруднених земель для виробництва безпечної сільськогосподарської продукції // Збалансоване природокористування. – 2015. № 1. - С. 89-93.

Кимаковська Н.О. Наукове обґрунтування і методологія розробки «Допустимих рівнів вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у сировині рослинного та тваринного походження» // Наукові доповіді НУБіП. – 2012-3 (32). <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012-3/12kno.pdf>.

Майдебуря О.П., Вожегова Р.А., Гудков І.М. Міграція радіонуклідів на зрошувальних ґрунтах півдня України // Зрошувальне землеробство. Збірник наукових праць. – 2013. Вип. 59. – С. 136 – 137.

Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / Под ред. А. Н. Марья и А. С.

Зыковой. М., 1980. Утв. Главный Государственный санитарный врач СССР - П. В. Бургасов.

Методические указания по отбору проб объектов ветеринарного надзора для проведения радиологических исследований. №13-7-2/1056 от 10 октября 1997 г.

Омельянець М.І., Півень Н.В., Гунько Н.В., Короткова Н.В., Срібна В.Д. Стан радіоактивного забруднення продуктів харчування та особливості їх споживання жителями найбільш радіоактивно забруднених територій України у віддалений період ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи // Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. 2014. Вип. 19. С. 126–135.

Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини (цитовано за <https://studfiles.net/preview/5456601/>).

Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка: Методические указания по методам контроля. - М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1998. - 60 с.

Савін К. Біотичні наслідки Чорнобильської катастрофи (за <https://ua.boell.org/uk/2011/02/07/biotichni-naslidki-chornobilskoji-katastrofi>).

Робота № 24

Тема: Контроль вмісту нітратів в продуктах харчування та питній воді

Мета роботи: навчитися користуватися нітрат-тестером СОЕКС для визначення рівня нітратів в ранніх овочах, фруктах і питній воді; на підставі результатів нітратометрії продуктів харчування та питної води встановити екологічну безпеку їх споживання

Матеріали та реактиви: нітрат-тестер СОЕКС, скальпель, чашка Петрі, спирт, ватний диск, серветки, продукти та питна вода для тестування, відомості про норми вмісту нітратів в продуктах харчування, калькулятор.

Інформація. Джерела потрапляння нітратів в харчову продукцію.

Нітрати потрапляють в сільськогосподарську продукцію внаслідок вирощування овочей і фруктів на ґрунтах, в які внесено надмірну кількість азотних добрив. А також – за рахунок зрошення полів водами, які забруднені нітратами. В свою чергу, нітрати надходять в поверхневі і ґрунтові води як з сільськогосподарських полів, так і через просочування поверхневих вод крізь відкриті звалища: у присутності кисню повітря органічні речовини звалищ розкладаються з утворенням нітратів (тоді як за умови розкладання органічних решток у відсутності кисню, т.т. на закритих звалищах, утворюється аміак, а не нітрати).

На сьогоднішній день основною причиною забруднення підземних вод і сільськогосподарських рослин нітрат-іонами є відкриті звалища, на яких органічні залишки розкладаються з доступом кисню. *NB! В анаеробних умовах бактерії здатні переводити нітрат-іони в іони амонію, які засвоюються рослинами і потім використовуються ними в процесі життєдіяльності. При цьому іони амонію, які утворюються, не становлять небезпеки для людини.

Потрапивши в організм людини, нітрати перетворюються в нітрити, які саме і є надзвичайно небезпечними. Але нітрати овочей і фруктів не є єдиним джерелом появи нітритів в організмі людини. Важливим джерелом надходження нітритів до організму людини може бути одна з технологій підготовки м'яса і риби: нітрити додають при посолі м'яса або риби, оскільки вони зберігають природний рожево-червоний колір м'яса і перешкоджають розвитку ботулінових бактерій.

Нітрати також використовують під час виготовлення певних видів сирів (для знешкодження бактерій). Так, в Євросоюзі під час процесу виробництва сирів дозволяється додавати нітрати в молоко, призначене для приготування сиру, в концентрації 150 мг на кг в якості консервантів продукції (при залишковому вмісті нітратів в сирі не більше 50 мг на кг). Тоді як в США нітрати заборонено використовувати при приготуванні сирів. Тому, всі імпортовані в США з Європи сири досліджуються на вміст в них нітратів.

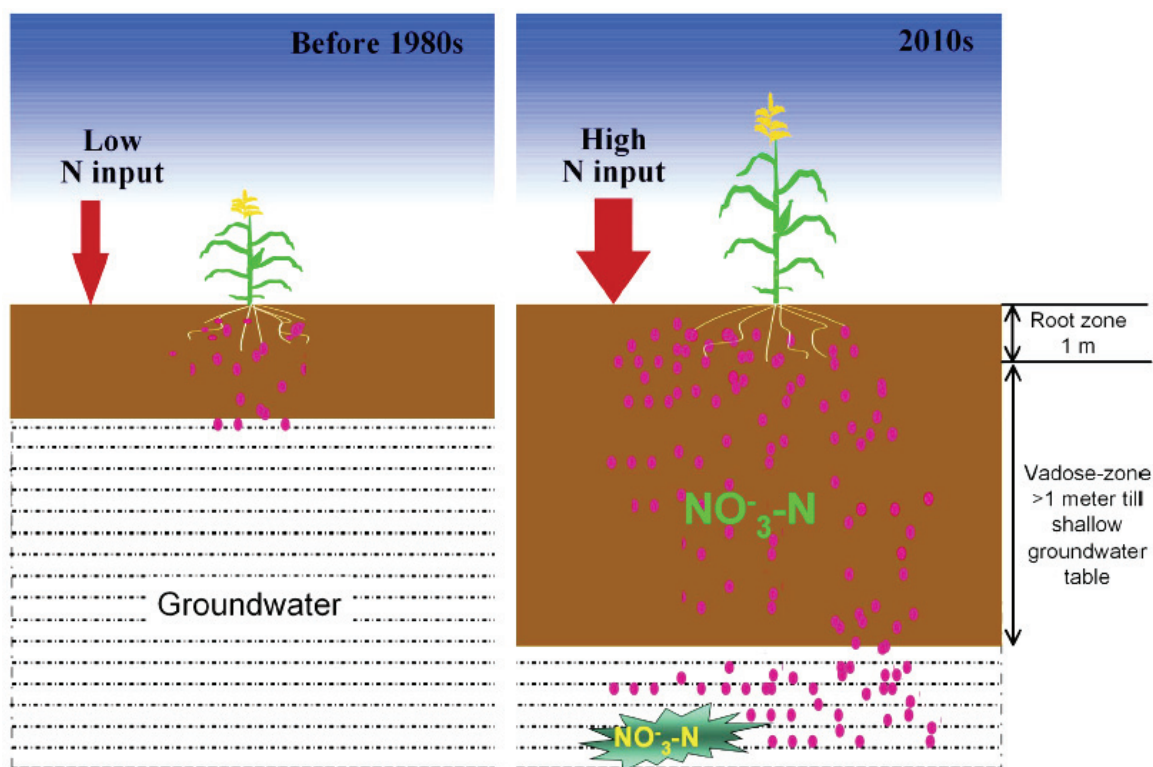
Таким чином, джерелами накопичення нітратів в природних екосистемах і в харчовій продукції є: а) надлишкове внесення азотних добрив на поля; б) розкладання органічних речовин з доступом кисню (залишки рослин, тварин, відходи життєдіяльності людини, органічні відходи побутові та промислові); в)

використання нітритів і нітратів в якості консервантів в технологіях приготування м'яса, риби, сирів і т.н.

Неспроможність природних механізмів самоочищення геосистем до ізолювання нітратів на геохімічних бар'єрах. Нітрати не сорбуються частинками ґрунтів і гірських порід і не осідають на більшості геохімічних бар'єрів (їх можуть утримати тільки відновлювальні бар'єри). Таким чином - нітрати неможливо утримати на фізико-хімічних і хімічних бар'єрах, що призводить до їх потрапляння в питну воду і викликає смертельно-небезпечні отруєння людей.

Накопичення нітратів на біологічних бар'єрах. Нітрат-іони дуже активно накопичуються рослинами в своїх вакуолях, оскільки рослини, як правило, відчувають азотне голодування. Вживання в їжу таких рослин призводить до отруєння людей нітратами.

Вплив гідрологічного режиму території на накопичення нітратів в ґрунтах. Дослідження Zhou J. з колегами (2016) виявили гіпернакопичення нітратів в підземних водах напів-гумідних сільськогосподарських регіонів Китаю. Це пов'язано з надмірним використанням азотних добрив на полях, а також зі зниженням рівня ґрунтових вод.



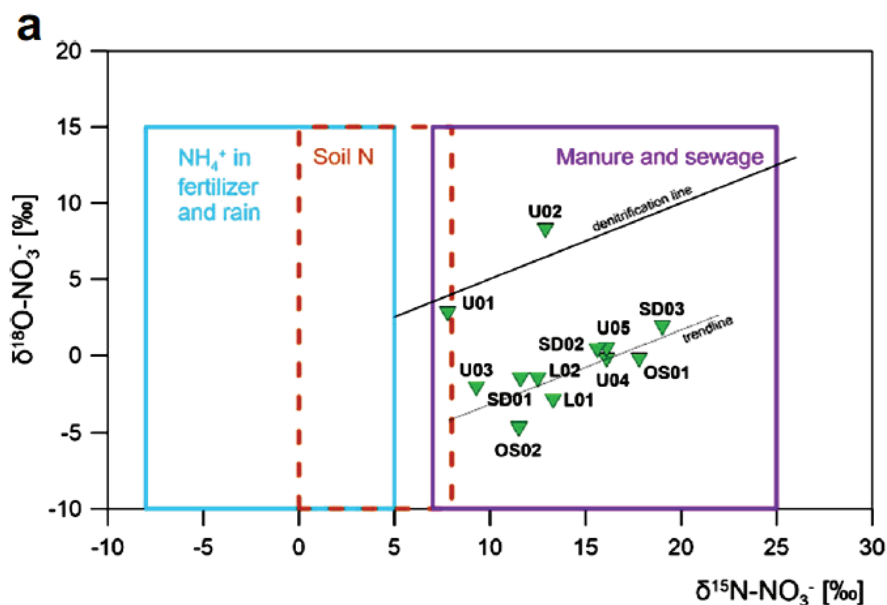
Значне накопичення нітратів в ґрунтах сільськогосподарських угідь на півночі Китаю починаючи з 2010-рр (порівняно з періодом до 1980-рр) пов'язано зі збільшенням глибини залягання ґрунтових вод і інтенсифікацією використання азотних добрив на сільськогосподарських полях. Де: Groundwater – підземні води; Root zone – зона кореневого живлення рослин; Vadose-zone – ділянка ґрунту між зоною кореневого живлення рослин і дзеркалом ґрунтових вод; Low N input, high N input – відповідно, низький та високий рівні використання азотних добрив на полях (за Zhou et al., 2016).

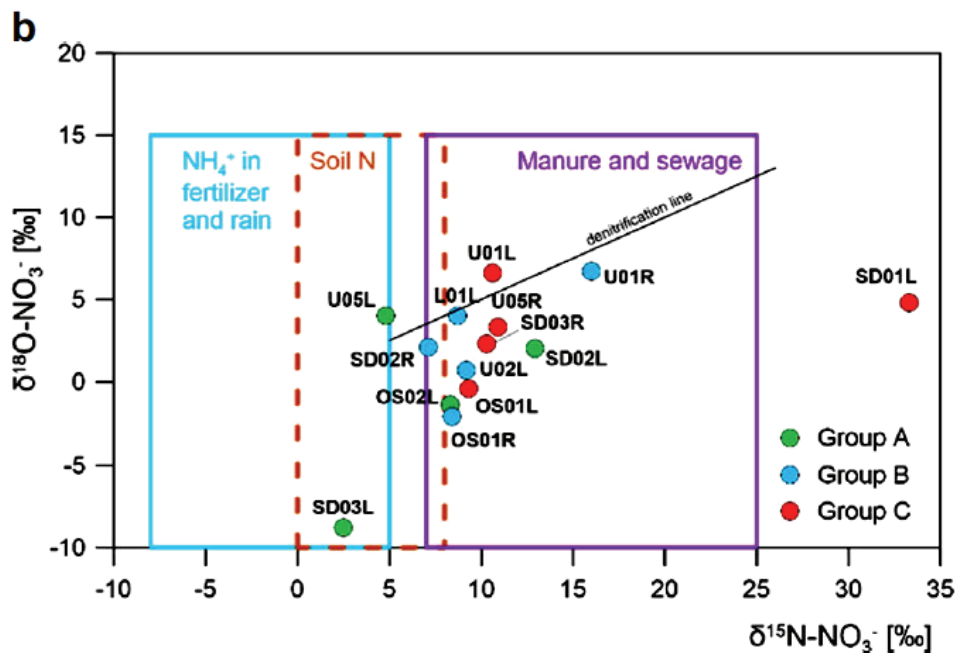
Добрива є джерелом нітратів, а низький рівень ґрунтових вод створює умови надлишкового надходження кисню до ґрунту. Надлишок кисню в ґрунтах і відсутність вуглецю, який є необхідним для життєдіяльності відповідних бактерій, не дозволяють екосистемам очиститися від гіпернакопичення нітратів. При цьому, зміни клімату, які супроводжуються збільшенням кількості дощових опадів, будуть надалі провокувати зростання забрудненості підземних вод нітратами внаслідок їх вимивання з верхніх горизонтів ґрунтів вниз по ґрунтовому профілю (за Zhou et al., 2016).

Методика встановлення джерела нітратного забруднення поверхневих і підземних вод екосистем за допомогою метода аналізу фракціонування стабільних ізотопів. Для встановлення джерела нітратного забруднення поверхневих та підземних вод, дослідники аналізують проби води за допомогою приладу ізотопного мас-спектрометра, який дозволяє визначити кількість легких та важких ізотопів азоту і кисню в нітрат-іонах, присутніх у воді. На підставі отриманих даних розраховуються показники фракціонування ізотопів азоту і кисню в пробі води, яка досліджується, і порівнюються з відповідними показниками для відомих джерел нітратного забруднення (т.т., для азотних добрив, для стічних вод і т.н.).

Так, отримані таким чином показники фракціонування стабільних ізотопів азоту ^{15}N і кисню ^{18}O в нітрат-аніонах поверхневих і підземних вод Китаю дозволили Ху Z.W. з колегами (2014) встановити, що основними джерелами нітратного забруднення води в Китаї є муніципальне сміття і аквакультура, для підтримання якої використовуються азотні добрива (за Ху et al., 2014).

Наприклад, аналіз стабільних ізотопів, проведений Vystavna Y. з колегами (2017), показав, що домінуючими джерелами забруднення нітратами для поверхневих вод річки Сіверський Донець (Україна) - є стічні води, а для ґрунтових вод - і стічні води, і азотні добрива з полів (за Vystavna et al., 2017).

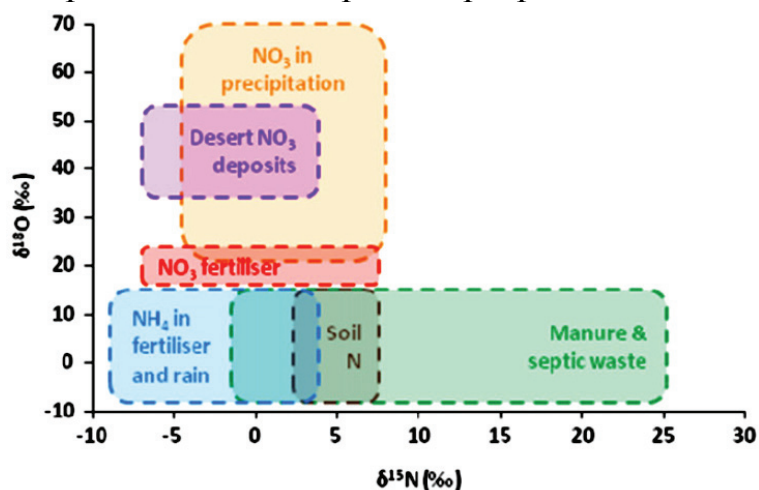




Показники фракціонування ізоотопів азоту-15 і кисню-18 в нітрат-іонах (а) поверхневих вод і (б) - підземних вод в річці Сіверський Донець, Україна, та їх відповідність тому чи іншому джерелу нітратів в екосистемах: Manure and sewage - гній і каналізаційні води; Soil N - нітрати ґрунтового азоту; NH_4^+ in fertilizer and rein - азот добрив і дощових вод (за Vystavna et al. 2017).

Для кожної конкретної території - джерело нітратів у воді встановлюється окремо. Це дозволяє вирішити проблему запобігання подальшого забруднення нітратами конкретного регіону. Так, для акваторії Західного озера, Китай, Jin Z. з колегами (2015) було показано, що джерелом забруднення нітратами поверхневих вод озера є ґрунт сільськогосподарських угідь і добрива, які там використовуються, тоді як джерелом забруднення підземних вод в районі озера - є лісовий ґрунт, добрива, що використовуються на чайних плантаціях, а також побутові стічні води житлових районів (за Jin et al., 2015).

На жаль, ізоотопний метод не завжди дозволяє чітко відрізнити джерело нітратів у воді, оскільки іноді значення показників ізоотопного фракціонування для стічних вод, добрив та інших джерел - перекриваються.



У рідкі випадках показники ізоотопного фракціонування для ізоотопів азоту-15 і кисню-18 в нітрат-іонах можуть перекриватися для різних джерел нітратів в

поверхневих і підземних водах, що утруднює виявлення джерел нітратного забруднення в конкретних екосистемах (цитовано за Fenech et al., 2012).

Причина небезпеки потрапляння нітратів до організму людини. При попаданні в організм людини нітрат-іони перетворюються в нітрит-іони, які забирають електрони у іонів заліза, що входять до складу гемоглобіну. Така окислена форма заліза в складі гемоглобіну не здатна віддавати кисень клітинам і тканинам. Це призводить до кисневого голодування і загибелі організму від т.зв. метгемоглобінемії. Людину можна врятувати лише шляхом введення в кров метиленового синього, який відновлює залізо.

Крім блокування функцій гемоглобіну, нітрити також вважаються речовинами-канцерогенами, які сприяють утворенню злоякісних пухлин. Зокрема, нітрити здатні взаємодіяти з амінами клітин, формуючи N-нітрозопохідні, багато з яких мають канцерогенний ефект, що було встановлено на лабораторних тваринах (Codex Alimentarius Commission, 1998).

Тому, концентрацію нітратів і нітритів перевіряють в м'ясі, рибі, молочних продуктах, овочах та фруктах. Для немовлят надлишок нітратів в продуктах, як правило, закінчується метгемоглобінемією (оскільки у немовлят до 3-х місячного віку є мало активними ферментні системи, які спроможні відновити здатність заліза віддавати кисень клітинам організму). Для дорослих надлишок нітратів в продуктах, як правило, закінчується раком травної системи. Зокрема, було показано, що території з підвищеним рівнем розвитку раку шлунка у населення, характеризуються питною водою з високим вмістом нітратів.

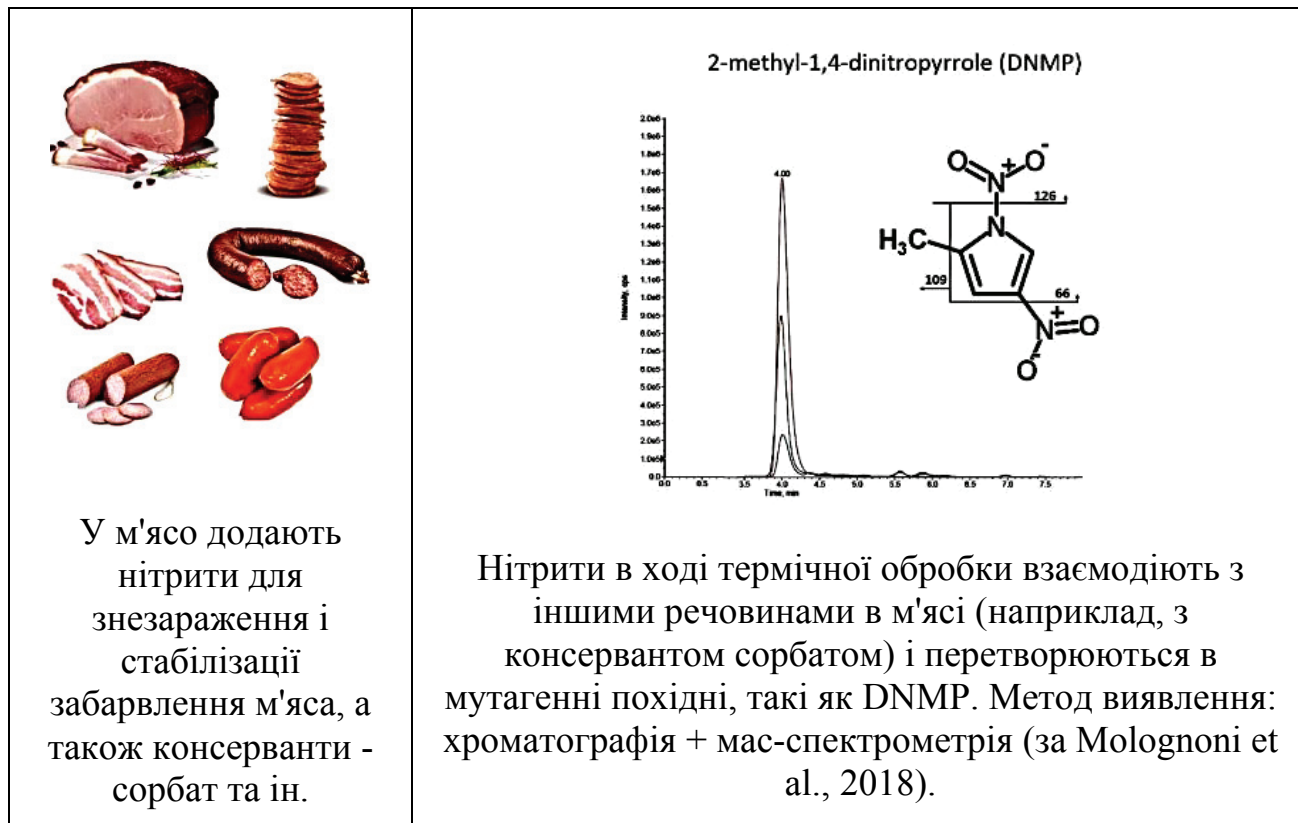
Формування нітрозамінів (цитовано за «Нітрати і нітрити: методика визначення в сільськогосподарській продукції», <https://him.1september.ru/2004/28/10.htm>). Нітрати в харчових продуктах і в організмі людини можуть відновлюватися до нітритів, а нітрити, взаємодіючи з амінами, формувати різноманітні нітрозаміни. Канцерогенну дію мають понад 100 нітрозамінів. Найбільш часто в харчових продуктах виявляються нітрозодиметиламін і нітрозодиетиламін. Найбільше нітрозамінів зустрічається в копчених м'ясних виробах, ковбасах, приготованих з додаванням нітриту, - до 80 мкг/кг, в солоній та копченій рибі - до 110 мкг/кг.

У свіжому м'ясі та рибі нітрозаміни не виявляються або знаходяться в невеликій кількості - менше 1 мкг/кг. З молочних продуктів нітрозаміни виявлено головним чином в сирах, які пройшли фазу ферментації (до 10 мкг/кг). З рослинних продуктів нітрозаміни виявляються в основному в солонимаринованих виробах, а з напоїв - в пиві, де сумарний вміст їх може досягати 12 мкг/л (цитовано за «Нітрати і нітрити: методика визначення в сільськогосподарській продукції», <https://him.1september.ru/2004/28/10.htm>).

Проведені дослідження показали, що чим інтенсивнішою є термічна обробка і тривалішим зберігання продуктів, тим більше ймовірність утворення в них нітрозамінів (за Пивоваров Ю.П., [http://metodich.ru/pivovarov-yu-p-gigiena-i-ekologiya-cheloveka-kurs-lekcij/index 16.html](http://metodich.ru/pivovarov-yu-p-gigiena-i-ekologiya-cheloveka-kurs-lekcij/index%2016.html)

Спроби зменшити використання нітритів в харчовій промисловості поки не увінчалися успіхом. Так, використання при обробці м'яса консерванту

сорбату дозволяє знизити концентрацію використовуваних нітритів, і, в підсумку, зменшити вміст в продуктах нітрозамінів. Однак, дослідження, проведені Molognoni L. з колегами (2018), показали, що спільна присутність в м'ясі сорбату і нітритів призводить до появи в м'ясі в процесі його приготування мутагенних речовин, зокрема 2-метил-1,4-динітропірола (DNMP) (за Molognoni et al., 2018).



Нормативи надходження нітратів в організм людини з питною водою і продуктами харчування. Допустимий вміст нітратів у питній воді становить 50 мг нітратів на літр води в Євросоюзі і 44 мг на літр води в США (згідно з нормативами Всесвітньої організації охорони здоров'я, 2004) (World Health Organization, 2004). Міжнародні нормативи добового надходження нітратів з харчовою продукцією - 3,7 мг/кг маси тіла і для нітритів - 0,06 мг/кг маси тіла людини (Всесвітня організація охорони здоров'я) (Authority EFS).

Таким чином, безпечним для дорослої людини є вживання 200-300 мг нітратів на добу. Токсичною дозою є вживання 600-700 мг нітратів на добу. Деякі продукти, такі як буряк, редис, кріп, листові салати мають через свої видові особливості високі норми гранично-допустимих концентрацій (ГДК) за вмістом нітратів. Для дітей існують інші норми, оскільки дитячий організм є більш чутливим до шкідливого впливу нітратів. Так для дітей молодшого віку безпечним є вживання до 10 мг нітратів на добу, а для більш старших дітей - до 50 мг нітратів на добу.

Користь для організму помірних кількостей нітратів і нітритів. З іншого боку, помірні кількості нітратів і нітритів у харчових продуктах є корисною для організму, оскільки в невеликих кількостях вони виконують

захисні і регуляторні функції. Зокрема, саме завдяки природному вмісту нітратів, вживання в їжу овочів і фруктів знижує артеріальний тиск і зменшує ризик розвитку серцево-судинних захворювань (Hord et al., 2009; Lundberg et al., 2011). Вже досить давно було встановлено, що закис азоту NO є важливою регуляторною та сигнальною молекулою в організмі. Крім того, ці похідні азоту використовуються організмом в процесах пост-трансляційної модифікації білків (нітрування і нітрозилування) і модифікації жирних кислот (нітрування) і т.н.



Хід роботи:

1. Підготувати Нітрат-тестер СОЕКС до роботи. Включення / вимкання приладу:

1.1. Для включення приладу натисніть і утримуйте кнопку [OK] до включення дисплея (з'являється підсвічування екрану), після цього відпустіть кнопку [OK].

- При включенні приладу з'являється анімована заставка з логотипом компанії. Для пропуску заставки натисніть кнопку [ВИБІР].

- Після заставки на 3 секунди відображається назва моделі, версія прошивки приладу.

1.2. Для виключення приладу натисніть і утримуйте кнопку [OK] до появи анімованої заставки з падаючими осінніми листями.

Після цього відпустіть кнопку [OK].

Натискання і утримування кнопки [OK] призведе до вимкнення приладу незалежно від того, в якому режимі знаходиться прилад.

1.3. При підключенні приладу до гнізда mini-USB прилад автоматично включається незалежно від того, чи встановлені елементи живлення. Якщо прилад включився автоматично при підключенні до роз'єму mini-USB, то відключення приладу від роз'єму mini-USB призведе до вимкнення приладу.

Після виключення приладу елементи живлення можна не виймати - розряду батарейок і акумуляторів не відбувається, якщо пристрій вимкнено.

Якщо Ви плануєте не використовувати прилад тривалий час, рекомендується вийняти елементи живлення після виключення приладу.

2. Продукт, що перевіряється, повинен бути чистим, без бруду на поверхні. Мити продукт потрібно без використання миючих засобів, тільки чистою водою. Продукт не повинен бути зіпсованим гниллю, на поверхні не повинно бути слідів від ударів або укусів гризунів. Продукт не повинен бути висохлим, повинен мати здоровий, апетитний вигляд. Можна використовувати зрізи продуктів, але зріз повинен бути зроблений не більше ніж за 15 хвилин до початку перевірки.

3. Виберіть в меню потрібний продукт.

Доступні для аналізу вмісту нітратів продукти перераховані в таблиці.

Продукт:	Норма ГДК, мг/кг:	Позначення в меню:
Абрикос	60	Абрикос
Кавун	60	Кавун
Банан	200	Банан
Баклажан	300	Баклажан
Виноград	60	Виноград
Груша	60	Груша
Диня	90	Диня
Капуста рання	900	Капуста рання
Капуста пізня	500	Капуста пізня
Кабачок	400	Кабачок
Картопля	250	Картопля
Полуниця	100	Полуниця
Цибуля ріпчаста	80	Цибуля ріпчаста
Цибуля зелена	600	Цибуля зелена
Морква рання	400	Морква рання
Морква пізня	250	Морква пізня
Нектарин	60	Нектарин
Огірок (грунтовий)	150	Огірок (грунтовий)
Огірок (тепличний)	400	Огірок (тепличний)
Перець солодкий	200	Перець солодкий
Персик	60	Персик
Помідор (грунтовий)	150	Помідор (грунтовий)
Помідор (тепличний)	300	Помідор (тепличний)
Редис	1500	Редис
Редька	1000	Редька
Салат	2000	Салат
Буряк	1400	Буряк
Хурма	60	Хурма
Яблуко	60	Яблуко
Дитяча норма	50	Дитяча норма
Свіже м'ясо	200	Свіже м'ясо

4. Після вибору продукту на екрані з'явиться текст: «Переконаєтеся, що зонд НЕ знаходиться в продукті, який перевіряється, і натисніть ОК».

5. Протріть зонд проспиртованим тампоном, а потім насухо чистою серветкою.

6. Натисніть кнопку [ОК]. При цьому почнеться підготовка до вимірів (самокалібрування), яке буде супроводжуватися інформаційним повідомленням «Зачекайте, йде підготовка до аналізу». Не торкайтеся до вимірювального зонду до появи нових вказівок на екрані.

7. Дочекайтеся появи повідомлення: «Вставте зонд в продукт. Натисніть ОК». Також на екрані буде вказана норма ГДК для обраного Вами продукту.

8. Вставте зонд в продукт який перевіряється, утримуючи прилад перпендикулярно площині продукту, бажано, в напрямку до його центру. Не рухайте зондом усередині продукту, не тисніть на продукт. Глибина введення зонда може бути від 10 мм до повного занурення в продукт, що перевіряється. Загострений кінець зонда не повинен виходити назовні, потрапляти в зону дозрівання насіння, в район кісточки, у внутрішні порожнечі, а повинен знаходитися в рівномірній м'якій соковитій масі продукту, що найчастіше вживається в їжу.

ПРИМІТКА: не використовуйте повторно отвір, залишений в продукті, що перевірявся, в наслідок введення в нього вимірювального зонда або інших предметів.

9. Натисніть кнопку [ОК]. Після цього почнеться процес вимірювання.

10. Дочекайтеся появи результатів вимірювань. Під час очікування на екрані буде відображатися інформаційне повідомлення «Зачекайте, йде вимір». У цей час намагайтеся тримати прилад і вимірюваний продукт нерухомо.

11. Ознайомтеся з результатом вимірювання.

12. Вийміть зонд з продукту, який перевіряється.

13. Натисніть кнопку [НАЗАД] для повернення в меню.

Прилад вимірює вміст нітратів на кілограм маси продукту. Отже, отримавши при вимірюванні кавуна значення 350 мг/кг, потрібно розуміти, що вживши 2 кг кавуна такої якості, людина ризикує отримати токсичне отруєння. Нагадаємо, що ГДК для кавуна становить 60 мг/кг. Пам'ятайте, що деякі продукти, такі як буряк, редис, кріп, листові салати, мають високі норми ГДК через свої видові особливості. Так для буряка норма становить 1400 мг/кг. Якщо ви вживаєте такі продукти у великій кількості, то пам'ятайте про безпечні норми наведені вище. Приклад: при вимірюванні буряка прилад показав 1000 мг нітратів на кг. Це є нормою для продукту, але без шкоди для здоров'я можна вжити 200 грамів подібної буряка.

14. Порівняйте отримані результати з наявними нормативами гранично допустимого вмісту нітратів у продукті.

Заповніть таблицю:

Продукт:	Норма ГДК:	Результат перевірки:	Висновок про безпеку продукту:

15. Зробіть висновок про придатність до споживання продуктів харчування і зразків питної води, які досліджувалися.

Контрольні питання:

1. Джерела надходження нітратів до харчових продуктів і питної води.
2. Причини небезпеки потрапляння нітратів в організм людини.
3. Прилади для оцінки рівня нітратів в продуктах харчування.

Література:

ВОЗ. Нитраты и нитриты – оценка принятия внутрь: Оценка безопасности определенных пищевых добавок (Пищевые добавки, серия 50). Женева, ВОЗ; 2003 г.

Нитраты и нитриты: методика определения в сельскохозяйственной продукции, <https://him.1september.ru/2004/28/10.htm>

Пивоваров Ю.П. Гигиена и экология человека. Курс лекций. <http://metodich.ru/pivovarov-yu-p-gigiena-i-ekologiya-cheloveka-kurs-lekcij/index16.html>.

Санитарно-гигиенические нормы. Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения и методы их определения. http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_14790.htm.

СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

Authority EFS. Nitrate in vegetables: scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain // The EFSA Journal. – 2008. – Vol. 689. – P. 1 – 79.

Codex Alimentarius Commission. General standard for contaminants and toxins in food. Annex IV-B. Rome: FAO/WHO. 1998. - P. 26 – 28.

Fenech C., Rock L., Nolan K., Tobin J., Morrissey A. The potential for a suite of isotope and chemical markers to differentiate sources of nitrate contamination: a review // Water Res. – 2012. – Vol. 46(7). – P. 2023 - 2041. doi: 10.1016/j.watres.2012.01.044.

Hord N.G., Tang Y., Bryan N.S. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits // Am. J. Clin. Nutr. – 2009. – Vol. 90(1). – P. 1 – 10.

Jin Z., Qin X., Chen L., Jin M., Li F. Using dual isotopes to evaluate sources and transformations of nitrate in the West Lake watershed, eastern China // J. Contam. Hydrol. – 2015. – Vol. 177-178. – P. 64 - 75. doi: 10.1016/j.jconhyd.2015.02.008.

Lundberg J.O., Carlstrom M., Larsen F.J., Weitzbert E. Roles of dietary inorganic nitrate in cardiovascular disease and health // Cardiovasc. Res. – 2011. – Vol. 89(3). – P. 525 - 532.

Molognoni L., Daguer H., de Sá Ploêncio L.A., Yotsuyanagi S.E., da Silva Correa Lemos A.L., Joussef A.C., De Dea Lindner J. Development of a new analytical tool for assessing the mutagen 2-methyl-1,4-dinitro-pyrrole in meat products by LC-ESI-MS/MS // Talanta. – 2018. – Vol. 185. – P. 151 - 159. doi: 10.1016/j.talanta.2018.03.035.

Vystavna Y., Diadin D., Grynenko V., Yakovlev V., Vergeles Y., et al. Determination of dominant sources of nitrate contamination in transboundary (Russian Federation/Ukraine) catchment with heterogeneous land use // Environ. Monit. Assess. – 2017. – Vol. 189(10):509. doi: 10.1007/s10661-017-6227-5.

World Health Organization. Recommendations; nitrate and nitrite. In: Guidelines for drinking water quality. 3rd ed. Geneva, Switzerland: WHO, 2004:417–20.

Xu Z.W., Zhang X.Y., Yu G.R., Sun X.M., Wen X.F. Review of dual stable isotope technique for nitrate source identification in surface- and groundwater in China // Huan. Jing. Ke. Xue. – 2014. – Vol. 35(8). – P. 3230 - 3238.

Zhou J., Gu B., Schlesinger W.H., Ju X. Significant accumulation of nitrate in Chinese semi-humid croplands // Sci. Rep. – 2016. – Vol. 6:25088. doi: 10.1038/srep25088.

Робота 25

Тема: Біотестування загальної токсичності питної води за розвитком проростків індикаторних рослин (за Руденко та ін, 2003)

Мета роботи: за розвитком проростків індикаторних рослин перевірити зразки питної води на загальну токсичність.

Матеріали та реактиви: насіння цибулі ріпчастої, пшениці, ріпаку, чашки Петрі, фільтрувальний папір, лінійки, зразки питної води, відстояна водопровідна вода.

Інформація. Іноді за результатами хімічного аналізу вода вважається придатною для пиття - тобто, концентрація різних речовин у воді не перевищує ГДК (гранично допустимих концентрацій). Однак, якщо помістити в таку воду живі організми (рибок, рачків дафній, інфузорій і т.н.), то організми починають хворіти, перестають розмножуватися і навіть гинуть. Причина полягає в тому, що до цих пір не вивчені результати одночасної дії різних речовин на клітини живих організмів.

Тому, крім хімічного аналізу, обов'язково проводять біотестування питної води. Для цього організми-індикатори (рибок, рачків дафній, інфузорій і т.н.) поміщають в воду, яку тестують, на 1-5 доби і перевіряють швидкість росту і розмноження, а також - виживання організмів-індикаторів. На підставі отриманих даних обчислюють індекс токсичності питної води (Т):

$$T = \frac{(I_{\text{контр}} - I_{\text{дослід}})}{I_{\text{контр}}} \cdot 100\%$$

Де: Т – індекс токсичності питної води; $I_{\text{контр}}$, $I_{\text{дослід}}$ - інтенсивність росту і розмноження тестових організмів в контролі і в досліді, відповідно. При $T > 50\%$ вода вважається небезпечною для пиття.

Зазвичай, для біотестування питної води використовують найпростіших і тварин. Однак, ця методика є важкодоступною для звичайних людей. Можна також проводити тестування питної води за допомогою рослинних тест-систем. Зокрема, серед рослинних тест-систем – однією з найбільш доступних є тест-система проростаюче насіння. Цей тест одночасно є легким у виконанні і високочутливим способом виміру загальної токсичності, викликаній водорозчинними хімічними чинниками, які можуть бути присутніми у питній воді і в інших типах води. При цьому основним показником токсичності виступає пригнічення росту коренів модельної рослини (цибулі, пшениці, ріпаку). *NB! Слід відзначити, що ріст коренів пригнічується при більш низьких концентраціях токсиканту, ніж проростання насіння.

Але, тестування питної води за допомогою рослинних тест-систем, необхідно проводити з одним застереженням: а) якщо рослина в досліді (на тестованій воді) росте гірше, ніж в контролі (тобто на водопровідній воді) - то це означає, що вода токсична і для рослин, і для людини; б) проте, якщо рослини в досліді ростуть краще, ніж в контролі - то досліджувана вода все одно може виявитися токсичною для людини (наприклад, через присутність нітратів, регуляторів росту рослин, тощо).

Таким чином, під час використання фітотестів критерієм нетоксичності і придатності питної води для споживання людиною є відсутність достовірних відмінностей за показниками росту проростків та енергії проростання насіння від контролю, т.т, від водопровідної води, токсичність якої жорстко контролюється відповідними інстанціями.

Застосування тест-системи проростаюче насіння в інших типах екологічних досліджень. Тест-система проростаюче насіння може бути використана при дослідженні: а) якості питної води з різних джерел надходження (бювети, бутильована питна вода, колодязна вода і т.н.); б) якості природних поверхневих та підземних вод; в) якості очищення стічних вод; г) рівня забрудненості ґрунтів (в цьому випадку тестується водна витяжка ґрунту); д) стану забрудненості атмосферного повітря (в цьому випадку аналізують дощову або талу воду) і т.н.

Згідно методичних рекомендацій Мінздраву України, затверджених наказом № 116 від 13.03.2007 р., «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів», стан атмосферного повітря рекомендовано оцінювати за результатами наступних біотестів: стерильність пилку рослин; мікроядерний тест в соматичних клітинах дітей дошкільного віку, які мешкають на території дослідження; ростовий фітотест.

Оцінка токсичності об'єктів довкілля за допомогою ростового фітотесту. В ростовому фітотесті в якості тест-культур рекомендовано використовувати наступні рослини: *Allium cepa* L., *Raparus sativus* L., *Triticum durum* L. та ін. Крім того, токсичність атмосферного повітря визначають шляхом вимірювання величин річного приросту гілок минулого року деревинних рослин, які зростають на досліджуваній та контрольних територіях. Згідно методичних рекомендацій Мінздраву України - критерієм токсичності факторів навколишнього середовища є відсоток зниження показників росту рослин-біоіндикаторів порівняно з контролем.

Ростовий фітотест використовують для визначення токсичності різних субстратів: повітря, ґрунтів, водних джерел, мулу, відходів та ін. Цей тест можна використовувати в різних варіантах: а) пророщування насіння рослин на досліджуваних зразках субстратів; б) полив рослин досліджуваними рідинами при вирощуванні їх на піску або ґрунтовому субстраті; в) водна культура рослин на природних, питних, стічних водах, витяжках з ґрунтів, відходів тощо; г) рулонна культура – насіння рослин-індикаторів розкладають на вологий папір, який скручують у рулон та ставлять у колбу з досліджуваною рідиною.

Хід роботи

1) Для проведення дослідження підготуйте проби питної води з різних джерел водопостачання Вашого міста. В якості контролю застосуйте відстояну протягом доби водопровідну воду. В чашки Петрі покладіть фільтрувальний папір і змочіть його тестованою або контрольною пробою води. Далі – на

кожну чашку розкладіть за допомогою пінцету по 100 насінин цибулі чи ріпаку або по 50 насінин пшениці.

2) Проведіть пророщування насіння тестових рослин протягом 6 - 7 діб (для насіння цибулі) або 3-4 діб (для насіння пшениці). Контролюйте стан зволоження фільтрувального паперу в чашках Петрі: за необхідності доливайте до чашки відповідний зразок води.



Проростання насіння цибулі (сорт *Кармен*) в контрольних умовах (на водопровідній воді).

3) На 3 - 7 добу експерименту підрахуйте кількість пророслого насіння і заміряйте довжину проростків. Отримані дані занесіть до таблиць 1-2. Результати проведеного експерименту бажано сфотографувати.

Таблиці 1-2. Довжина проростків модельної рослини в умовах пророщування насіння на контрольній питній воді (водопровідна вода) і на питній воді, яка досліджується на потенційну токсичність.

№	Довжина кореня, контроль:	$L_{cp} - L_i = \Delta x$	Δx^2
1			
2			
...			

№	Довжина кореня, дослід:	$L_{cp} - L_i = \Delta x$	Δx^2
1			
2			
...			

На підставі отриманих даних розрахуйте енергію проростання насіння та середню довжину проростків для кожного варіанту експерименту. Отримані дані занесіть у підсумкову таблицю.

Формула для розрахунку енергії проростання насіння:

$$E = \frac{n}{N} * 100\%,$$

де: E - енергія проростання насіння, %; N - загальна кількість пророщуваних насінин; n - кількість насінин, що проросли.

Таблиця. Результати біотестування питної води на токсичність з використанням моделі проростаюче насіння рослин.

Джерело питної води:	Енергія проростання насіння тестової рослини:	Довжина проростків тестової рослини:
Контроль (водопровідна вода):		
Вода, якість якої тестується:		

4) Розрахуйте достовірності відмінностей між отриманими середніми даними і зробіть висновок про токсичність тестованих зразків води (приклад проведення статистичних розрахунків наведений в Додатку А).

Статистичний аналіз. Похибку значень для показника енергії проростання (альтернативне розподілення) визначають за формулою: $X \pm \delta \cdot \text{tst}$,

$$\delta = \sqrt{\frac{X \cdot (100 - X)}{N}}$$

де: X – середні значення показника, %; $\delta \cdot \text{tst}$ – похибка середнього значення; tst – критерій Стьюдента (значення tst залежить від об'єму вибірки n і визначається за таблицею); N – об'єм вибірки.

Похибку середньо-арифметичних значень для довжини проростків (нормальне розподілення) визначають за формулою: $S_{cp} \pm S_x \cdot \text{ts}$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (S_{cp} - S_i)^2}{n(n-1)}}$$

де: S_{cp} - середнє арифметичне значення довжини проростків; $S_x \cdot \text{tst}$ – похибка середнього арифметичного значення; tst - критерій Стьюдента, який визначається за таблицею; n – об'єм вибірки (кількість проростків, довжина яких вимірювалась); S_i – довжина i-проростка.

Достовірність відмінностей між даними розраховують за наступними формулами:

а) для альтернативних розподілень:

$$\frac{|X_1 - X_2|}{\sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}} = t,$$

При $t > \text{tst}$, відмінності достовірні. Де: X_1, X_2 – середні значення показників для альтернативного розподілення в варіантах 1 і 2, відповідно; tst - критерій Стьюдента.

б) для нормальних розподілень:

$$\frac{|\overline{Scp}_1 - \overline{Scp}_2|}{\sqrt{Sx_1^2 + Sx_2^2}} = t,$$

При $t > t_{st}$, відмінності достовірні. Де: S_1, S_2 – середні значення показника для нормального розподілення в варіантах 1 і 2; Sx_1^2, Sx_2^2 – похибки середніх значень; t_{st} - критерій Стьюдента.

Критичні точки t-критерію Стьюдента при різних рівнях значущості α .

число ступенів свободи k	α, %			число ступенів свободи k	α, %		
	5	1	0,1		5	1	0,1
1	12,71	63,66	64,60	18	2,10	2,88	3,92
2	4,30	0,92	31,60	19	2,09	2,86	3,88
3	3,18	5,84	12,92	20	2,09	2,85	3,85
4	2,78	4,60	8,61	21	2,08	2,83	3,82
5	2,57	4,03	6,87	22	2,07	2,82	3,79
6	2,45	3,71	5,96	23	2,07	2,81	3,77
7	2,37	3,50	5,41	24	2,06	2,80	3,75
8	2,31	3,36	5,04	25	2,06	2,79	3,73
9	2,26	3,25	4,78	26	2,06	2,78	3,71
10	2,23	3,17	4,59	27	2,05	2,77	3,69
11	2,20	3,11	4,44	28	2,05	2,76	3,67
12	2,18	3,05	4,32	29	2,05	2,76	3,66
13	2,16	3,01	4,22	30	2,04	2,75	3,65
14	2,14	2,98	4,14	40	2,02	2,70	3,55
15	2,13	2,95	4,07	60	2,00	2,66	3,16
16	2,12	2,92	4,02	120	1,98	2,62	3,37
17	2,11	2,90	3,97	∞	1,96	2,58	3,29
α	0,05	0,01	0,001	—	0,05	0,01	0,001

Контрольні питання:

1. Які методи біотестування Вам відомі?
2. Як провести біотестування зразків питної води на токсичність з використанням тест-системи проростаюче насіння?
3. Як розраховується показник енергія проростання насіння?
4. З якою метою проводиться статистичний аналіз отриманих даних?

Література:

Лакин Г.Ф. Биометрия. 1980.
 Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія: практичний курс. Частина 1. Чернівці: Рута, 2003. – 320 с.

Статистичний аналіз отриманих результатів дослідження на прикладі аналізу дозиметричних показників випромінювання від води, яка пройшла кип'ятіння у мікрохвильовій печі (за даними Пастушенко, 2018).

Останні роки значне занепокоєння серед населення викликають дані, які з'являються в засобах масової інформації, щодо небезпеки для здоров'я людини споживання продуктів харчування і води, розігрітих в побутових мікрохвильових печах. Зокрема, акцент робиться на можливій іонізуючій дії мікрохвильового випромінювання. У зв'язку з вище викладеним, актуальними є дослідження, спрямовані на виявлення можливої іонізуючої дії мікрохвильового випромінювання від мікрохвильової печі на воду і продукти харчування.

З використанням побутового дозиметра SMG-2 були проведені заміри іонізуючого випромінювання від питної води, яка щойно закипіла у мікрохвильовій печі, та води, яка щойно закипіла на газовій плиті. Отримані дані були оброблені статистично.

Статистична обробка результатів дослідження

Похибку середньо-арифметичних значень для нормального розподілення розраховують за формулою 1, далі за формулою 2 визначають середнє значення рівня іонізуючого випромінювання для кожного окремого вимірювання:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (S_{cp} - S_i)^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (1);$$

$$S = S_{cp} \pm S_x \cdot t_{st} \quad (2).$$

де: S_{cp} - середнє арифметичне значення показника, що вимірювали; $S_x \cdot t_{st}$ - похибка середнього арифметичного значення; t_{st} - критерій Стюдента (визначається за таблицею 1); n - об'єм вибірки (кількість вимірювань); S_i - значення показника для i -об'єкта.

Для роботи з таблицею 1 необхідно знати величину K - кількість ступеней свободи. $K = n - 1$; оскільки кількість дозиметричних вимірювань для кожної точки становила 15, то $K = 15 - 1 = 14$. Таким чином, для даного об'єму вибірки ($n=15$) значення критерію Стюдента (t_{st}) дорівнює 2,14.

Достовірність відмінностей між даними для нормальних розподілень розраховують за наступною формулою:

$$\frac{|S_{cp1} - S_{cp2}|}{\sqrt{S_{x1}^2 + S_{x2}^2}} = t \quad (3)$$

де: S_{cp1} , S_{cp2} - середні значення показника для нормального розподілення; S_{x1}^2 , S_{x2}^2 - квадрати похибок середніх значень; t_{st} = критерій Стюдента (визначається за таблицею).

Якщо отриманий показник t перевищує величину критерія Стюдента, то відмінності між значеннями, які порівнюються, є достовірними.

Таблиця 1

Критичні точки t -критерію Стюдента при різних рівнях значущості α .

число ступенів свободи k	α, %			число ступенів свободи k	α, %		
	5	1	0,1		5	1	0,1
1	12,71	63,66	64,60	18	2,10	2,88	3,92
2	4,30	0,92	31,60	19	2,09	2,86	3,88
3	3,18	5,84	12,92	20	2,09	2,85	3,85
4	2,78	4,60	8,61	21	2,08	2,83	3,82
5	2,57	4,03	6,87	22	2,07	2,82	3,79
6	2,45	3,71	5,96	23	2,07	2,81	3,77
7	2,37	3,50	5,41	24	2,06	2,80	3,75
8	2,31	3,36	5,04	25	2,06	2,79	3,73
9	2,26	3,25	4,78	26	2,06	2,78	3,71
10	2,23	3,17	4,59	27	2,05	2,77	3,69
11	2,20	3,11	4,44	28	2,05	2,76	3,67
12	2,18	3,05	4,32	29	2,05	2,76	3,66
13	2,16	3,01	4,22	30	2,04	2,75	3,65
14	2,14	2,98	4,14	40	2,02	2,70	3,55
15	2,13	2,95	4,07	60	2,00	2,66	3,16
16	2,12	2,92	4,02	120	1,98	2,62	3,37
17	2,11	2,90	3,97	∞	1,96	2,58	3,29
α	0,05	0,01	0,001	—	0,05	0,01	0,001

Хід роботи:

1. З інтервалом в декілька секунд – знімаємо п'ятнадцять показників дозиметра біля ємності з питною водопровідною водою, яка щойно закипіла у мікрохвильовій печі, і заносимо отримані дані (в мкЗв/год) до таблиці 2.

2. Аналогічним чином знімаємо 15 показників дозиметра біля питної водопровідної води, яка щойно закипіла на газовій плиті, і заносимо отримані дані до таблиці 3.

3. Для кожного типу кип'ятіння води розраховуємо середні показники для 15 дозиметричних вимірювань. Надалі – знаходимо різницю між середніми даними і кожним дозиметричним значенням ($|X_{cp} - X_i| = \Delta X$) і заносимо величину відхилення від середніх значень до таблиці. Наступний етап: знаходимо квадрат для кожного з отриманих значень ΔX і надалі – розраховуємо суму квадратичних відхилень від середніх значень (т.т. $\sum \Delta X^2$).

На підставі отриманих даних обчислюємо показник S_x (за формулою 1) і надалі – величину похибки середніх значень як $S = S_{cp} \pm S_x \cdot t_{st}$.

Таблиця 1. Дозиметричні показники води (в мкЗв/год), яка щойно закипіла у мікрохвильовій печі, і їх статистичний аналіз (за даними Пастушенко, 2018):

№	X_i	$ X_{cp} - X_i = \Delta X$	ΔX^2
1.	0,38	0,38-0,31=0,07	0,0049
2.	0,40	0,40-0,31=0,09	0,0081
3.	0,32	0,32-0,31=0,01	0,0001
4.	0,31	0,31-0,31=0	0
5.	0,30	0,30-0,31=0,01	0,0001
6.	0,28	0,28-0,31=0,03	0,0009
7.	0,24	0,24-0,31=0,07	0,0049
8.	0,27	0,27-0,31=0,04	0,0016
9.	0,28	0,28-0,31=0,03	0,0009
10.	0,32	0,32-0,31=0,01	0,0001
11.	0,30	0,30-0,31=0,01	0,0001
12.	0,33	0,33-0,31=0,02	0,0004
13.	0,32	0,32-0,31=0,01	0,0001
14.	0,33	0,33-0,31=0,02	0,0004
15.	0,35	0,35-0,31=0,04	0,0016
	$X_{cp}=0,31$		$\Sigma=0,0242$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{n \times (n-1)}} = \sqrt{\frac{0,0242}{15 \times 14}} = \sqrt{\frac{0,0242}{210}} = \sqrt{0,000115} = 0,0109$$

$$S\bar{x} \times t_{st} = 0,0109 \times 2,14 = 0,023$$

$$0,31 \pm 0,023 \text{ мкЗв/год}$$

Таблиця 2. Дозиметричні показники води (в мкЗв/год), яка щойно закипіла на газовій плиті, і їх статистичний аналіз (за даними Пастушенко, 2018):

№	X_i	$ X_{cp} - X_i = \Delta X$	ΔX^2
1.	0,42	0,42-0,33=0,09	0,0081
2.	0,44	0,44-0,33=0,11	0,0121
3.	0,45	0,45-0,33=0,12	0,0144
4.	0,43	0,43-0,33=0,1	0,01
5.	0,40	0,40-0,33=0,07	0,0049
6.	0,35	0,35-0,33=0,02	0,0004
7.	0,32	0,32-0,33=0,01	0,0001
8.	0,28	0,28-0,33=0,05	0,0025
9.	0,27	0,27-0,33=0,06	0,0036
10.	0,26	0,26-0,33=0,07	0,0049
11.	0,25	0,25-0,33=0,08	0,0064
12.	0,28	0,28-0,33=0,05	0,0025

13.	0,29	0,29-0,33=0,04	0,0016
14.	0,30	0,30-0,33=0,03	0,0009
15.	0,29	0,29-0,33=0,04	0,0016
	$X_{cp}=0,33$		$\Sigma=0,074$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2}{n \times (n-1)}} = \sqrt{\frac{0,074}{15 \times 14}} = \sqrt{\frac{0,074}{210}} = \sqrt{0,00035} = 0,02$$

$$S\bar{x} \times t_{st} = 0,02 \times 2,14 = 0,0428$$

$$0,33 \pm 0,043 \text{ мкЗв/год}$$

4. Для можливості порівняння відмінностей між середніми даними для води, яка закипіла в мікрохвильовій печі, і води, яка закипіла на газовій плиті, – розраховуємо показник t (за формулою 3).

$$t = \frac{0,33 - 0,31}{\sqrt{0,00035 + 0,00012}} = \frac{0,02}{\sqrt{0,00047}} = \frac{0,03}{0,0209} = 1,43$$

$t=1,43 < t_{st}=2,14$ Відмінності між середніми значеннями – недостовірні.

Оскільки отримані значення t є меншими за величину критерію Стьюдента – то відмінності між середніми даними для кип'ятіння води в мікрохвильовій печі і на газовій плиті – є статистично не достовірними (т.т., відмінностей немає).

Висновок: кип'ятіння води в мікрохвильовій печі не призводить до статистично достовірного збільшення рівня іонізуючого випромінювання від питної водопровідної води порівняно з кип'ятінням води на газовій плиті: відмінності між середніми значеннями дозиметричних показників між цими двома типами обробки питної води не є статистично достовірними ($0,31 \pm 0,023$ мкЗв/год та $0,33 \pm 0,043$ мкЗв/год, відповідно).

Література:

Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Высшая школа, 1990.- 352 с.: ил., ISBN 5-06-000471-6.

Пастушенко Я. Оцінка екологічної безпеки випромінювання від побутових приладів та комп'ютерної техніки. Дипломна робота на здобуття ступеня освіти «бакалавр». 2018.

Відомості про авторів

Жукова Лариса Рафаїлівна, старший викладач кафедри екології та географії Херсонського державного університету. Працює на кафедрі екології та географії з 2005 року. Викладає наступні дисципліни: «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці і цивільний захист». Сфера наукових інтересів: історія становлення екологічної думки.

Кундельчук Оксана Петрівна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та географії Херсонського державного університету. Працює на кафедрі екології та географії з 2005 року. Викладає наступні дисципліни: «Основи загальної екології (та неоекологія)», «Палеоекологія», «Теорія еволюції». Сфера наукових інтересів: молекулярні основи екологічних адаптацій сучасних організмів, закономірності еволюційних процесів в історії розвитку життя на Землі.

Дайнеко Поліна Михайлівна, асистент кафедри екології та географії Херсонського державного університету, аспірант кафедри ботаніки Херсонського державного університету. Працює на кафедрі екології та географії з 2016 року. Викладає наступні дисципліни: «Вступ до фаху», «Техноекологія», «Методологія екологічних досліджень». Сфера наукових інтересів: історична екологія степових ландшафтів, антропогенна трансформація агроландшафтів, пріоритети оптимізації степових ландшафтів.

Навчально-методичне видання

*Жукова Лариса Рафаїлівна
Кундельчук Оксана Петрівна
Дайнеко Поліна Михайлівна*

ЗАГАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНА ПРАКТИКА

*НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ
НАВЧАЛЬНО-ПОЛЬОВОЇ ПРАКТИКИ*

ISBN 978-617-7573-29-5

Підписано до друку 02.07.2018 р.
Формат 60х 84/16. Папір офсетний
Наклад 300 примірників. Гарнітура Times New Roman.
Друк ризографія. Ум. друк. арк. 18,3. Обл.-вид. арк. 19,67.
Замовлення № 826.

Книжкове видавництво ПП Вишемирський В.С.
Свідоцтво про внесення до державного реєстру
суб'єктів видавничої справи: серія ХС № 48 від 14.04.2005
видано Управлінням у справах преси та інформації
73000, Україна, м. Херсон, вул. Соборна, 2.
Тел. (050) 133-10-13, (050) 514-67-88
e-mail: printvvs@gmail.com