

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

**Кундельчук О.П.**

**ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА**

**РОБОЧИЙ ЗОШИТ  
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

**Для студентів напряму підготовки 6.070801. Екологія та охорона  
навколишнього середовища**



**Херсон – 2014**

**УДК 20.150 2.7**

**ББК 20.1**

**К 91**

Екологічна та техногенна безпека: Робочий зошит до практичних занять. / О.П. Кундельчук. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2014. - 114 с.

Робочий зошит містить практичні заняття з курсу екологічної та техногенної безпеки. Завдання практичних робіт включають таблиці, графіки, схеми, малюнки та картографічні матеріали необхідні для засвоєння питань, передбачених програмою дисципліни і освітньо-кваліфікаційною програмою підготовки студентів екологів.

Посібник рекомендований студентам і викладачам екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

**Рецензенти:**

Загороднюк Н.В., кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри ботаніки  
Херсонського державного університету

Богадьорова Л.М., кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри  
соціально-економічної географії Херсонського державного  
університету.

Рекомендовано до друку на засіданні кафедри екології та географії Херсонського державного університету (протокол № 5 від 13.01.2014 р.).

Затверджено до друку науково-методичною радою Херсонського державного університету, протокол № 5 від 29.04.2014 р.

Затверджено до друку Вченою радою Херсонського державного університету, протокол № 12 від 26.05.2014.

**УДК 20.150 2.7**

**ББК 20.1**

© О.П. Кундельчук. 2014.

# Програма курсу «Екологічна та техногенна безпека»

Програма курсу «Екологічна та техногенна безпека» призначається для екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Розрахована на один семестр. У програмі відображені нові найважливіші наукові дані з даної дисципліни, акцент зроблений на професійну спрямованість курсу.

**Метою** навчального курсу «Екологічна та техногенна безпека» є формування у студентів комплексу наукових знань про екологічно небезпечні явища в навколишньому середовищі; про оцінку ризику розвитку надзвичайних ситуацій та заходи щодо їх запобігання; техногенні загрози та заходи щодо їх запобігання. Тематика практичних робіт дана відповідно до теоретичного курсу. Форма контролю – екзамен.

Поточний контроль – модульне тестування.

## **Завдання курсу:**

- **Теоретичні:** дати уявлення про закономірності виникнення і розвитку екологічно небезпечних ситуацій в природних і антропогенних екосистемах, а також про шляхи мінімізації шкідливого впливу на екосистеми природних і антропогенних катастроф; сформувані у студентів комплексний синергетичний підхід до вивчення катастрофічних процесів і явищ в природних і антропогенних екосистемах
- **Практичні:** сформувані навички використання екологічних знань в вирішенні практичних завдань по попередженню і ліквідації наслідків природних та антропогенних катастроф.

## **Перелік знань та умінь студентів.**

Студент повинен знати: класифікацію екологічно небезпечних природних та техногенних процесів; методи оцінювання ризику розвитку надзвичайних ситуацій; чинники, які визначають стан природно-техногенної безпеки життєдіяльності населення.

Студент повинен уміти: знаходити матеріали про об'єкти вивчення у літературних джерелах та в інтернеті, за розробленими методиками давати оцінку ризику надзвичайних ситуацій, давати характеристику території України за рівнем природно-техногенних небезпек.

## **Міжпредметні зв'язки.**

Вивчення даного курсу базується на знаннях як дисциплін циклу природничо-наукової підготовки (геології з основами геоморфології, метеорології і кліматології, гідрології, ґрунтознавства, основ загальної екології та неоекології тощо), так і дисциплін циклу професійної та практичної підготовки (ландшафтної екології, екологічного права, екологічного аудиту тощо).

## **ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ**

**Природні і техногенні екологічні катастрофи, пов'язані з літосферою.** Джерела і типи напружень в гірських породах. Методи детекції напружень в гірських породах. Причини виникнення землетрусів і гірських ударів. Принцип роботи сейсмографа. Визначення магнітуди землетрусу. Оцінка інтенсивності землетрусу. Фактори, які впливають на ступінь ушкодження будівель під час землетрусу. Методи прогнозування землетрусів. Шляхи зменшення руйнівної дії землетрусів.

Катастрофи, пов'язані з нестійкістю схилів. Зсуви. Причини виникнення зсувів. Класифікація зсувів. Повільні і катастрофічні зсуви. Еколого-економічні наслідки зсувів. Попередження зсувів. Відслоювання гірських порід. Соліфлюкція. Осипи. Типи руху осипів. Обвали. Попередження руйнівної дії осипів і обвалів.

Антропогенні впливи на ґрунти. Деградація ґрунтів. Деградація земельних ресурсів в Україні. Стан родючості ґрунтів в обробітку. Виведення земель з обробітку. Рекультивація земель. Спустелювання і техногенна деградація земель України. Водна меліорація земель.

Хімічне забруднення ґрунтів. Радіоактивне забруднення ґрунтів. Нормування забруднюючих речовин в ґрунтах. Основні джерела забруднення. Трансформація забруднюючих речовин в ґрунтах. Значення ґрунтової мікрофлори в деструкції забруднюючих речовин. Фітомеліорація забруднених ґрунтів.

Тверді відходи. Накопичення відходів виробництва і побутових відходів. Класифікація відходів. Паспортизація і сертифікація відходів. Переробка відходів як засіб захисту навколишнього середовища. Ліквідація шламових відстійників. Безвідходні і маловідходні технології. Еколого-правова база техногенно-порушених і забруднених земель України.

### **Природні і техногенні екологічні катастрофи, пов'язані з гідросферою Землі.**

Закономірності руху поверхневих вод, льоду і снігу. Причини виникнення повені і паводків. Прогнозування рівня води під час повені і паводків. Селеві потоки. Закономірності руху селевих потоків. Попередження руйнівної дії селевих потоків. Снігові лавини. Методи захисту населення від снігових лавин. Закономірності ерозії берегової смуги. Берегозахисні споруди.

Закономірності руху підземних вод. Екологічні катастрофи, пов'язані з рухом і роботою підземних вод. Суфозія. Карст. Гідрологічні зсуви. Пливуни. Екологічні катастрофи, пов'язані з гідрологічним будівництвом. Системи зрошення і посушення. Штучні водосховища.

Екологічні катастрофи, пов'язані з розповсюдженням забруднюючих речовин з підземними та поверхневими водами. Методи детекції забруднюючих речовин у воді.

Антропогенні впливи на гідросферу. Запаси води. Основні джерела забруднення гідросфери. Самоочищення в гідросфері. Оцінка якості водного середовища. Забезпечення якості водних об'єктів. Регламентація надходження забруднюючих речовин до водних об'єктів. Захист водних об'єктів від забруднень: очищення вод від нафтопродуктів, обробка стічних вод озonom, біохімічне очищення стічних вод. Маловідходні технологічні процеси очистки стічних вод.

Екологічна безпека малих річок України. Малі річки басейну Дніпра. Тваринницькі комплекси в басейні малих річок Дніпра. Аналіз екологічної ситуації за фактичним станом малих річок. Організація водоохоронних зон. Екологічний стан басейну ріки Дніпро.

Екологічний стан дніпровських водосховищ. Розмивання берегів та островів. Надходження намулів і продуктів діяльності ерозійно-абразійних процесів у водосховищах. Проблеми мілководних зон водосховищ. Евтрофікація води. Погіршення якості води. Зміни гідрологічного режиму басейну. Радіоактивне забруднення водосховищ.

Екологічна безпека акваторій Азовського та Чорного морів. Загальна екологічна ситуація. Проблема забруднення поверхневих вод нафтопродуктами. Речовинний склад мулів. Загальна і патогенна мікрофлора морського мулу. Гельмінтозне забруднення мулу.

**Природні і техногенні екологічні катастрофи, пов'язані з атмосферою і атмосферними процесами.** Метеорологічні катастрофи. Вихрі. Грози. Торнадо. Урагани. Антропогенні впливи на атмосферу. Класифікація забруднювачів атмосфери. Джерела забруднення атмосфери. Наслідки забруднення атмосфери. Управління якістю атмосферного повітря. Розсіювання токсичних викидів в атмосфері. Санітарно-захисні зони. Санітарно-гігієнічні показники забруднення атмосфери. Комплексний показник забруднення атмосферного повітря. Роздільне нормування забруднюючих речовин у повітрі. Обмеження викидів. Засоби захисту атмосфери: обладнання для вловлювання пилу і техногенного туману, електрофільтри, термічна нейтралізація шкідливих домішок у повітрі, біохімічні методи очищення атмосфери.

Шумове і вібраційне забруднення навколишнього середовища. Основні характеристики і закономірності розповсюдження звукових коливань. Дія шуму на людину і навколишнє середовище. Методи оцінки і виміру шумового забруднення. Джерела шуму і їх шумові характеристики. Загальні методи зниження впливу шуму на навколишнє середовище. Нормування шуму. Проведення акустичного розрахунку. Вплив вібрацій на людину і навколишнє середовище. Причини і джерела вібрації.

Електромагнітне забруднення навколишнього середовища. Типи електромагнітних хвиль. Гіпоелектромагнітні умови. Гіперелектромагнітні умови. Джерела радіохвильового забруднення навколишнього середовища. Електромагнітні поля промислової частоти. Електромагнітні поля ВЧ- і СВЧ-діапазонів. Вплив на живі організми. Засоби захисту людини. Лазерна техніка. Вплив

лазерного опромінення на організм людини. Нормування і засоби захисту від лазерного опромінення.

Забруднення навколишнього середовища іонізуючим випромінюванням. Типи іонізуючого опромінення. Природні і штучні джерела іонізуючих випромінювань. Гамма-промені, рентгенівські промені,  $\alpha$ - і  $\beta$ -іонізуюче випромінювання. Радіоактивність. Період напіврозпаду радіонукліду. Активність радіонукліду. Дозиметричні показники. Фонове опромінення людини. Радіаційні ефекти опромінення людини. Нормування радіаційного опромінення. Прогнозування радіаційної обстановки при ядерних катастрофах. Захист населення від іонізуючого опромінення. Пірогенні екологічні катастрофи. Екологічна шкідливість лісових пожеж і технологічних виробництв, пов'язаних з горінням. Критерії крупних пожеж і їх наслідків. Антропогенні фактори пожеж і вибухів. Пожеже-небезпечні властивості речовин і матеріалів. Встановлення категорій виробництв за пожежною і вибуховою небезпечністю. Класи вибухонебезпечних зон у відповідності до «Правил улаштування електроустановок». Встановлення категорій пожеже-небезпечних приміщень. Засоби вогнегасіння. Особливості прогнозування пожежної обстановки в населених пунктах.

**Природні і техногенні катастрофи, пов'язані з біотою.** Катастрофічні зміни чисельності видів і особин в популяціях. Порушення трофічних зв'язків. Зниження рівня продуктивності природної біомаси. Епідемії. Біоінвазії. Катастрофи, пов'язані з інтродукцією нових видів. Антропогенні впливи на біоту. Екологічні катастрофи, пов'язані з селективним і надлишковим накопиченням забруднюючих речовин живими організмами. Тестування харчової та промислової продукції на мутагенність. Потенційна небезпека накопичення рецесивних мутацій в геномі. Тестування продукції на автентичність. Екологічні ризики використання генно-інженерних технологій. Мобільні генетичні елементи. Конструювання гену. Типи векторів. Методи введення векторів в клітини. Типи отриманих трансгенних організмів. Причини потенційної екологічної небезпеки трансгенних організмів.

**Державна система управління екологічною безпекою.** Організаційні принципи національної системи екологічної безпеки. Державні органи управління екологічною безпекою. Державна комісія з питань екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій. Соціальні аспекти забезпечення екологічної безпеки. Роль наукових досліджень у вирішенні проблем екологічної безпеки. Роль засобів масової інформації та громадськості у вирішенні проблем екологічної безпеки. Основні вимоги екологічної безпеки при виробничо-господарській діяльності. Запобігання надзвичайним ситуаціям. Характеристика єдиної державної системи запобігання і реагування на надзвичайні події. Основні заходи захисту населення і територій в умовах надзвичайної ситуації. Стратегія та закономірності управління екологічною безпекою на регіональному рівні. Особливості управління техногенною складовою екологічної безпеки. Функціональна схема процесу управління екологічною безпекою. Ієрархічна схема управління екологічною безпекою регіону. Принципи побудови системи управління екологічною безпекою регіону. Система техніко-технологічного управління безпекою у конкретному регіоні.

**Міжнародні аспекти забезпечення екологічної безпеки. Законодавча та нормативно-правова база.** Основи міжнародного законодавства з екологічної безпеки. Екологічна стратегія людства. Міжнародні екологічні саміти, конференції, симпозиуми. Законодавство Європейського союзу у сфері екологічної безпеки. Гармонізація національного законодавства із забезпечення екологічної безпеки з Європейським союзом. Міжнародні та національні стандарти, які регламентують управління екологічною безпекою. Екологічні аспекти міжнародного співробітництва.

<b>Заняття № 1.</b>	
Частина 1. Екологічні катастрофи, пов'язані з напруженням в гірських породах. Тектонічні землетруси. ....	7
Частина 2. Екологічні катастрофи, пов'язані зі зсувами та обвалами.....	9
<b>Заняття № 2.</b>	
Частина 1. Екологічні катастрофи, пов'язані з нестійкістю горизонтальних поверхонь Землі. Провалювання поверхонь землі в карстові та суфозійні порожнечі.....	13
Частина 2. Зменшення конструкційної витривалості будівель та трубопроводів в наслідок процесів вивітрювання .....	19
<b>Заняття № 3.</b> Екологічні катастрофи, пов'язані з явищем резонансу пружних механічних хвиль в підстелюючих гірських породах та ґрунтах. ....	23
<b>Заняття № 4.</b> Вплив пружних механічних хвиль на живі організми .....	32
<b>Заняття № 5.</b>	
Частина 1. Переміщення забруднюючих речовин в атмосфері .....	35
Частина 2. Визначення розмірів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря .....	37
<b>Заняття № 6.</b>	
Частина 1. Методи виявлення забруднюючих речовин в пробах повітря .....	39
Частина 2. Оцінка рівня забрудненості атмосферного повітря .....	41
<b>Заняття № 7.</b> Природний та техногенний парниковий ефект. Озоновий екран. Природні та техногенні фактори, які призводять до руйнування озонового екрану.....	44
<b>Заняття № 8.</b> Дотримання нормативів радіаційного опромінення населення та персоналу спеціальних об'єктів. Оцінка радіаційної безпеки будівельних матеріалів.....	46
<b>Заняття № 9.</b> Біологічне забруднення атмосферного повітря.....	48
<b>Заняття № 10.</b>	
Частина 1. Екологічна безпека водних об'єктів. Екологічна безпека питної води.....	51
Частина 2. Забруднення акваторії стічними водами, які містять органічні речовини.....	54
Частина 3. Самоочищення аквальної екосистем .....	56
<b>Заняття № 11.</b>	
Частина 1. Оцінка рівня накопичення забруднюючих речовин в донних відкладеннях водойм. Екологічна безпека донних відкладень поверхневих водойм .....	58
Частина 2. Замулення водосховищ. Екологічно небезпечні ситуації, пов'язані з функціонуванням водосховищ.....	65
<b>Заняття № 12.</b> Радіємність водойм. Гранично допустимі скиди радіонуклідів в поверхневі водойми.....	67
<b>Заняття № 13.</b> Екологічно небезпечні процеси, пов'язані з антропогенною деградацією ґрунтового покриву.....	70
<b>Заняття № 14.</b>	
Частина 1. Методи виявлення забруднюючих речовин в пробах ґрунту. Екологічна оцінка стану ґрунтів.....	76
Частина 2. Біологічне забруднення ґрунтів, води, продуктів харчування.....	79
<b>Заняття № 15.</b> Стійкість ґрунтів до деградації. Самоочищення ґрунтів.....	83
<b>Заняття № 16.</b> Екологічна безпека продуктів харчування. Біоаккумуляція важких металів та заліза в тканинах живих організмів .....	86
<b>Заняття № 17.</b> Виявлення токсичних та мутагенних компонентів в сільськогосподарській та промисловій продукції.....	92
<b>Заняття № 18.</b> Встановлення автентичності (справжності) харчової продукції за допомогою PCR-RFLP аналізу.....	99
<b>Заняття № 19.</b> Використання методу фракціонування стабільних ізотопів для встановлення фактів фальсифікації продукції.....	105
<b>Заняття № 20.</b> Державна система управління екологічною безпекою.....	113
<b>Заняття № 21.</b> Міжнародні аспекти забезпечення екологічної безпеки. ....	114

# ПРАКТИЧНИЙ МОДУЛЬ

## Заняття № 1

### Частина 1.

**Тема: Екологічні катастрофи, пов'язані з напруженням в гірських породах.  
Тектонічні землетруси.**

#### Контрольні запитання:

1. Поняття напруженості гірських порід. Типи напружень в гірських породах.
2. Акустичні, електромагнітні, радіоактивні, теплові та фотографічні методи оцінки напружень в гірських породах.
3. Ендогенні, екзогенні та космічні джерела полів напруги гірських порід.
4. Причини виникнення тектонічних землетрусів та гірських ударів.
5. Фактори, від яких залежить сила сейсмічного повштоху та ступінь руйнування будівель при сейсмічному повштоху.
6. Принцип роботи сейсмографа. Типи сейсмічних хвиль, які виникають під час землетрусу. Магнітуда землетрусу. Розрахунки локальних магнітуд Ріхтера. Типи магнітудних шкал.
7. Методи захисту несучих конструкцій від руйнівної дії сейсмічних хвиль.

**Завдання 1.** В Новій Зеландії 13 лютого 1973 р. відбувся сильний землетрус. За даними сейсмічної станції 1, розташованої у Велінгтоні, різниця в часі приходу повздовжніх та поперечних сейсмічних хвиль склала  $\Delta t_1=28,13$ сек; за даними сейсмічної станції 2, розташованої в Нейпірі, різниця в часі приходу повздовжніх та поперечних сейсмічних хвиль склала  $\Delta t_2=15$ сек; за даними сейсмічної станції 3, розташованої в Таранакі, різниця в часі приходу повздовжніх та поперечних сейсмічних хвиль склала  $\Delta t_3=26,88$ сек

1) Розрахуйте відстань до епіцентру землетрусу за даними усіх трьох сейсмічних станцій:

$R_1 =$  \_\_\_\_\_

$R_2 =$  \_\_\_\_\_

$R_3 =$  \_\_\_\_\_

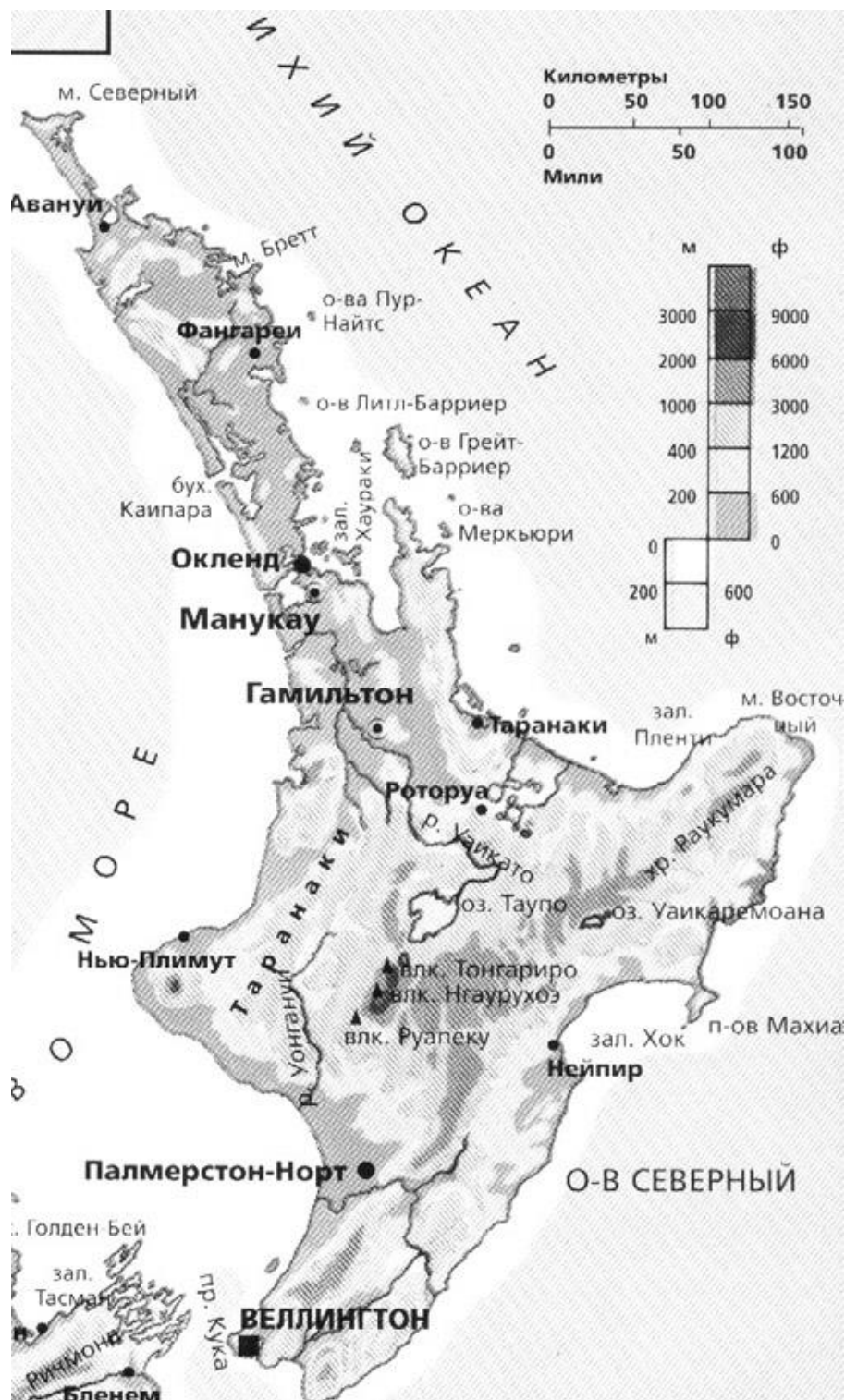
2) Нанесіть отримані результати на карту, враховуючи масштаб.

3) Вкажіть на карті дійсний епіцентр землетрусу як точку перетину трьох епіцентральноїх відстаней.

Відстань до епіцентру землетрусу розраховується за наступною формулою:

$$R_n = \Delta t_n \cdot V_S$$

Де:  $R_n$ - відстань до епіцентру землетрусу за даними n-сейсмічної станції, км;  $\Delta t_n$  - різниця в часі приходу повздовжніх та поперечних сейсмічних хвиль, сек;  $V_S$  - максимальна швидкість руху поперечних сейсмічних хвиль в гірських породах,  $V_S=8$ км/сек.



#### Література:

1. <http://festival.1september.ru/articles/101627>.
2. Д.П. Васильева "Ландшафтная география Марий Эл", 1979 г., Йошкар-Ола, (с.11).
3. Землетрясения // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: В 86 томах (82 т. и 4 доп.). - СПб., 1890 -1907.
4. Завьялов А. Д. Среднесрочный прогноз землетрясений: основы, методика, реализация // М.: Наука, 2006, 254 с.
5. Соболев Г. А. Основы прогноза землетрясений. М.: Наука, 1993. 312 с.
6. Болт Б. А. Землетрясения. М.: Мир, 1981. 256 с.
7. Юнга С. Л. Методы и результаты изучения сейсмоструктурных деформаций. М.: Наука, 1990. 191 с.
8. Мячкин В. И. Процессы подготовки землетрясения. М.: Наука, 1978. 232 с.
9. Землетрясения в СССР. М.: Наука, 1990. 323 с.
10. Моги К. Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1988. 382 с.
11. Зубков С. И. Предвестники землетрясений. // М.: ОИФЗ РАН. 2002, 140 с.



12. Рихтер Г. Ф. Элементарная сейсмология. М., 1963.
13. Рикитаке Т. Предсказание землетрясений. М., 1975.
14. Оползни. Исследование и укрепление. М., 1981
15. Петров Н. Ф. Оползневые системы. Простые оползни: Аспекты классификации. Кишинев: Штиинца, 1987. - 161 с.
16. Петров Н. Ф. Оползневые системы. Сложные оползни: Аспекты классификации. Кишинев: Штиинца, 1988. - 226 с

## Частина 2.

### Тема: Екологічні катастрофи, пов'язані зі зсувами та обвалами.

#### Контрольні запитання:

1. Поняття «зсув» та «обвал».
2. Зовнішні та внутрішні причини розвитку зсувних та обвальних процесів.
3. Типи зсувів за часом їх розвитку та за швидкістю зміщення порід.
4. Типи зсувів в залежності від присутності води.
5. Методи прогнозу зсувів.
6. Методи захисту від зсувів.
7. Осипання. Форми руху осипів. Ознаки рухливості осипів. Захисні заходи проти осипів.

**Завдання 1.** Розрахунок стійкості технічних схилів автодоріг до оповзання (за «Методичними рекомендаціями...», 1977). Визначте коефіцієнт запасу стійкості технічного схилу автодороги при  $a = 45^\circ$ ,  $H = 20$  м,  $\gamma = 2$  т/м<sup>3</sup>,  $j_w = 20^\circ$ ,  $C_w = 4,65$  тс/м<sup>2</sup>,  $\sigma = 11,5$  кгс/см<sup>2</sup>. Де:  $a$  – крутизна схилу;  $H$  – висота схилу, м;  $\gamma$  – об'ємна вага ґрунту, який складає схил;  $j_w$  – кут внутрішнього тертя матеріалу (перша характеристика міцності даного ґрунту);  $C_w$  – абсолютне значення сцеплення ґрунту даного типу (друга характеристика міцності даного ґрунту);  $\sigma$  – відносне значення головних напружень в розрахунковій точці відкосу, кгс/см<sup>2</sup>.

#### Хід роботи:

1) Використовуючи номограму на малюнку 1, для  $a = 45^\circ$  та  $j_w = 20^\circ$  знаходимо значення  $C^0$  – це граничне зчеплення ґрунту при  $K_{зап} = 1$ . Це значення становить:  $C^0 =$  \_\_\_\_\_.

2) Використовуючи номограму на малюнку 2 (верхній ряд, друга номограма), знаходимо значення величини  $K^y_{зап}$  для  $a = 45^\circ$  та  $j_w = 20^\circ$ . Ця величина становить:  $K^y_{зап} =$  \_\_\_\_\_.  
 Де:  $K^y_{зап}$  - коефіцієнт запасу стійкості при  $C_w = 0$ .

3) Розраховуємо величину  $C^w$  – відносне значення зчеплення ґрунту:  
 $C^w = \frac{C_w}{\gamma \cdot H} =$  \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_.

4) Знаходимо відношення значень  $C^w/C^0$ . Розрахований показник дорівнює  $C^w/C^0 =$  \_\_\_\_\_.  
 NB: якщо знайдене співвідношення  $C^w/C^0$  займає проміжне положення між значеннями, для яких побудовані криві номограми (див. малюнок 2, нижній ряд, перша номограма), то для отримання надійних результатів для роботи беруть менший з показників. Наприклад, якщо получилась величина 1,9, то працюють не з кривою 2,0, а з кривою 1,8.

5) Використовуючи номограму на мал. 2 (нижній ряд, перша номограма), знаючи величину  $C^w/C^0 =$  \_\_\_\_\_ та величину відносного значення головних напружень в розрахунковій точці відкосу,  $\sigma = 11,5$  кгс/см<sup>2</sup>, знаходимо значення показника  $K^C_{зап}$  (коефіцієнта запасу стійкості при  $j = 0$ ).  
 Після наближення показника  $C^w/C^0 = 1,4$  величина показника  $K^C_{зап}$  склала:  $K^C_{зап} =$  \_\_\_\_\_.  
 Де:  $K^C_{зап}$  - коефіцієнт запасу стійкості при  $j = 0$ .

5) Сумарне значення коефіцієнту запасу стійкості ( $K_{зап}$ ) становить:  
 $K_{зап} = K^y_{зап} + K^C_{зап} =$  \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_.

б) Знайдене значення  $K_{зап}$  порівнюють з необхідним значенням  $K_{ТРЕБ}$ . В нормі,  $K_{ТРЕБ} \cong 1,3$ . Зробіть висновок про відповідність даного схилу вимогам стійкості до оповзання: \_\_\_\_\_

NB: Якщо фахівець має справу з проектною документацією для будівництва дорожнього полотна і при цьому розрахована величина коефіцієнту запасу стійкості схилу  $K_{зап} < K_{ТРЕБ}$ , то розрахунок повторюють, попередньо зменшивши крутизну схилу.

NB: за відсутності номограм рис. 2, значення  $K_{зап}$  розраховуються за спеціальними формулами:

$$K_{зап} = K_{зап}^y + K_{зап}^c = 1 - \frac{C_1}{\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \cos \varphi_w} + \frac{C_1 \frac{C'_w}{C'_0}}{\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \cos \varphi_w},$$

Де:  $K_{зап}^y$  - коефіцієнт запасу стійкості при  $C_w = 0$ ;  $K_{зап}^c$  - коефіцієнт запасу стійкості при  $j = 0$ ;  $j_w$  - кут внутрішнього тертя матеріалу, град.;  $C'_w$  - відносне значення зчеплення ґрунту;  $C'_0$  - граничне зчеплення ґрунту при  $K_{зап} = 1$ ;  $C_1$  - змінна величина зчеплення ґрунту в розрахунковій точці відкосу, кгс/см<sup>2</sup>;  $\sigma_1, \sigma_2$  - відносне значення головних напружень в розрахунковій точці відкосу, кгс/см<sup>2</sup>.

При цьому:  $C'_w$  - відносне зчеплення ґрунту, кгс/см<sup>2</sup>, розраховується як:  $C'_w = \frac{C_w}{\gamma \cdot H}$ ,

а  $C'_0$  - граничне зчеплення при  $K_{зап} = 1,0$  розраховується як:  $C'_0 = \frac{C_0}{\gamma \cdot H}$

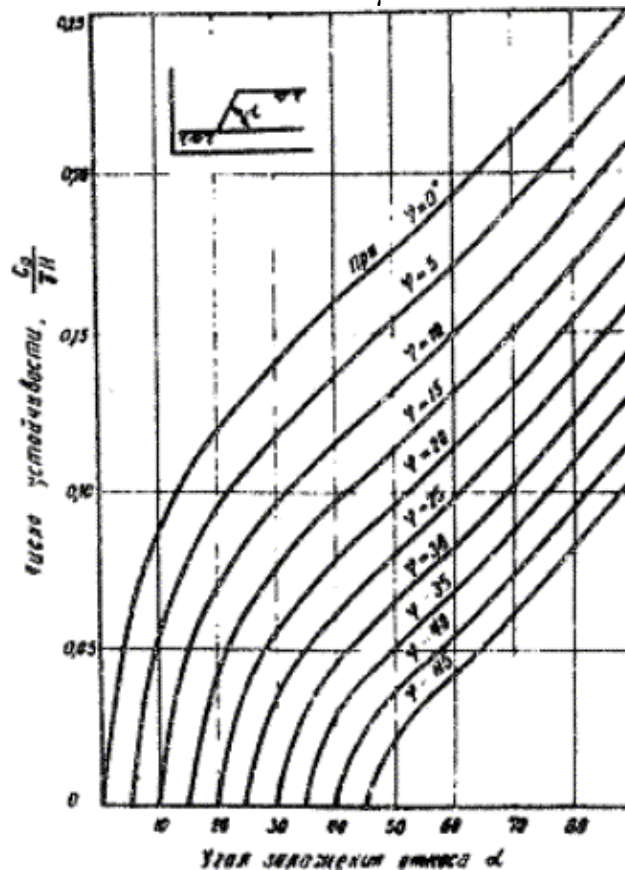


Рис. 1. Номограма для визначення числа стійкості схилу, т.т. величини  $C'_0$  – граничного зчеплення ґрунту, в залежності від кута схилу ( $\alpha$ ) та кута внутрішнього тертя ґрунту ( $j_w$ ). Де: по осі ОХ – величина кута схилу  $\alpha$ ; на графіки – нанесені значення кута внутрішнього тертя ґрунту,  $j_w$ ; по осі ОУ – значення числа стійкості схилу,  $C'_0$ .

**Завдання 2.** Дайте оцінку рівня небезпеки скальних відкосів № 1 та № 2 в зоні будівництва хімічного комбінату за можливістю розвитку обвалу, використовуючи довідкові матеріали (СНиП-2.01.15-90). Дані по скальних відкосах № 1 та № 2 наведені в таблиці 4.

Таблиця 4.

**Характеристика скальних відкосів в зоні будівництва хімічного комбінату**

Параметри скальних відкосів, які оцінюються:	Скальний відкос № 1		Скальний відкос № 2	
	Параметр:	Бал:	Параметр:	Бал:
Висота, м:	4 м		10 м	
Крутизна, ° градуса:	65°		34°	
Форма поверхні:	3 виступами		Нерівна	
Відстань від підшви відкосу до об'єкту, який захищається, м:	4 м		3 м	
Середня кількість тріщин на 1 м:	18 тріщин/м		7 тріщин/м	
Ширина розкриття тріщин, см:	0,6 см		1,1 см	
Глибина тріщин, м:	0,7 м		0,9 м	
Напрямок кута падіння тріщин по відношенню до площадки розміщення об'єкту, який захищається, ° градуса:	35°		21°	
Міцність скельних ґрунтів на одновісне стискання R <sub>c</sub> , МПа:	60 МПа		110 МПа	
Ступінь вивітрелості скельного масиву:	Слабко вивітрелий		Слабко вивітрелий	
Сейсмічність, бали:	7 балів		8 балів	
Сума балів, які оцінюють ступінь порушення стійкості скельних схилів (відкосів) (за табл. 2-3):	-		-	
Ступінь небезпеки стану скельних схилів (відкосів) (за табл. 1):				

**Методика оцінки стану скельних відкосів (за матеріалам СНиП-2.01.15-90).**

Оцінку стану обвальних скельних схилів (відкосів) заввишки до 30 - 40 м слід проводити в залежності від їх морфометричних та інженерно-геологічних характеристик за табл. 1. Оцінка в балах за морфологічними характеристиками схилів (відкосів) наведена в табл. 2, за інженерно-геологічними характеристиками - в табл. 3.

Таблиця 1.

**Ступінь небезпеки стану скельних схилів (відкосів)**

Характеристика	Ступінь небезпеки стану скельних схилів (відкосів)		
	особливо небезпечний	небезпечний	безпечний
Сума балів, які оцінюють ступінь порушення стійкості скельних схилів (відкосів) за табл. 2 та 3	45-37	8-36	7-0

Таблиця 2.

**Оцінка стану схилів (відкосів) за морфометричними характеристиками**

Характеристика	Оцінка стану схилів (відкосів) за морфометричними характеристиками, бали			
	0	2	4	6
Висота, м	3	3-6	6-12	12
Крутизна, град.	<30	30-45	45-60	>60
Форма поверхні	Рівна	Нерівна	3 виступами	3 виступами що нависають
Відстань від підшви відкосу до об'єкту, який захищається, м	>4	4-3	3-2	<2

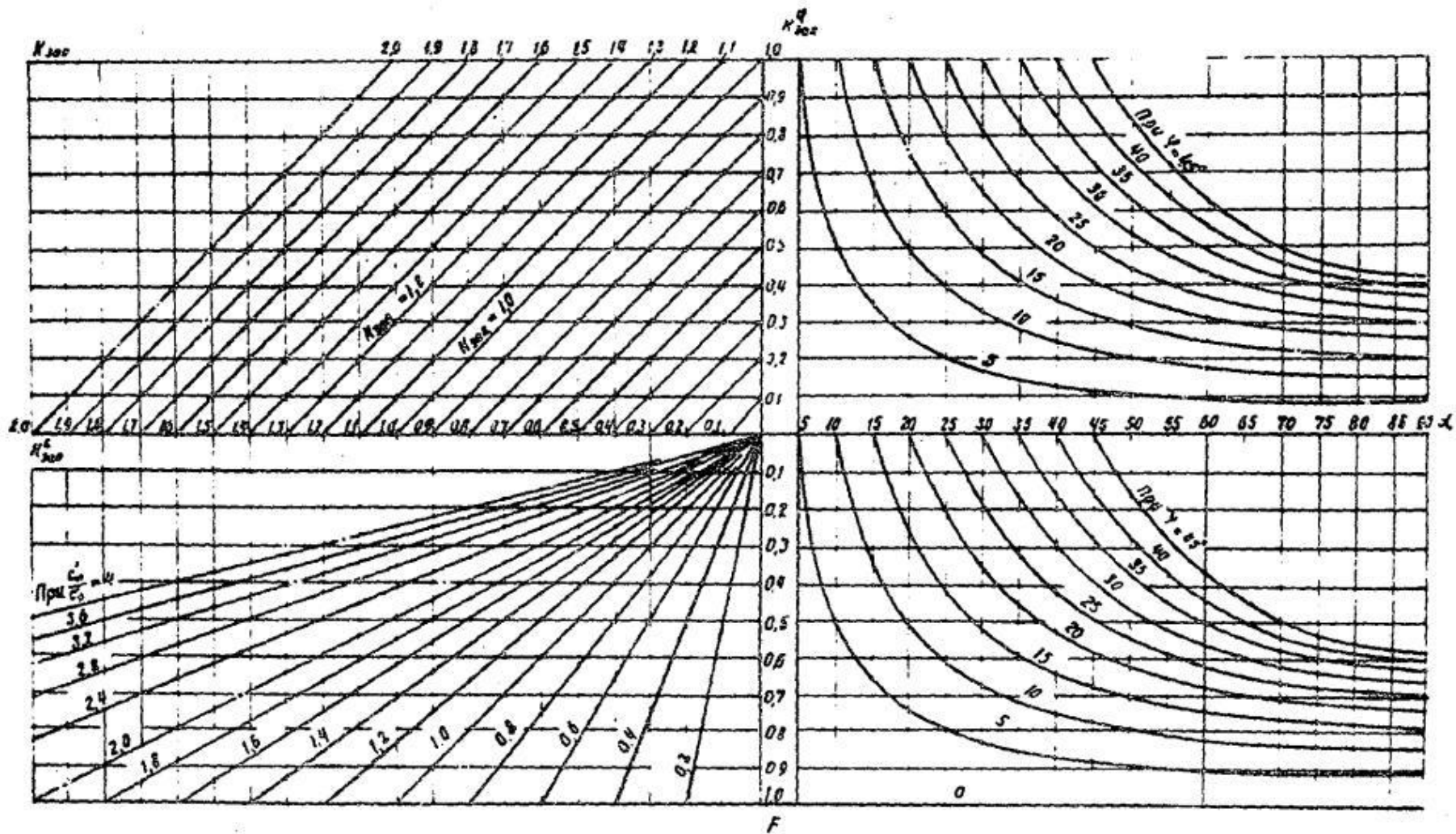


Рис. 2. Номограма для визначення коефіцієнту запаса стійкості схилів, однорідних за міцністю.

Де:  $K_{зап}^y$  – верхній ряд, друга номограма. При цьому: по осі  $OX$  – вказані значення кута схилу,  $\alpha$ ; на кривих графіку – вказані значення кута внутрішнього тертя ґрунту,  $j_w$ ; по осі  $OY$  – вказані значення  $K_{зап}^y$ .

Де:  $K_{зап}^c$  – нижній ряд, перша номограма. При цьому: по осі  $OX$  – вказана величина відносного значення головних напружень в розрахунковій точці відкосу,  $\sigma$ , кгс/см<sup>2</sup>; на кривих графіку вказані значення відношення  $c_w/c_0$ ; по осі  $OY$  – вказані значення  $K_{зап}^c$ .

**Оцінка стану схилів (відкосів) за інженерно-геологічними характеристиками**

Характеристика	Оцінка стану схилів (відкосів) за інженерно-геологічними характеристиками, бали			
	0	1	2	3
Середня кількість тріщин на 1 м	1	2-10	11-20	>21
Ширина розкриття тріщин, см	0	0,5	0,5-1	>1,0
Глибина тріщин, м	<0,1	0,1-1,0	1,0-10	>10
Напрямок кута падіння тріщин по відношенню до площадки розміщення об'єкту, який захищається, град.	<20	20-30	30-40	>40
Міцність скельних ґрунтів на одновісне стискання $R_c$ , МПа	150-200	100-150	50-100	40
Ступінь вивітрелості скельного масиву	Невивітрелий	Слабко вивітрелий	Вивітрелий	Сильно вивітрелий
Сейсмічність, бали	6	7	8	9

**Література:**

1. Методические рекомендации по предотвращению оползней на автомобильных дорогах Таджикской ССР. М. 1977. 36 с. <http://www.docnorma.ru/normadoc/48/48058/index.htm#i133719>
2. Строительные нормы и правила. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования. (СНиП-2.01.15-90).

**Заняття № 2****Частина 1.**

**Тема: Екологічні катастрофи, пов'язані з нестійкістю горизонтальних поверхонь землі. Провалювання поверхонь землі в карстові та суфозійні порожнечі.**

**Контрольні запитання:**

1. Суфозія. Гірські породи, які піддаються суфозійним процесам.
2. Карст. Гірські породи, які піддаються карстовим процесам.
3. Хімізм карстоутворення. Явище корозії змішування.
4. Вплив температури навколишнього середовища на швидкість карстоутворення. Правило Вант-Гоффа.
5. Вплив механічних вібрацій на швидкість карстоутворення.
6. Термокарст.
7. Причини посилення карстових та суфозійних явищ в сучасних умовах.
8. Протикарстові заходи.
9. Механічні властивості перезволожених гірських порід та ґрунтів. Явище тиксотропії.
10. Фактори, які впливають на ступінь прояву тиксотропії гірськими породами та ґрунтами.
11. Заходи боротьби з тиксотропією гірських порід та ґрунтів.

**Завдання 1.** Оцінка рівня розповсюдження суфозійних процесів на території різних областей України.

1) Використовуючи дані, наведені у таблиці 1, розрахуйте відсоток розповсюдження суфозійних процесів на території АР Крим, Вінницької та Волинської областей та внесіть отримані дані в таблицю 1:

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

2) На підставі отриманих Вами результатів та даних таблиці 1, вкажіть на карті України блакитним штрихуванням області, для яких відсоток територій уражених суфозійними процесами, перевищує 60%.

3) Перерахуйте, з якими факторами пов'язаний інтенсивний розвиток суфозійних процесів:

---



---



---

Таблиця 1.

**Розповсюдження суфозійних процесів на території України**

№	Адміністративне утворення:	Площа, тис.км <sup>2</sup>	Площа розповсюдження ґрунтів, що підлягають суфозійному просіданню, тис.км <sup>2</sup>	% Суфозійних територій (територій з суфозійними просіданнями поверхні)
1	АР Крим	27,0	3,54	
2	Вінницька область	26,5	19,63	
3	Волинська область	20,2	2,92	
4	Дніпропетровська область	31,9	22,28	69,8 %
5	Донецька область	26,5	9,37	35,4 %
6	Житомирська область	29,9	4,49	15,0 %
7	Закарпатська область	12,8	0,00	-
8	Запорізька область	27,2	17,84	65,6 %
9	Івано-Франківська область	13,9	1,70	12,2 %
10	Київська область	28,9	12,46	43,1 %
11	Кіровоградська область	24,6	20,33	82,6 %
12	Луганська область	26,7	4,38	16,4 %
13	Львівська область	21,8	2,06	9,4 %
14	Миколаївська область	24,6	9,33	37,9 %
15	Одеська область	33,3	13,92	41,8 %
16	Полтавська область	28,8	16,55	57,5 %
17	Ровенська область	20,1	4,01	20,0 %
18	Сумська область	23,8	7,87	33,1 %
19	Тернопільська область	13,8	9,38	68,0 %
20	Харківська область	31,4	20,84	66,4 %
21	Херсонська область	28,5	17,60	61,8 %
22	Хмельницька область	20,6	14,83	72,0 %
23	Черкаська область	20,9	15,07	72,1 %
24	Чернівецька область	8,1	4,35	53,7 %
25	Чернігівська область	31,9	12,41	38,9 %
	<b>Україна</b>	<b>603,7</b>	<b>267,17</b>	<b>44,3 %</b>

**Завдання 2.** Оцінка можливості проведення будівельних робіт на територіях, уражених карстовими процесами.

На території Кіровоградської області в одному з районів планується будівництво хімічного комбінату під час обстеження території були встановлені наступні параметри, що характеризують інтенсивність протікання суфозійного процесу: а) максимальний лінійний розмір поверхневого суфозійного прояву – склав 27 метрів; б) на 360 км<sup>2</sup> площі району було виявлено 15480 випадків суфозійного провалювання поверхні.

1) Розрахуйте щільність поверхневих суфозійних проявів на території даного району:

Щільність поверхневих суфоз. проявів =  $\frac{\text{Кількість випадків суф. провалювань}}{\text{Площа території з суф. провалюванням поверхні}}$  = \_\_\_\_\_

2) Використовуючи дані, наведені в таблиці 2, вкажіть, чи можливо дозволити проведення будівництва хімічного комбінату в даному районі? \_\_\_\_\_

Таблиця 2.

**Інтенсивність утворення поверхневих суфозійних проявів\***

Максимальний лінійний розмір поверхнього суфозійного проявлення в плані (середня величина), м	Інтенсивність утворення поверхніх суфозійних проявлень, випадків в год./км <sup>2</sup>				
	< 0,01	0,01 – 0,05	0,05 – 0,1	0,1 – 1	> 1
	Плотність поверхніх суфозійних проявлень, випадків/км <sup>2</sup>				
	< 1	1 – 5	5 – 50	50 – 100	> 100
< 3	1				
3 – 10		2			
10 – 20			3		
> 20				4	

\*Кількісні критерії оцінки існуючої суфозійної небезпеки для будівництва об'єктів промислового та цивільного призначення: 1 - дуже низька небезпека, що не накладає обмежень на будівництво; 2 - низька небезпека, яка потребує незначного подорожчання будівництва; 3 - середня небезпека зі значним подорожчанням будівництва; 4 - висока небезпека, яка робить будівництво проблематичним (за Хоменко, 2004).

**Завдання 3.** Оцінка рівня розповсюдження карстових процесів на території різних областей України.

1) Використовуючи дані, наведені в таблиці 3, розрахуйте відсоток загальної ураженості території карстовими процесами (%<sub>ЗАГ</sub>) для територій АР Крим, Вінницької та Волинської областей і внесіть отримані дані до таблиці 3:

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

2) На підставі отриманих Вами результатів та даних таблиці 3, вкажіть на карті України червоним штрихуванням області, для яких відсоток територій уражених карстовими процесами перевищує 60%.

3) Перерахуйте, з якими факторами пов'язаний інтенсивний розвиток карстових процесів: \_\_\_\_\_

4) Проаналізуйте карту. Перерахуйте області, для яких показаний як інтенсивний розвиток суфозійних, так і карстових процесів: \_\_\_\_\_

5) В якому випадку на території однієї області можливий одночасний інтенсивний розвиток як суфозій, так і карсту? \_\_\_\_\_

6) Використовуючи дані, наведені в таблиці 3, розрахуйте відсоток площ, потенційно небезпечних за розвитком карстових процесів (%<sub>ПОТЕНЦ</sub>) для територій АР Крим, Вінницької та Волинської областей і внесіть отримані дані до таблиці:

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

- 7) На підставі отриманих Вами результатів та даних таблиці 3, вкажіть території яких областей є найбільш небезпечними за потенційним карстоутворенням: \_\_\_\_\_; найменш небезпечними за потенційним карстоутворенням: \_\_\_\_\_
- 8) Розрахуйте величину питомої інтенсивності провалоутворення ( $\lambda$ ) для територій АР Крим, Вінницької та Волинської областей і внесіть отримані дані до таблиці:  

$$\lambda = \frac{\text{Кількість провалювань в рік, штук}}{\text{Площа області, уражена карстом, км}^2}$$
- 9) На підставі отриманих Вами результатів та даних таблиці 3, вкажіть території яких областей є найбільш небезпечними і найменш небезпечними за питомою інтенсивністю провалоутворення:
- 10) Використовуючи дані таблиці 4 та розраховані Вами значення величин питомої інтенсивності провалоутворення, встановіть до якої категорії за стійкістю територій до карстоутворення (I–VI) відноситься кожна з областей України. Отримані дані внесіть до таблиці 3.
- 11) Використовуючи дані таблиці 5 та встановлені Вами категорії стійкості територій до карстоутворення, зробіть висновок про безпеку розвитку карсту на території кожної з областей України. Отримані дані внесіть до таблиці 3.
- 12) Вкажіть області, території яких за активним карстом не є небезпечними (т.т. показник  $\lambda$  не є небезпечною рівня), а за % потенційного розвитку карсту – є небезпечними (т.т., % потенційної небезпеки території за карстом перевищує 30%): \_\_\_\_\_

Таблиця 4\*.

#### Інтенсивність провалоутворення

Категорії стійкості території відносно інтенсивності утворення карстових провалювань:	Інтенсивність провалоутворення (середньорічна кількість провалювань на 1 км <sup>2</sup> території (випадки/км <sup>2</sup> 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

Ступінь карстонебезпечності району:	Відповідні інтервали категорій стійкості за інтенсивністю провалоутворення:
Небезпечна	I - III
Потенційно небезпечна	III - V
Безпечна	V - VI

(\*за ТСН. ТСН 22-308-98).



## Розповсюдженість та активність карстових процесів на території України.

№	Адміністративне утворення:	Площа, тис. км <sup>2</sup>	Площі порід, які підлягають карстовим процесам, тис. км <sup>2</sup>				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 провалуотворення: $\frac{Е}{Д \cdot 1000}$	I – VI - категорії стійкості територій до карстоутворення (табл. 4)	Ступінь карсто-небезпечності території (табл. 5)
			Відкритий карст: Б	Вкритий карст: В	Перекритий карст: Г	Всього Д						
1	АР Крим	27,0	2,85	5,38	16,4	24,63	9594					
2	Вінницька область	26,5	1,56	2,73	6,59	10,88	244					
3	Волинська область	20,2	2,49	9,21	8,38	20,08	1529					
4	Дніпропетровська об.	31,9	-	1,55	16,08	17,63	3	55,3 %	8,8 %	0,0002		
5	Донецька область	26,5	-	3,19	20,28	23,47	195	88,6 %	13,6 %	0,008		
6	Житомирська область	29,9	-	-	0,55	0,55	81	1,8 %	-	0,15		
7	Закарпатська область	12,8	0,128	-	9,422	9,55	19	74,6 %	-	0,002		
8	Запорізька область	27,2	-	-	18,79	18,79	-	69,1 %	-	-		
9	Івано-Франківська об.	13,9	-	2,57	7,72	10,29	1008	74,0 %	25,0 %	0,098		
10	Київська область	28,9	-	0,01	18,79	18,80	-	65,1 %	0,1 %	-		
11	Кіровоградська об.	24,6	-	0,02	1,10	1,12	-	4,6 %	1,8 %	-		
12	Луганська область	26,7	-	8,70	17,89	26,59	368	99,6 %	32,7 %	0,014		
13	Львівська область	21,8	0,04	7,92	9,83	17,79	5102	81,6 %	44,5 %	0,287		
14	Миколаївська область	24,6	-	6,61	12,61	19,22	157	78,1 %	34,4 %	0,008		
15	Одеська область	33,3	0,82	3,58	28,25	32,65	112	98,0 %	11,0 %	0,003		
16	Полтавська область	28,8	-	-	26,81	26,81	11	93,1 %	-	0,0004		
17	Ровенська область	20,1	0,90	9,44	6,85	17,19	745	85,5 %	54,9 %	0,043		
18	Сумська область	23,8	-	5,12	18,63	23,75	56	99,8 %	21,6 %	0,002		
19	Тернопільська область	13,8	0,47	6,03	7,30	13,80	1371	100 %	43,7 %	0,099		
20	Харківська область	31,4	-	4,15	27,19	31,34	11	99,8 %	13,2 %	0,0004		
21	Херсонська область	28,5	0,37	3,71	22,26	26,34	94	92,4 %	14,1 %	0,004		
22	Хмельницька область	20,6	1,64	4,80	11,00	17,44	769	84,7 %	27,5 %	0,044		
23	Черкаська область	20,9	-	-	7,37	7,37	-	35,3 %	-	-		
24	Чернівецька область	8,1	0,38	0,39	6,39	7,16	314	88,4 %	5,4 %	0,044		
25	Чернігівська область	31,9	-	1,47	30,33	31,80	2313	99,7 %	4,6 %	0,073		

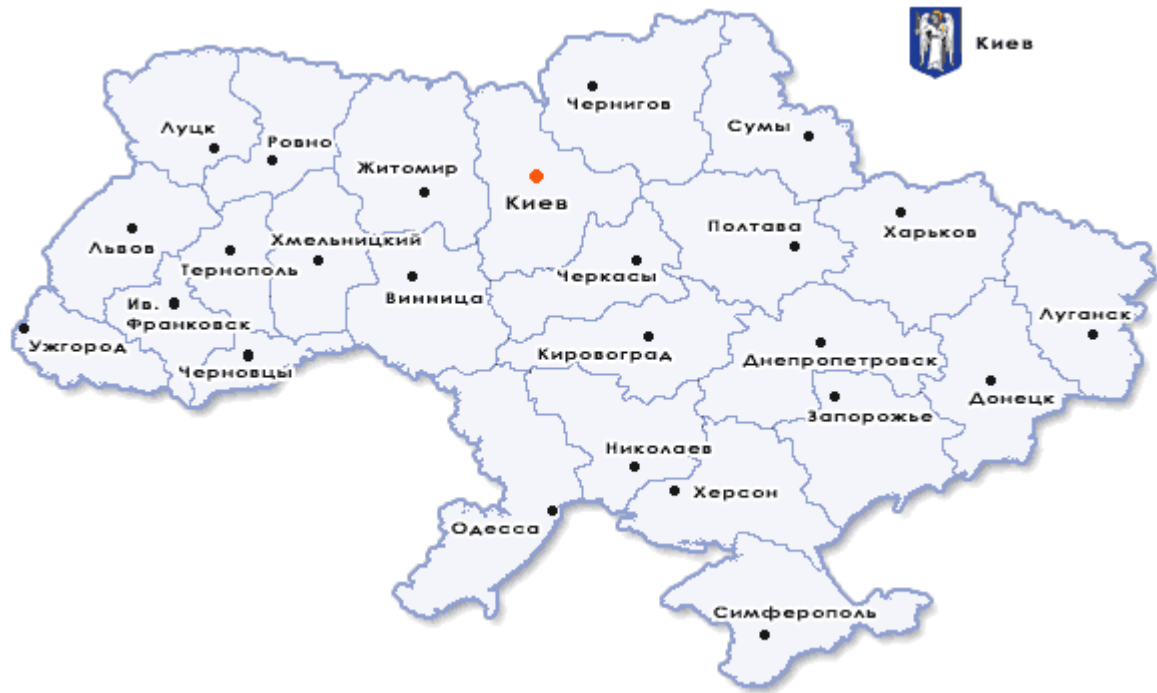


Рис. 1. Карта областей України. NB! Луцьк – є обласним центром Волинської області, а Ужгород – обласним центром Закарпатської області.

#### Література:

1. Чикишев А.Г. Пещеры на территории СССР. - М.: Наука, 1973. - 136 с. - (Настоящее и будущее Земли и человечества). (обл.)
2. Чикишев А.Г. Географические условия развития карста. - М.: Изд-во МГУ, 1975.
3. Чикишев А.Г. Карст Русской равнины. - М.: Наука, 1978. - 192 с. - (Планета Земля и Вселенная). (обл.)
4. Чикишев А.Г. Проблемы изучения карста Русской равнины. - М.: Изд-во МГУ, 1979.
5. Чикишев А.Г. Типы карста и географические ландшафты закарстованных территорий // 6. Землеведение: Сборник Московского общества испытателей природы. - М.: Изд-во МГУ, 1985. - Т. 16 (56). - (Новая серия).
7. Гвоздецкий Н.А. Карст. - М.: Мысль, 1981. - 216 с. - (Природа мира). (в пер.)
8. Рычагов Г.И. Общая геоморфология. - М.: Изд-во МГУ, 2006. - 416 с. - [ISBN 5-211-04937-3](https://doi.org/10.1007/978-5-211-04937-3); [ISBN 5-02-034256-4](https://doi.org/10.1007/978-5-02-034256-4)
9. Геологический словарь: в 2-х томах. - М.: Недра. Под редакцией К. Н. Паффенгольца и др.. 1978.
10. Физическая энциклопедия. В 5-ти томах. - М.: Советская энциклопедия. Главный редактор А. М. Прохоров. 1988.
11. Вознесенский Е.А., Калачев В.Я., Трофимов В.Т., Коваленко В.Г. Квазитекстурные изменения в глинистых грунтах. М.: Изд-во МГУ.1990. 143 с.
12. Фаччиоли Э., Резендиц Д. Динамика грунтов: поведение грунта при сейсмическом воздействии, включая разжижение // Сейсмический риск и инженерные решения. Пер. с англ. Под ред. Ц.Ломнитца, Э.Роземблота. М.: Недра. 1981. С. 66-128.
13. Маслов Н.Н. Условия устойчивости водонасыщенных песков. М., Госэнергоиздат. 1959.
14. Иванов П.Л. Разжижение и уплотнение несвязных грунтов при динамических воздействиях. М.: Стройиздат. 1978. 246 с
15. Вознесенский Е.А., Коваленко Е.А., Кушнарева Е.А., Фуникова В.В. Разжижение грунтов при циклических нагрузках. М.: Изд-во МГУ. 2005. 134 с.
16. Гольдштейн М.Н. Внезапное разжижение песка // Гидротехническое строительство. 1952. № 8.
17. 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](http://geoinf.kiev.ua/SZHORICHNYK_2011.pdf)
18. 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](http://snipov.net/c_4620_snip_100384.html)
19. ТСН. ТСН 22-308-98. Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. <http://www.библиотека-норм.pdf/doc/41-41752.htm#i222067>.
20. Шарапов Р.В. Показатели наблюдения и оценки карстовых процессов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. № 1. – Р. 28 – 34.
21. Хоменко В.П. Негативные воздействия суффозии на объекты промышленного и гражданского строительства // Промышленное и гражданское строительство. – 2004. № 10.



Карстове провалювання на території природної екосистеми.



Карстове провалювання на території міста.

## Частина 2.

### Тема: Зменшення конструкційної витривалості будівель та трубопроводів в наслідок процесів вивітрювання

#### Контрольні запитання:

1. Вивітрювання гірських порід. Поняття втоми гірських порід.
2. Фізичне вивітрювання будівельних матеріалів.
3. Хімічне вивітрювання будівельних матеріалів.
4. Біологічне вивітрювання будівельних матеріалів.
5. Поняття втоми несучих конструкцій. Екологічні та економічні наслідки вивітрювання будівельних матеріалів.
6. Методи захисту несучих конструкцій від фізичного, хімічного та біологічного вивітрювання.

**Завдання 1.** Використовуючи дані, наведені в таблиці 1 (за Власовим та Франк-Каменецькою, 2004) дайте відповіді на наступні запитання:

1) Який з мармурів, перерахованих в таблиці, є найбільш схильним до розтріскування та викришування? Чому? \_\_\_\_\_

2) В місті чи в передмісті інтенсивніше йде сульфатизація мармуру архітектурних споруд? Чому? \_\_\_\_\_

3) Який з мармурів, перерахованих в таблиці, є найбільше схильним до гіпсування? Чому? \_\_\_\_\_

4) Який з мармурів, перерахованих в таблиці, є найбільше схильним до біологічного заселення та руйнування? Чому? \_\_\_\_\_

## Основні мінерали мармурів пам'яток історії

Основные минералы мраморов обследованных памятников  
Санкт-Петербурга

Таблица 1

Минерал	Химическая формула	Памятник
<b>Рускеальский мрамор</b>		
Кальцит Доломит Амфиболы: тремолит роговая обманка Хлориты: клинохлор и др. Тальк Кварц Слюды: флогопит и др. Диопсид	CaCO <sub>3</sub> CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> (Mg,Fe <sub>2+</sub> ) <sub>4</sub> Al(Si,Al)O <sub>22</sub> (OH,F) <sub>2</sub>  (Mg <sub>5</sub> Al)(Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>  Mg <sub>3</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub> SiO <sub>2</sub> KMg <sub>3</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>  CaMgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Малый Мраморный дворец (Гагаринская ул. д.3)</li> <li>■ Парковые ворота (г. Павловск)</li> <li>■ Лестницы Константиновского дворца (Стрельна)</li> <li>■ Надгробия музейных некрополей</li> <li>■ Александро-Невской лавры</li> </ul>
<b>Тивдийский мрамор</b>		
Доломит Кальцит Кварц	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CaCO <sub>3</sub> SiO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Малый Мраморный дворец (Гагаринская ул. д.3)</li> <li>■ Надгробия музейных некрополей Александро-Невской лавры</li> </ul>
<b>Каррарский мрамор</b>		
Кальцит Кварц	CaCO <sub>3</sub> SiO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Надгробия музейных некрополей Александро-Невской лавры</li> </ul>

NB: Рускеальский мрамор – крупнозернистый; Тивдийський мрамор - крупнозернистый;  
Каррарський мрамор – дрібнозернистый.



Рис. 1. Викришування поверхні мармуру, яке відбувається за участю мікроорганізмів (Власов, Франк-Каменецкая, 2004).



Рис. 2. Гіпсова корка на поверхні мармуру, яка відслоюється разом з карбонатною породою (Власов, Франк-Каменецкая, 2004).

**Завдання 2.** Проаналізуйте дані рисунка 1 і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Як мікроміцети, що живуть на поверхні мармуру, проникають в товщу мармуру? \_\_\_\_\_

2) Як ендолітні мікроміцети проникають в товщу мармуру? \_\_\_\_\_

3) До яких наслідків для несучих конструкцій призводить розселення мікроміцетів в товщі мармуру та на його поверхні? \_\_\_\_\_

4) Які засоби захисту будівельних матеріалів від біологічної корозії використовуються в будівництві? \_\_\_\_\_



Рис. 1. Мікроміцети на поверхні та всередині мармуру (за А.А. Горбушиною, цитовано зі статті Булах, 2001). Розмір зерен мармуру 0,5-2 мм. 1-3 – морфологічно різні типи на поверхні каменю; 4 – зерна кальциту; 5-9 - гіфи та мікроколонії мікроміцетів, які проникають в середину мармуру; 9,10 – ендолітні форми.

**Завдання 3.** Проаналізуйте дані таблиці 2 «Корозійна втома деяких металів» та дайте відповіді на наступні запитання:

1) Що таке корозійна втома металів? \_\_\_\_\_

2) У яких металів найбільші та найменші межі корозійної втоми? З чим це пов'язано? \_\_\_\_\_

3) Як змінюються межі корозійної втоми одного і того ж металу в повітряному середовищі та в солоній воді? З чим це пов'язано? \_\_\_\_\_

4) Для якого з металів найбільш різко виражено зниження межі втоми в сольових розчинах? Найменш різко? З чим це пов'язано? \_\_\_\_\_

Таблиця 2.

### Корозійна втома деяких металів

Метал	Межа втоми в повітряному середовищі, МПа	Межа втоми в солоній воді, МПа
Вуглецева сталь	24,6	4,9
Сталь 18-8	35,2	17,6
Нікель	23,2	15,1
Мідь	6,9	7,0
Алюміній	4,2	0,15

**Завдання 4.** Проаналізуйте дані таблиці 3 («Корозія сталей в середовищі бактерій *Brevibacterium Sp.*») і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Чи залежить швидкість корозії металів в бактеріальному середовищі від типу металу? \_\_\_\_\_

2) В скільки разів може відрізнятись швидкість корозії бактеріями даного штаму для сталей різного типу? \_\_\_\_\_

3) Яки виділяють морфологічні типи корозії металів бактеріями? З чим пов'язані ці відмінності?

Таблиця 3.

**Корозія сталей в середовищі бактерій *Brevibacterium* sp.**

Сталь:	Середня швидкість корозії, $v_k \times 10^{-3}$ г/дм <sup>2</sup> · добу	Корозія:
12x20H2T	11,25	Міжкристалічна
12x13Г18Д	5513,69	Рівномірна
09Г2С	178,40	Виразкова
12x18H10T	3,20	Піттингова

**Завдання 5.** Проаналізуйте дані таблиці 4 («Вплив грибів на метали та покриття») і дайте відповіді на наступні запитання:

Таблиця 4.

**Вплив грибів на метали та покриття**

Воздействие грибов на металлы и покрытия

Метали подложки	Покриття	Інтенсивність обрастания, балл	Наличие коррозии
1	2	3	4
Ст 3	Фторсополимер Ф-32	0	–
	ПТФЭ (фторопласт-4)	0	–
	Полиэтилен П-4070	1	+
	Резина НО 68-1	2	+
	Резина МБС	0	–
АД1М	Герметик «Виксинт»	0	–
	ЛКП МЛ-12	3	+
Сталь 10 кп	ЛКП ПФ-223	2	+
	ЛКП КО-813	3	+
	ЛКП ЭП-690	2	+
АМч 6	ЛКП ЭП-140	1	+
	ЛКП ХСЭ-26	2	+
Ст 3	ЛКП ХВ-714	1	+
АМч 3	ЛКП ЭП-525	0	–
АД1М	Нитролак АК20А	3	–
	ЛАК СБ-1	1	–
АЛ 2	Шпатлевка ХВ-00-5	0	–
Ст 3	Грунт ГФ-02	1	–
	Грунт АГ10С	1	–
	ФЛТ-42	2	–
Ст 3	Грунт ГФ-02	1	–
	Грунт АГ10С	1	–
	ФЛТ-42	2	–

1) Які типи покриття металевої підкладки повністю попереджають її обростання грибами?

2) Чи має місце корозія металевого покриття за відсутності обростання грибами? \_\_\_\_\_

3) Як впливає тип покриття на інтенсивність обростання металевої підкладки грибами? \_\_\_\_\_

4) Чи в усіх випадках при обростанні металевої підкладки грибами спостерігається також і явище корозії металу? З чим це пов'язано? \_\_\_\_\_

#### Література:

1. Власов Д.Ю., Франк-Каменецкая О.В. Биологические и физико-химические процессы разрушения мрамора в условиях Санкт-Петербурга // ИНФСТРОЙ.INFSTROY. – 2004. – Т. 2 (14). – С. 4 - 6.
2. Булах А.Г. Камни, среди которых живут горожане // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7. – С. 68 – 74.
3. Власов Д.Ю. Микромицеты в литобионтных сообществах: разнообразие, экология, эволюция, значение. Автореф. дисс. д.б.н. Санкт-Петербург, 2008 г.
4. ТСН 20-303-2006. Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от агрессивных химических и биологических воздействий окружающей среды. Санкт-Петербург [http://www.znaytovar.ru/gost/2/TSN\\_203032006\\_Zashhita\\_stroite.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/TSN_203032006_Zashhita_stroite.html)
5. Инчик В.В. Высолы и солевая коррозия кирпичных стен. - СПб.: СПбГАСУ, 1998.
6. Нижарадзе Т.Н. и др. Количественный учет влияния жизнедеятельности микроорганизмов на физико-механические свойства оглеенных грунтов. Методическое руководство. - Л.: ЛГУ, 1988. - 24 с.
7. Власов Д.Ю., Зеленская М.С., Горбушина А.А., Богомолова Е.В. Обзор методов исследования грибов, повреждающих памятники архитектуры и искусства // В сб. Трудов БиНИИ СПбГУ «Актуальные проблемы микологии». - 2001, № 47, с. 88-100. [http://www.znaytovar.ru/gost/2/TSN\\_203032006\\_Zashhita\\_stroite.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/TSN_203032006_Zashhita_stroite.html)
8. ГОСТ 9.050-75 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Методы лабораторных испытаний на устойчивость к воздействию плесневых грибов.
9. Андреев И.Н. Коррозия металлов и их защита. – 1979.
10. Войтович В.А., Мокеева Л.Н. Биологическая коррозия. – 1980.
11. Теддер Дж., Нехватал А., Джубб А. Промышленная органическая химия. – 1977.
12. Улиг Г.Г., Ревя Р.У. Коррозия и борьба с ней. – 1989.
13. Никифоров В.М. Технология металлов и конструкционны

### Заняття № 3

**Тема: Екологічні катастрофи, пов'язані з явищем резонансу пружних механічних хвиль в підстелюючих гірських породах та ґрунтах.**

#### Контрольні запитання:

1. Типи пружних механічних хвиль та їх основні характеристики.
2. Розповсюдження пружних механічних хвиль в навколишньому середовищі:
  - дифракція хвиль;
  - інтерференція хвиль, умови резонансу та гасіння хвиль;
  - проникна здатність хвиль.
3. Сутність методу спектрального сейсмопрофілювання території.
4. Використання методу спектрального сейсмопрофілювання для попередження техногенних катастроф резонансного характеру:
  - провалювання під землю працюючого обладнання;
  - провалювання потягів;
  - руйнування висотних будівель;
  - розриви трубопроводів;
  - руйнування сховищ відходів.
5. Способи захисту несучих конструкцій від вібрацій.

**Завдання 1.** В 1997 р несподівано, без жодних видимих причин, в м.Висоцьке зруйнувалася двоповерхова цегляна будівля міської середньої школи. На рисунку 2 наведені результати спектрального сейсмопрофілювання території, на якій знаходилася будівля школи. Використовуючи дані, наведені на рисунку 2:



1) Вкажіть, на якій глибині знаходиться резонансний V-карман.

2) Поясніть причину руйнування будівлі школи: \_\_\_\_\_

---

---

---

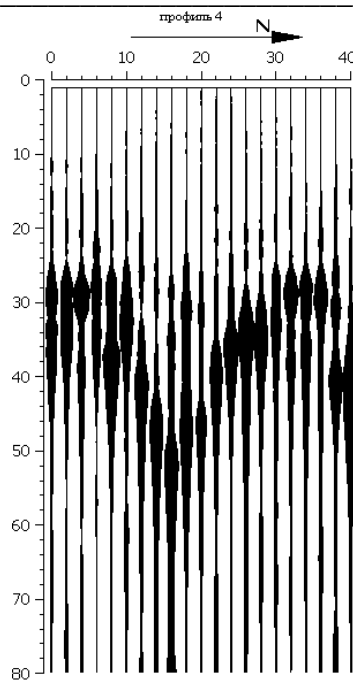


Рис. 1. Результат спектрального сейсмопрофілювання території зруйнованої школи в м. Висоцьке.



Прилад для здійснення спектрального сейсмопрофілювання території  
(<http://www.newgeophys.spb.ru/ru/sstation.shtml>).

**Завдання 2.** Вздовж вулиці Вчительській, Санкт-Петербург, під проїзною частиною прокладена каналізаційна труба. В 1997 році частина каналізаційної труби провалилася глибше загального трубопроводу. Використовуючи результати спектрального сейсмопрофілювання території (Рис. 2):

1) Вкажіть на схемі місце аварії.

2) На якій глибині розташовується зона тектонічних порушень (в даному випадку – т.з. напів-V-воронка)? \_\_\_\_\_

3) Поясніть, чому саме на цій ділянці відбувся розрив каналізаційної труби? \_\_\_\_\_

---

---

4) Як в надалі можна попередити аварії каналізаційної труби на даній ділянці трубопроводу? \_\_\_\_\_

---

---



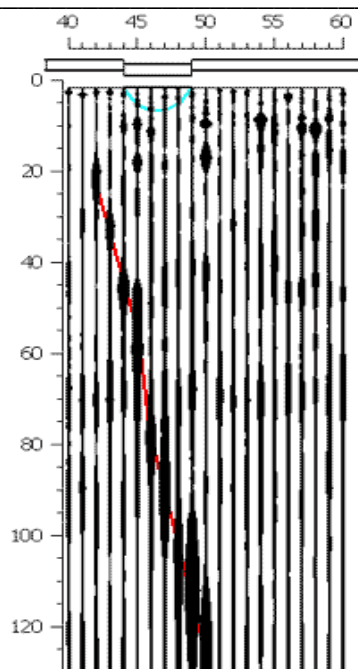


Рис. 2. Результат спектрального сеймопрофілювання території, вздовж якої прокладена каналізаційна труба

**Завдання 3.** На малюнку 3 представлений результат спектрального сеймопрофілювання території, на якій розташовані очисні споруди в селищі Ольгіно, 30 км від Санкт-Петербурга. З моменту завершення будівництва в будівлі насосних станцій постійно відбуваються аварії – під землю провалюються насоси з обриванням усіх труб вже протягом більше ніж 30 років! Використовуючи малюнок 3:

1) Вкажіть, де на схемі на Вашу думку може бути розташована будівля насосної станції. Обґрунтуйте свою відповідь. \_\_\_\_\_

2) На якій глибині розташована зона тектонічних порушень, які сприяють акумулюванню хвиль вібрацій? \_\_\_\_\_

3) Поясніть, чому саме на цій ділянці постійно відбувається провалювання насосів під землю? \_\_\_\_\_

4) Будівля насосної станції розташована на Кембрійських глинах. Геологічний аналіз показав, що під станцією ці давні глини знаходяться в тиксотропному стані. Що таке тиксотропія? \_\_\_\_\_

Чому саме під будівлею насосної станції давні глини знаходяться в тиксотропному стані? \_\_\_\_\_

5) Як можна надалі запобігти аварійному провалюванню насосів під землю? Яка ще інформація є необхідною для відповіді на це запитання? \_\_\_\_\_

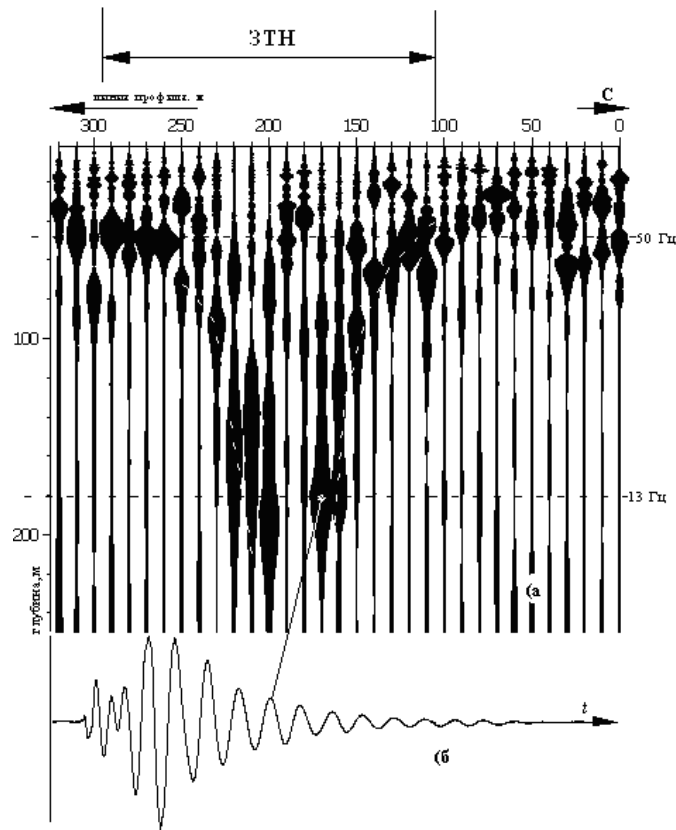


Рис. 3. Результат спектрального сейсмопрофілювання території очисних споруд в сел. Ольгіно, 30 км від Санкт-Петербургу.

**Завдання 4.** На картах спектрального сейсмопрофілювання території карсти та пливуні виглядають як ореоли (Рис. 4).

1) Чому карстові порожднини і пливуні зазвичай дуже швидко формуються в зонах тектонічних порушень гірських порід? \_\_\_\_\_

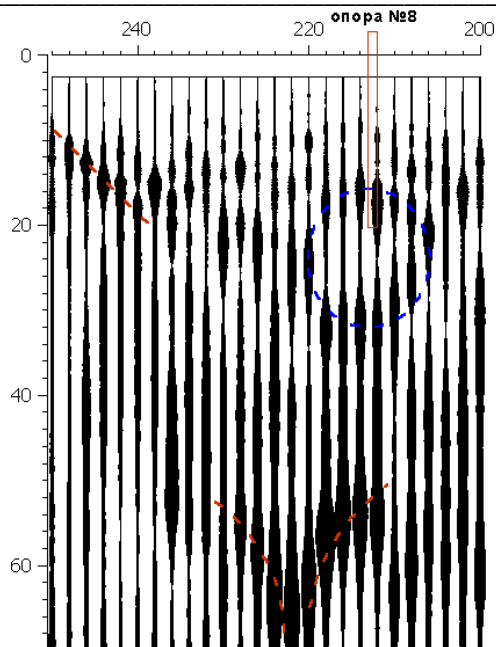


Рис. 4. Результат спектрального сейсмопрофілювання території. Пливун позначений блакитною пунктирною лінією. Як пливуні, так і карсти зазвичай знаходяться не в центрі воронкоподібного об'єкту, який виділяє межі тектонічного порушення, а збоку.

**Завдання 5.** В 1995 р. на ділянці Петербурзького метро між станціями «Лісова» та «Площа Мужності» відбулась аварія, через яку мешканцям міста довелось долати цю ділянку шляху наземним транспортом більше ніж 8 років.

1) Використовуючи результати спектрального сейсмопрофілювання даної території (Рис. 5), поясніть причину провалювання під землю тоннеля метрополітену на даній ділянці. \_\_\_\_\_

2) Над резонансним V-карманом геологами був виявлений пливун (на схемі - це овальне утворення, позначене блакитною пунктирною лінією). На якій глибині знаходиться верхня межа пливуну? \_\_\_\_\_ Що таке пливун? \_\_\_\_\_

3) Чому дуже часто біля резонансних карманів утворюються пливуні? \_\_\_\_\_

4) В результаті провалювання під землю часті тоннеля метрополітену – в тоннель зайшов пливун. Чому неправильним є ствердження, що причиною аварії на метрополітені був пливун? \_\_\_\_\_

5) Які захисні заходи могли б запобігти розвитку аварійної ситуації на даній ділянці руху поїздів метрополітену? \_\_\_\_\_

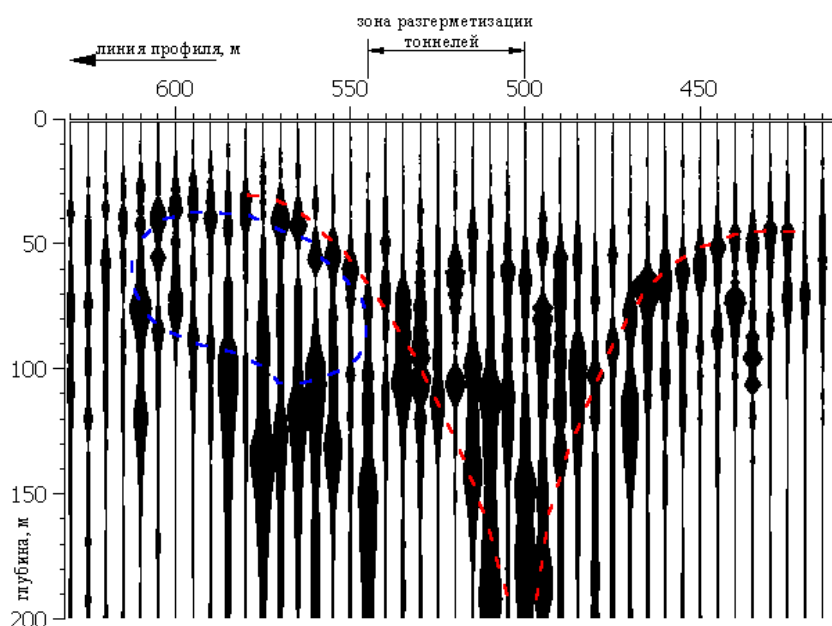


Рис. 5. Результат спектрального сейсмопрофілювання території, вздовж якої прокладена лінія метрополітену. Слабко виражений овальний ореол (який помічено блакитною пунктирною лінією) відповідає місцю розташування пливуну.

**Завдання 6.** Одна з опор залізничного мосту через річку на 16 км ділянки Лабитнагі – Бованенково постійно руйнується і потребує ремонту. Використовуючи результати спектрального сейсмопрофілювання території:

1) Вкажіть, на якій глибині під однією з опор мосту знаходиться резонансний V-карман, який відповідає зоні тектонічних порушень. \_\_\_\_\_

2) Яка з опор мосту – на північному (N) чи на південному (S) березі річки - постійно руйнується? Обґрунтуйте свою відповідь. \_\_\_\_\_

3) Які захисні заходи спроможні забезпечити нормальне функціонування залізничного мосту на даній ділянці? \_\_\_\_\_

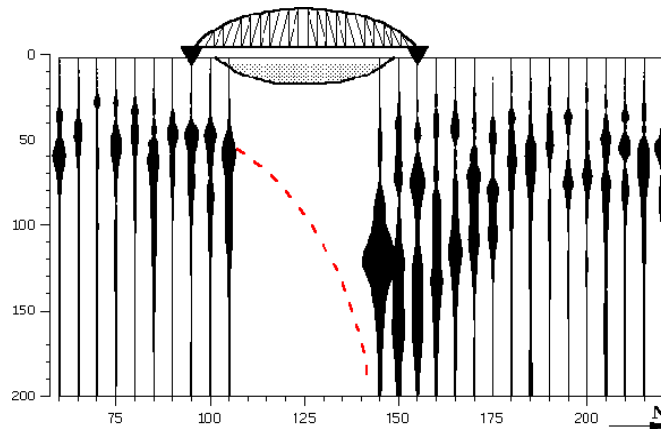


Рис. 6. Результат спектрального сеймопрофілювання території, вздовж якої прокладено залізничне полотно та побудований залізничний міст.

**Завдання 7.** Полігон для захоронення високотоксичних відходів хімічного виробництва "Червоний Бор" був створений під м. Колпіно Ленінградської обл. в 1969 році в зоні, де геологи виявили поклади кембрійської глини великої потужності. Вважається, що глини є водоупором, у зв'язку з чим була впевненість, що, викопавши в цій глині ями (які називаються картами) для збереження токсичних відходів, можна не побоюватись розповсюдження похованих речовин в прилеглий простір. Однак, тем не менш, сліди цих речовин з часом стали виявляти на сусідніх полях та в верхів'ях річок, що знаходяться поруч із полігоном. Походження їх тривалий час залишалось нез'ясованим. Використовуючи результати спектрального сеймопрофілювання території полігону (Рис. 7):

1) Вкажіть ділянку витоку отруйних речовин. Обґрунтуйте свою відповідь. \_\_\_\_\_

2) Вкажіть, на якій глибині розташована резонансна V-воронка, яка відповідає зоні тектонічних порушень. \_\_\_\_\_

3) Чому в зоні тектонічних порушень водонепроникні глини стали водопроникними, що і призвело до витоку забруднюючих речовин на сусідні території та акваторії? \_\_\_\_\_

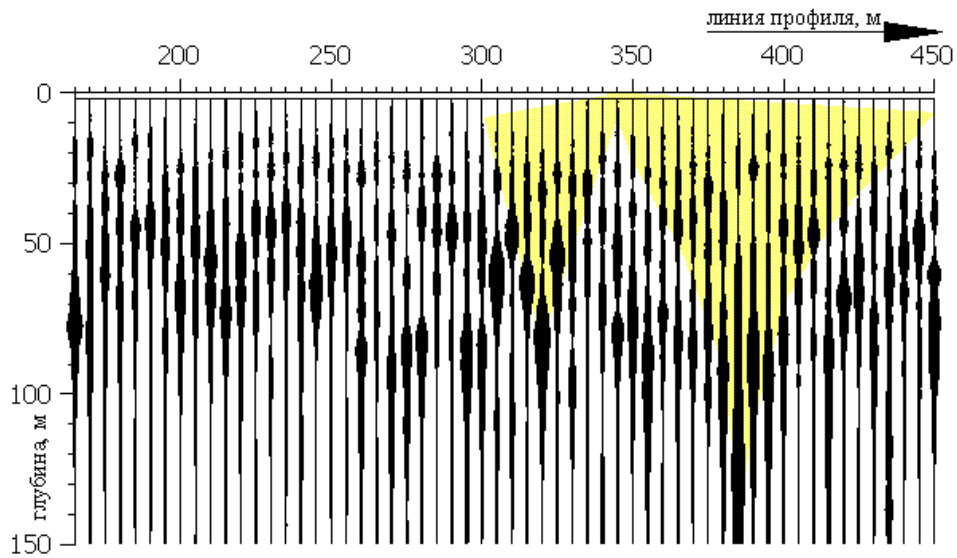


Рис. 7. Результат спектрального сеймопрофілювання території, на якій розташований полігон для захоронення високотоксичних відходів хімічного виробництва «Червоний Бор».

**Завдання 8.** В 2004 р. на території полігону для захоронення високотоксичних відходів хімічного виробництва «Червоний Бор» (під м.Колпіно, Санкт-Петербурзька область) розпочалось будівництво залізобетонного сховища для рідких відходів. Автори проекту вважають, що залізобетонна основа нового сховища дозволить повністю ізолювати рідкі отруйні відходи і забезпечить відсутність просочування їх в товщу землі. На малюнку 8 наведена карта результатів спектрального сеймопрофілювання дна споруджуваного сховища. На підставі даних, наведених на малюнку 8:

- 1) Вкажіть, на якій глибині під дном сховища, яке будується, знаходиться резонансна V-воронка, що приурочена до ділянки з тектонічними порушеннями. \_\_\_\_\_
- 2) Що таке деформація втоми будівельних матеріалів? \_\_\_\_\_

- 3) Висловіть своє припущення щодо можливої негерметичності майбутнього сховища. Обґрунтуйте свою відповідь. \_\_\_\_\_

- 4) Вкажіть на карті, на якій ділянці сховища можливим є виток отруйних відходів. \_\_\_\_\_

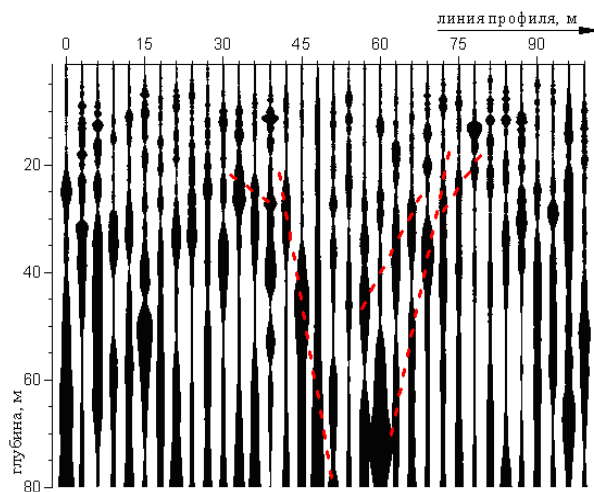


Рис. 8. Результат спектрального сеймопрофілювання дна залізобетонного сховища, яке будується для рідких відходів хімічного виробництва на території полігону «Червоний Бор».

**Завдання 9.** В Шипкінському провулку, б.3а, Санкт-Петербурга розташована будівля, відома городянам як Пітерська Пізанська вежа. 17-поверховий хмарочос, побудований на фундаменті з монолітної плити, був зданий в експлуатацію в 2001 р. з нахилом 60 см на північний схід. До літа 2003 р. нахил збільшився до 78 см. В будівлі відключений ліфт, люди не наважуються жити у власних квартирах. Використовуючи результати спектрального сейсмопрофілювання території, на якій розташована будівля (Рис. 9):

1) Вкажіть, на якій глибині знаходяться великі резонансні V-кармани, приурочені до зон тектонічних порушень: \_\_\_\_\_

2) Вкажіть на карті можливі ділянки будівлі, які могли б почати провалюватись під землю. Обґрунтуйте свою відповідь. \_\_\_\_\_

3) Чому над однією з V-воронок сформувався пливун (овальна штриховка на схемі, 16 – 12 м)? \_\_\_\_\_

4) Як Ви вважаєте, над першою (40 - 55 м) чи над другою (20 - 5 м) V-воронками розпочалось провалювання будівлі? \_\_\_\_\_

5) Чи спроможне забивання буронабивних паль під ділянкою будівлі, яка провалюється, вирішити проблему аварійності будівлі? Обґрунтуйте свою відповідь. \_\_\_\_\_

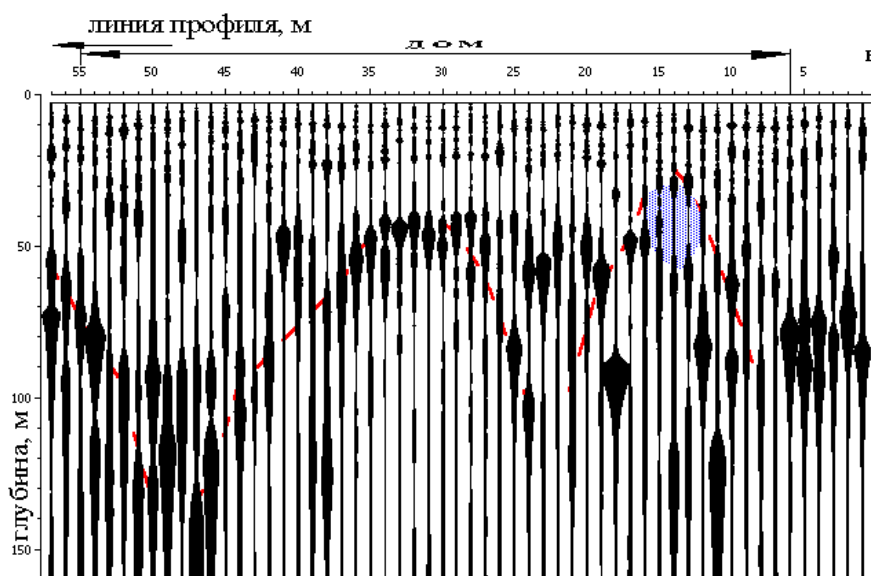


Рис. 9. Результат спектрального сейсмопрофілювання території, на якій розташований «Хмарочос, що падає» в м. Санкт-Петербург. На схемі пливун показаний як овальне заштриховане утворення (16 – 12 м).

**Завдання 10.** В 80 км від м. Уфи відбувся розрив газопроводу «Уренгой – Новопсков». Використовуючи результат спектрального сейсмопрофілювання території (Рис. 10):

1) Вкажіть, на якій глибині знаходиться резонансна V-воронка, що є приуроченою до зони тектонічних порушень. \_\_\_\_\_

2) Вкажіть зону аварії газопроводу. Обґрунтуйте свою відповідь. \_\_\_\_\_

3) Чому в зоні тектонічних порушень відбувається зниження міцності підстелюючих гірських порід та прискорене накопичення деформацій втомі в трубах газо– нефтепроводів?

4) На ділянці 130 - 250 м на глибині 40 м була виявлена карстова порожнина. Чому в зонах тектонічних порушень прискорюються карстові процеси?

5) Які захисні заходи дозволять надалі запобігти розвитку аварійних ситуацій на даній ділянці газопроводу «Уренгой – Новопсковск»?

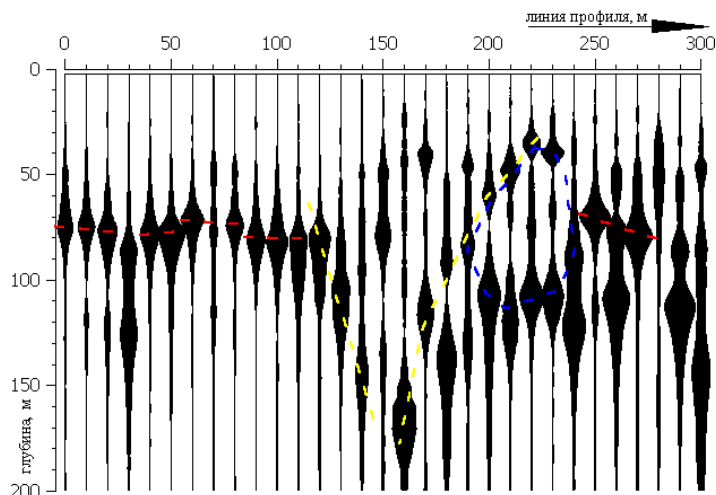


Рис. 10. Результат спектрального сейсмопрофілювання території, на якій розташована аварійна ділянка газопроводу «Уренгой – Новопсковск». Овальне «вікно», очерчене блакитною пунктирною лінією, – карстова порожнина (на профілі - 190 -240 м).

**Завдання 11.** В 1913 році в Канаді зруйнувався Трансконський елеватор, який був щойно збудований. Аварія була майже миттєвою – протягом 23 годин елеватор ліг на бік. На 8 метрів занурився в землю один його кут і на 3 метри здійнявся кут протилежний. При дослідженні ґрунту після аварії з`ясувалось, що под кутом, який занурився в ґрунт, знаходяться рідкі пластичні глини. Під час геологорозвідувальних робіт, які виконувались перед початком будівництва, на цьому самому місці породи були представлені сухими твердими глинами, під якими на глибині 20 м знаходилась покрівля вапняків, за якою був розташований шар водотривких глин та міжпластові висококислотні ґрунтові води. Після аварії вапняки взагалі не були виявлені!

1) Намалуйте схеми залягання підстелюючих гірських порід до початку будівництва і після руйнування елеватора:

2) Поясніть причини аварії на Трансконському елеваторі, використовуючи теорію резонансу:

### Література:

1. Локшин Г.П., Лихачева Э.А., Лацка Я., Крайчович Ю. Оценка вибрационного воздействия на территории города (на примере Москвы и Братиславы) // Инженерная геология. 1991. № 4. С. 82-91
2. Жигалин А.Д., Локшин Г.П. Формирование вибрационного поля в геологической среде // Инженерная геология. 1991. № 6. С. 110-119.
3. Вознесенский Е.А., Коваленко Е.А., Кушнарева Е.А., Фуникова В.В. Разжижение грунтов при циклических нагрузках. М.: Изд-во МГУ. 2005. 134 с.
4. Вознесенский Е.А. Динамические свойства грунтов и их учёт при анализе вибраций фундаментов разного типа // Геоэкология. 1993. № 5. С. 37 – 65.
5. Баркан Д.Д. Виброметод в строительстве. М.: Госстройиздат. 1959. 316 с.
6. Гурвич В.И., Жигалин А.Д., Локшин Г.П., Труфманова Е.П. Опыт изучения поля вибрации на территории города с целью оценки состояния геологической среды // Инженерная геология. 1991. № 1. С. 74-81.
7. Зиангиров Р.С., Кутергин В.Н. Факторы, определяющие изменение прочности глинистых грунтов при вибрации // Комплексные инженерно-геологические исследования для промышленного и гражданского строительства. М. 1984. С. 23-32.
8. Мельник, В.В., Замятин, А.Л. Пустуев, А.Л. Применение метода спектрального сейсмопрофилирования для прогноза и снижения риска аварий и катастроф при недропользовании // Горный журнал. - 2012. - № 1. - С. 86-89.
9. Мельников Е.К., Мусийчук Ю.И., Потифоров А.И. Геопатогенные зоны - миф или реальность? - Л.: ВНИИ Океангеология. - 1993.
10. Рудник В.А. Влияние зон геологической неоднородности Земли на среду обитания. // Вестник РАН N 8 т.66.- 1996.- с.713-719.
11. Мельников Е.К. Решение геоэкологических проблем с помощью нестандартных геофизических методов. <http://www.studzona.com/referats/view/39187>
12. Гликман А.Г. "Физика и практика спектральной сейсморазведки" на веб-сайте [www.newgeophys.spb.ru](http://www.newgeophys.spb.ru).
13. Сашурин А.Д. "Современная геодинамика и техногенные катастрофы." Сб. докладов международной конференции "Геомеханика в горном деле - 2002" Екатеринбург, Игд УрО РАН 19-21 ноября 2002 г, <http://igd.uran.ru/geomech/>, обновление 23.02.2003. Читать полностью: <http://www.km.ru/referats/79380EDF8E2B4246820E02D2D977FFF9>
14. <http://www.newgeophys.spb.ru/ru/ex9.shtml>
15. Гликман А.Г. "Физика и практика спектральной сейсморазведки" на веб-сайте [www.newgeophys.spb.ru](http://www.newgeophys.spb.ru).
16. Мельников Е.К. Решение геоэкологических проблем с помощью нестандартных геофизических методов. <http://www.studzona.com/referats/view/39187>

## Заняття № 4

### Тема: Вплив пружних механічних хвиль на живі організми.

#### Контрольні запитання:

1. Причини небезпеки дії пружних механічних хвиль на живі організми.
2. Вібрації. Джерела вібрацій. Негативна дія загальних та локальних вібрацій на організм людини.
3. Принцип роботи віброметра. Розрахунки віброшвидкості та віброприскорення.
4. Поняття «бел» та «децибел».
5. Поняття «гранично допустимі вібрації».
6. Методи боротьби з вібраціями.
7. Джерела шуму. Типи шуму.
8. Прилади для вимірювання шуму.
9. Розрахунки значень звукового тиску в навколишньому середовищі в децибелах.
10. Поняття «гранично допустимого рівня шуму, ультразвуку, інфразвуку».
11. Методи боротьби з шумом, інфразвуком та ультразвуком.

**Завдання 1.** Водій екскаватору протягом робочої зміни піддається дії транспортно-технологічних вібрацій. Зокрема, згідно показникам віброметра, знятим на робочому місці, в частотній октаві з  $f_{cp} = 1,6$  Гц - амплітуда вібрацій становила  $x = 5 \cdot 10^{-3}$  м. Розрахуйте значення віброшвидкості та



віброприскорення в даній частотній октаві. Використовуючи дані таблиці, зробіть висновок про відповідність рівня вібрацій в даному частотному діапазоні вимогам «Санітарних норм і правил».

**Завдання 2.** Робочі, які обслуговують гірничодобувні машини, піддаються дії загальних та локальних вібрацій в великому діапазоні частот. В одній з частотних октав з  $f_{cp} = 12,5$  Гц - амплітуда вібрацій становила  $x = 0,12 \cdot 10^{-3}$  м. Розрахуйте значення віброшвидкості та віброприскорення в даній частотній октаві. Використовуючи дані таблиці 1, зробіть висновок про відповідність рівня вібрацій в даному частотному діапазоні вимогам «Санітарних норм і правил».

**Завдання 3.** Згідно показникам віброметра, знятим на робочому місці оператора вібротрамбовочної машини, в одній з частотних октав з  $f_{cp} = 63$  Гц – амплітуда вібрацій становила  $x = 3,2 \cdot 10^{-5}$  м. Розрахуйте значення віброшвидкості та віброприскорення в даній частотній октаві. Використовуючи дані таблиці, зробіть висновок про відповідність рівня вібрацій в даному частотному діапазоні вимогам «Санітарних норм і правил».

**Завдання 4.** Норматив з шумового забруднення навколишнього середовища вночі – становить 40-45 дБ. Показники шумомера в житловому мікрорайоні, прилеглому до залізничних колій показав рівень звукового тиску в навколишньому середовищі  $P = 2 \cdot 10^{14}$  Па. Чи відповідає рівень шуму в мікрорайоні існуючим нормативам?

**Завдання 5.** Норматив шуму під час роботи пральної машини в частотному діапазоні 8000 Гц – становить 100 дБ. Заміри, проведені за допомогою шумоміру показали, що звуковий тиск в даному діапазоні частот під час роботи приладу становить  $P = 2 \cdot 10^7$  Па. Чи витримані нормативи з шумового забруднення навколишнього середовища для даної марки пральної машини?

**Розрахунки віброшвидкості:**  $\sigma = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot x$

Де:  $\sigma$  - віброшвидкість, м/сек;  $\pi=3,14$ ;  $f$  – частота коливань сенсора віброметра;  $x$  – амплітуда коливань сенсора віброметра.

$$\alpha_{\sigma} = 20 \cdot \lg \frac{\sigma}{\sigma_0} \quad \text{Где: } \sigma_0 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ м/сек}$$

**Розрахунки віброприскорення:**  $a = 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \cdot x$

Де:  $a$  – віброприскорення, м/сек<sup>2</sup>;  $\pi=3,14$ ;  $f$  – частота коливань сенсора віброметра;  $x$  – амплітуда коливань сенсора віброметра.

$$\alpha_a = 20 \cdot \lg \frac{a}{a_0} \quad \text{Где: } a_0 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м/сек}^2$$

**Розрахунки гучності звуку:**

$$A = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0}$$

Де:  $P$  – звуковий тиск в навколишньому середовищі, Па;  $P_0$  – мінімальний звуковий тиск, який розрізняє вухо людини, як звук,  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па

Таблиця 1.

**Гранично допустимі значення вібрації робочих місць категорії 2 - транспортно-технологічної**

Среднього метричні частоти полос, Гц	Гранично допустимі значення по вісям $X_o, Y_o, Z_o$			
	віброприскорення		віброшвидкості	
	м/с <sup>-2</sup>	дБ	м/с · 10 <sup>-2</sup>	дБ

	1/3 окт	1/1окт	1/3 окт	1/1окт	1/3 окт	1/1окт	1/3 окт	1/1окт
1,6	0,25		108		2,50		114	
2,0	0,22	0,40	107	112	1,80	3,50	111	117
2,5	0,20		106		1,30		108	
3,15	0,18		105		0,98		105	
4,0	0,16	0,28	104	109	0,63	1,30	102	108
5,0	0,16		104		0,50		100	
6,3	0,16		104		0,40		98	
8,0	0,16	0,28	104	109	0,32	0,63	96	102
10,0	0,20		106		0,32		96	
12,5	0,25		108		0,32		96	
16,0	0,32	0,56	110	115	0,32	0,56	96	101
20,0	0,40		112		0,32		96	
25,0	0,50		114		0,32		96	
31,5	0,63	1,10	116	121	0,32	0,56	96	101
40,0	0,79		118		0,32		96	
50,0	1,00		120		0,32		96	
63,0	1,30	2,20	122	127	0,32	0,56	96	101
80,0	1,60		124		0,32		96	
Кориговані та еквівалентні кориговані значення та їх рівні		0,28		109		0,56		101

**Література:**

1. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99.  
Джерело: Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99
2. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

## Заняття № 5

### Частина 1.

#### Тема: Переміщення забруднюючих речовин в атмосфері

#### Контрольні запитання:

1. Типи забруднення атмосферного повітря. Джерела забруднення.
2. Наслідки хімічного забруднення повітря.
3. Метеорологічний потенціал забруднення атмосфери.
4. Шляхи самоочищення атмосферного повітря від забруднюючих речовин.
4. Гранично допустимі виброси забруднюючих речовин в атмосферу (ГДВ).
5. Встановлення розмірів санітарної зони підприємства.

**Завдання 1.** Метеорологічний потенціал накопичення забруднюючих речовин в атмосфері. Використовуючи карту метеорологічного потенціалу накопичення забруднюючих речовин в атмосфері (Рис. 1) дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Які метеорологічні показники сприяють накопиченню забруднюючих речовин в атмосфері?
- 2) Як розрахувати метеорологічний потенціал накопичення забруднюючих речовин в атмосфері?
- 3) Для яких територій України встановлений найбільш високий метеорологічний потенціал накопичення забруднюючих речовин? З якими метеорологічними факторами це пов'язано?
- 4) Для яких територій України встановлений найменший метеорологічний потенціал накопичення забруднюючих речовин? З якими метеорологічними факторами це пов'язано?

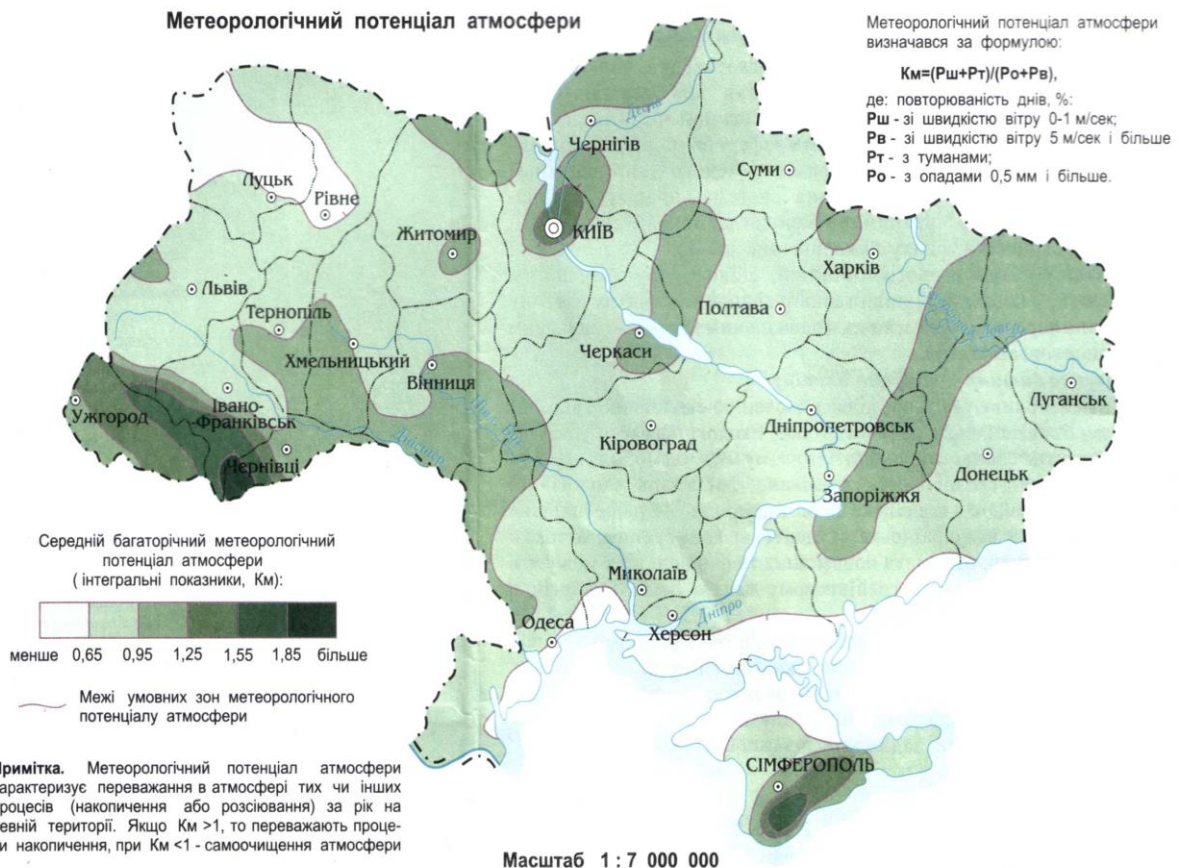


Рис. 1. Метеорологічний потенціал накопичення забруднюючих речовин в атмосфері України (Барановський, Шищенко, 2002).

**Завдання 2.** Розрахунок умовних розсіювань викидів промислових газів.

Параметри джерела забруднення атмосферного повітря:

- висота труби:  $H = 50$  м;
- діаметр труби:  $D = 0,6$  м;
- обсяг газоповітряної суміші, що викидається:  $V_1 = 4,24$  м<sup>3</sup>/с;
- температура газоповітряної суміші, що викидається:  $T_1 = 40$  °С;
- маса речовин, які викидаються в атмосферу в одиницю часу:  $M = 40$  мг/с;
- коефіцієнт, який враховує швидкість злипання взважених часток викиду в атмосфері:  $F = 2$ ;

Параметри району розміщення джерела забруднення:

- коефіцієнт стратифікації атмосфери, який залежить від температурного градієнту і визначає умови вертикального та горизонтального розсіювання викидів:  $A = 180$ ;
- температура атмосферного повітря (беруть середню температуру найбільш спекотного місяця о 13 годині):  $T_2 = 22$  °С;
- безрозмірний коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості:  $\eta = 1,2$ ;
- безрозмірний коефіцієнт, який враховує умови виходу газів з труби:  $m = 1,1$ ;
- безрозмірний коефіцієнт:  $n = 1,73$ .

1) Розрахуйте максимальну концентрацію забруднюючих речовин ( $C_m$ ) біля земної поверхні на осі факелу викиду на відстані  $X_{max}$  від джерела викиду:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt{V_1} \cdot \Delta T} =$$

2) Розрахуйте відстань до місця, де очікується максимальна концентрація забруднюючих речовин ( $X_{max}$ ):

$$X_{max} = d \cdot H =$$

Для горячої газоповітряної суміші (при  $V_m \leq 2$ ) значення  $d$  розраховують наступним чином:

$$d = 4,95 \cdot V_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt{f}) =$$

( где  $f = 1,15$ )

$$V_m = 0,65 \cdot \frac{\sqrt{V_1} \cdot \Delta T}{H} =$$

3) Розрахуйте концентрацію забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери на відстані  $X = 1800$  м від джерела забруднення ( $C$ ):

$$C = C_m \cdot S_1 =$$

де:  $S_1$  – коефіцієнт, який залежить від величини  $X/X_{max}$ .

При  $1 < X/X_{max} \leq 8$ ,  $S_1$  розраховують наступним чином:

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (X/X_{max})^2 + 1} =$$

**Література:**

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

## Частина 2.

### Тема: Визначення розмірів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря

**Завдання 1.** Використовуючи дані таблиці 1 і формулу, наведену нище, розрахуйте фактичну концентрацію ацетальдегіду, який міститься в атмосферних викидах хімічного комбінату.

Розрахунок фактичної маси викиду і-тої забруднюючої речовини до атмосфери проводять за формулою:

$$m_{\text{факт}} = \frac{C_{\text{факт}} \cdot H^2 \cdot \sqrt{V_1} \cdot (t_1 - t_2)}{A \cdot \Phi} \cdot T =$$

Де:  $m_{\text{факт}}$  - фактична маса викиду і-тої забруднюючої речовини до атмосфери, т/рік;  $C_{\text{факт}}$  - фактична концентрація забруднюючої речовини, мг/м<sup>3</sup>;  $H$  - висота труби, м;  $V_1$  - об'єм викиду, м<sup>3</sup>/сек;  $t_1$  - температура викиду, °С;  $t_2$  - температура атмосферного повітря для найбільше теплого місяця року в даній місцевості, °С;  $A$  - коефіцієнт, який враховує частоту температурних інверсій в даній місцевості (для умов України  $A=160$ );  $\Phi$  - коефіцієнт швидкості осідання часток в атмосфері (для газів - 1.0; для пари - 2.0; для пилу - 3.0);  $T$  - число секунд в році,  $T = 3,15 \cdot 10^7$  сек. NB! 1 т =  $1 \cdot 10^9$  мг.

Таблиця 1.

#### Характеристика викидів забруднюючих речовин хімічним комбінатом до атмосферного повітря

№	Назва підприємства	Назва забруднюючих речовин:	С факт, мг/м <sup>3</sup>	Висота труби (Н)	Об'єм викиду м <sup>3</sup> /сек	Область	Температура:	
							повітря (t), °С	викиду (t), °С
1	Хімічний комбінат	Ацетальдегід	0,1	50	9	Рівенська	20	150
		Вінілацетат	0,5					
		Сірковуглець	0,08					
		Акролеїн	0,2					
		Двоокис азоту	0,13					
		Сірчанистий газ	0,7					

**Завдання 2.** Використовуючи дані таблиці 2 і формулу, наведену нище, розрахуйте масу максимально допустимого викиду забруднюючих речовин до атмосфери на прикладі ацетальдегіду.

Розрахунок маси максимально допустимого викиду проводять за формулою:

$$m_{\text{ПДК}} = \frac{C_M \cdot H^2 \cdot \sqrt{V_1} \cdot (t_1 - t_2)}{A \cdot \Phi} \cdot T =$$

Де:  $M_{\text{ГДК}}$  - маса максимально допустимого викиду  $i$ -тої забруднюючої речовини до атмосфери, т/рік;  $C_M$  – максимальна разова ГДК забруднюючої речовини, мг/м<sup>3</sup>.

Зробіть висновок про відповідність фактичних викидів підприємством ацетальдегіду гранично допустимим викидам для ацетальдегіду: \_\_\_\_\_

Таблиця 2.

**ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, мг/куб. м.**

Речовина:	Максимальна разова ГДК $C_M$ , мг/м <sup>3</sup>	Середньодобова ГДК, мг/м <sup>3</sup> :	Клас небезпеки речовини:
Ацетальдегід (пара)	0,01	0,01	3
Вінїлацетат (пара)	0,15	0,15	3
Сірковуглець (газ)	0,03	0,005	2
Акролеїн (пара)	0,03	0,03	2
Сірчаністий газ (газ)	0,008	0,003	2
Двоокис азоту (газ)	0,085	0,085	2

\*NB! Максимальна разова ГДК – це основна характеристика небезпеки забруднюючої речовини. Цей показник встановлений для попередження рефлексорних реакцій у людини (відчуття запаху, світлова чутливість, зміни активності головного мозку, тощо) при короткотривалій дії атмосферних домішок даної речовини. Середньодобова ГДК – встановлюється для попередження загально-токсичної, мутагенної, канцерогенної дії речовини на організм людини.

**Література:**

1. Визначення розмірів плати за забруднення атмосферного повітря та розробка заходів щодо очистки шкідливих викидів. <http://ua-referat.com>; <http://yandex.ru/clck/>

**Заняття № 6**

**Частина 1.**

**Тема: Методи виявлення забруднюючих речовин в пробах повітря.**

**Контрольні запитання:**

1. Відбір проб повітря для аналізу.
2. Атомно-абсорбційний аналіз проб повітря.
3. Газова хроматографія + мас спектрометрія проб повітря.
4. Розрахунок сумарного індекса забруднення атмосфери (ІЗА).
5. Розрахунок коефіцієнту небезпеки забруднюючої речовини. Правило підсумовування.

**Завдання 1.** Результати газової хроматографії та наступної мас-спектрометрії речовин, які виділяються з поліпропіленових будівельних матеріалів, представлені на малюнку 1.

- 1) Які показники відкладені на графіку по осі ОХ? \_\_\_\_\_  
По осі ОУ? \_\_\_\_\_
- 2) На якій хвилині з хроматографічної колонки виділяються:  $i$ -декан \_\_\_\_\_;  
бутанол \_\_\_\_\_; гептан \_\_\_\_\_?
- 3) Чому різні індивідуальні речовини виходять з хроматографічної колонки в різний час?  
\_\_\_\_\_

4) Концентрація якої з речовин в пробі повітря виявилась максимально високою?

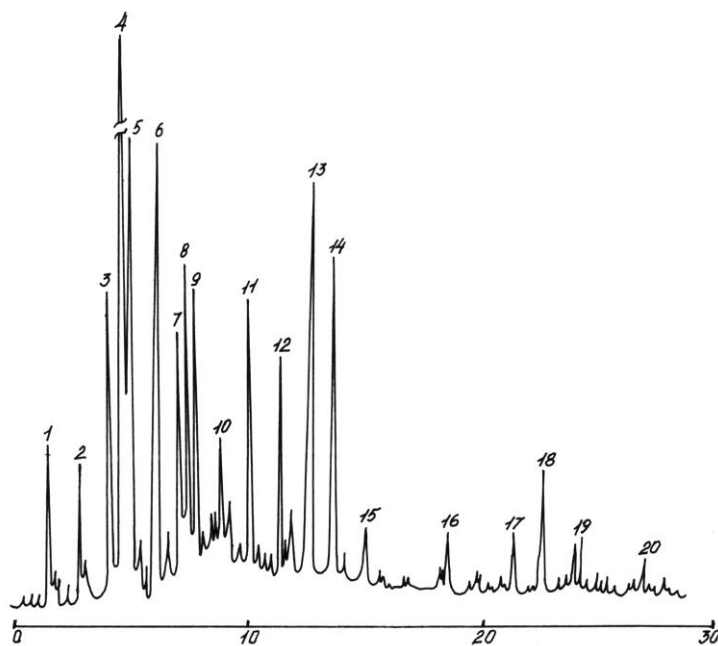


Рис. 1. Результати газової хроматографії та наступної мас-спектрометрії речовин, які виділяються з поліпропіленових будівельних матеріалів. Де: 1 – і-гексан, 2 – 2-метилгексан, 3 – циклогексан, 4 – гептан, 5 – 2-метилгептан, 6 – метилциклогексан, 7,8,9 – ізомери октана, 10 – октан, 11 – бутанол, 12 – толуол, 13 – нонан, 14 – диметилнонан, 15 – і-декан, 16 – декан, 17,18,19 – ізомери ундекана, 20 – ундекан.

**Завдання 2. Аналіз складу летких органічних речовин, які виділяє шкіра людини за допомогою газової хроматографії + мас-спектрометрії.**

Використовуючи дані малюнка 2 і таблиці 1, вкажіть, які леткі органічні речовини виділяє шкіра людини протягом перших 20 хвилин відбору проб повітря: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Таблиця 2.

**Летючі органічні речовини, які виділяє шкіра людини (частина таблиці) (за Gallagher et al., 2008).**

Час виходу речовини з колонки (хвил):	Назва речовини:
4-82	2-пропанон (ацетон)
10-80	1-бутанол
11-49	4-етил-морфолін
11-60	піридин
11-72	3-гексанол
11-90	2-метил-циклопентанон
12-27	2-гексанол
12-48	3-метил-циклопентанон
12-64	1-метил-циклопентанол
13-43	р-цимен
13-79	октанал
14-42	2-метил-циклопентанол
14-72	метиловий ефір молочної кислоти
15-09	3-метил-циклопентанол
15-84	1,6-гептадієн-4-ол

16-24	нонанал
16-96	1-оцен-3-ол
17-65	оцтова кислота
18-03	2,6-диметил-7-октен-2-ол
18-15	2-етил гексанол
18-64	деканал
19-14	2,5-гексанедіон
19-24	1-(2-метоксипропокси)-2-пропанол
19-42	камфор
19-52	бензальдегід
19-56	ліналул
19-66	1-метил гексил ацетат
19-81	пропанова кислота
20-79	6-гідрокси-гексан-2-он
20-68	4-ціаноцилгексен .....

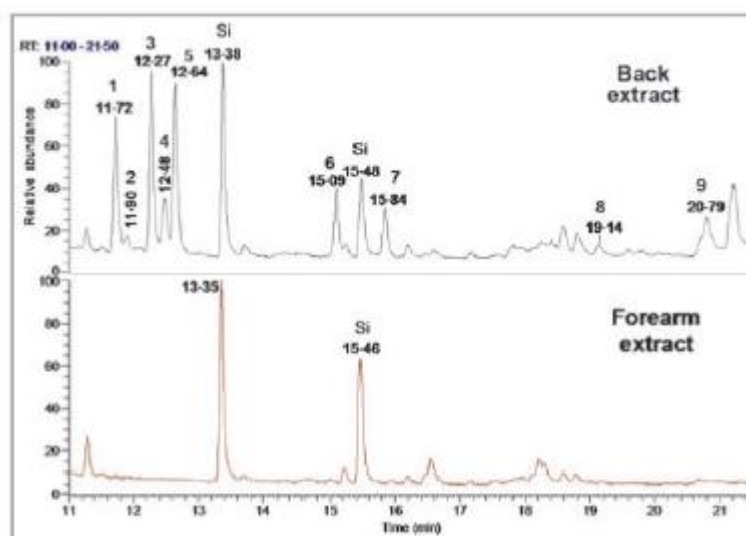


Рис. 2. Результати газової хроматографії-мас-спектрометрії летких органічних речовин, які виділяє шкіра людини. Верхня крива – спина, нижня крива – долоні. По осі ОХ – час виходу речовини з хроматографічної колонки (залежить від летючості речовини). По осі ОУ- відносна кількість виявленої речовини. Цифри біля піків хроматограми вказують час виходу даного компонента з хроматографічної колонки: 1) 11-72; 2) 11-90; 3) 12-27; 4) 12-48; 5) 12-64; 6) 15-09; 7) 15-84; 8) 19-14; 9) 20-79 (для верхньої хроматограми) (за Gallagher et al., 2008).

#### Література:

1. Gallagher M., Wysocki C.J., Leyden J.J., Spielman A.I., Sun X., Preti G. Analysis of volatile organic compounds from human skin // Br. J. Dermatol. – 2008. – Vol. 159(4). – P. 780-791.

## Частина 2.

### Тема: Оцінка рівня забрудненості атмосферного повітря

**Завдання 1.** Використовуючи результати аналізу вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі в м. Херсоні, розрахуйте індекси забруднення атмосферного повітря (ІЗАі) для кожної речовини і встановіть ступінь екологічної небезпеки атмосферного повітря на даній території. Під час виконання роботи, заповніть таблицю 1.

Таблиця 1.

### Рівень забрудненості атмосферного повітря м. Херсона



Речовина:	Сфі	ГДКі	Клас небезпеки	ai	ІЗАі
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Таблиця 2.

**Вміст основних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Херсона («Доповідь про стан навколишнього середовища...», 2009).**

Речовина:	Сфі, середньорічний вміст мг/м <sup>3</sup>
Оксид вуглецю	1,45
Диоксид азоту	0,093
Оксид азоту	0,043
Фенол	0,0048
Формальдегід	0,0061

Таблиця 3.

**Значення ГДК деяких небезпечних речовин в повітрі населених пунктів**

Речовина:	ГДК середньодобова, мг/м <sup>3</sup>	ГДК максимальна разова, мг/м <sup>3</sup>
Тверді речовини (пил)	0,15	0,2
Оксид сірки	0,05	0,5
Диоксид азоту	0,04	0,085
Оксид азоту	0,06	0,4
Оксид вуглецю	3,0	5,0
Амміак	0,04	0,2
Хлороводень	0,2	0,2
Цианістий водень	0,01	-
Оксид кадмію	0,001	-
Свинець	0,0003	0,03
Сірководень	0,005	0,03
Бензапірен	0,000001	-
Фенол	0,003	0,01
Формальдегід	0,003	0,035
Фтороводень	0,005	0,2

Таблиця 4.

**Клас небезпеки речовин**

Клас небезпеки речовин:	Ступінь небезпеки:	Величина ГДК, мг/м <sup>3</sup>
I	Надзвичайно небезпечні речовини	Менше 0,1
II	Високонебезпечні речовини	0,1-1,0
III	Помірно небезпечні речовини	1,0-10,0
IV	Малонебезпечні речовини	Більше 10,0

## Значення константи небезпеки речовини (аі) для розрахунку значень ІЗА

Класи небезпеки речовин:	I	II	III	IV
Константа аі	1,7	1,3	1,0	0,9

$$ІЗАі = \frac{Сфі \cdot аі}{ГДКі}$$

Де: ІЗАі – індекс забруднення атмосфери речовиною і; Сфі – фактична концентрація речовини і в атмосфері даної території; ГДКі – гранично допустима середньодобова концентрація речовини і в атмосферному повітрі; аі – коефіцієнт, який враховує клас небезпеки і речовини.

Для оцінки стану навколишнього середовища – знаходять суму ІЗА для п`яти речовин, в яких на даній території значення ІЗА максимальні. Екологічна ситуація на даній території оцінюється наступним чином: ІЗА ≤ 5 - ситуація задовільна; ІЗА = 6-15 – ситуація відносно напружена; ІЗА = 16-50 – ситуація істотно напружена; ІЗА = 51-100 - ситуація критична; ІЗА > 100 - ситуація катастрофічна.

**Завдання 2.** Встановіть санітарний стан атмосферного повітря в населеному пункті, використовуючи правило підсумовування негативного впливу забруднюючих речовин, якщо у відібраних пробах повітря одночасно містяться пари фенолу в концентрації 0,002 мг/м<sup>3</sup> (ГДК=0,003 мг/м<sup>3</sup>) та ацетону в концентрації 0,24 мг/м<sup>3</sup> (ГДК=0,35 мг/м<sup>3</sup>).

Кен = .....

Кен = .....

**Висновок:**

---



---

Для виконання завдання, розрахуйте коефіцієнти екологічної небезпеки присутності кожної з забруднюючих речовин за формулою:

$$Кен = \frac{Сфі}{ГДКі}$$

Де: **Кен** – коефіцієнт екологічної небезпеки і-ої речовини; **Сі** – фактична концентрація і-ої речовини в повітрі; **ГДКі** – гранично допустима середньодобова концентрація і-ої речовини в повітрі.

Зробіть висновок про екологічну небезпеку вмісту речовин в атмосферному повітрі, якщо в нормі, сума коефіцієнтів екологічної небезпеки речовин з подібним механізмом дії не повинна перевищувати одиницю, т.т., в нормі: **ΣКен ≤ 1** або

$$Сі/ГДКі + Сj/ГДКj + \dots + Сk/ГДКk \leq 1.$$

**Ефект підсумовування при одночасній дії на організм мають наступні речовини:** ацетон, акролеїн, фталевий ангідрид; ацетон та фенол; ацетон та ацетофенон; ацетон, фурфурол, формальдегід, фенол; ацетальдегід та вінілацетат; аерозолі п`ятиокису ванадію та оксидів марганцю; аерозолі п`ятиокису ванадію та сірчистий ангідрид; аерозолі п`ятиокису ванадію та триоксиду хрому; бензол та ацетофенон; вольфрамовий та сірчанистий ангідриди; 1,2-дихлорпропан, 1,2,3-трихлорпропан та тетрахлоретилен; ізобутенілкарбінол, диметилвінілкартинол; метилгідропіран та метилентетрагідропірен; озон, двоокис азоту та формальдегід; оксид вуглецю, двоокис азоту, формальдегід, гексан; сірчистий ангідрид та

аерозоль сірчистої кислоти; сірчистий ангідрид та металевий нікель; сірчистий ангідрид та сірководень; сірчистий ангідрид та двоокис азоту; сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, пил конвертерного виробництва; сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, двоокис азоту та фенол; сірчистий ангідрид та фенол; сірчистий ангідрид та фтороводень; сірчистий та сірчаний ангідриди, аміак та оксиди азоту; сильні мінеральні кислоти (сірчана, соляна та азотна); фурфурол, метиловий та етиловий спирти; циклогексан та бензол; етилен, пропілен, бутилен.

#### Література:

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області. 2009 р.
2. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище. - К.: Центр учбової літератури, 2007. – 276 с.
3. Григор'єва Л.І., Томілі Ю.А. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: Навчальний посібник. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2005. – 172 с.

#### Заняття № 7

**Тема: Природний та техногенний парниковий ефект. Озоновий екран. Природні та техногенні фактори, які призводять до руйнування озонового екрану.**

#### Контрольні запитання:

1. Поняття «парниковий ефект».
2. Основні природні і техногенні парникові гази.
3. Роль парникового ефекту в еволюції життя на Землі.
4. Міжнародні угоди, пов'язані з викидами в атмосферне повітря парникових газів.
5. Формування озонового екрану в геологічній історії Землі.
6. Механізм утворення і руйнування стратосферного озону. Значення озонового екрану.
7. Механізм утворення тропосферного озона (озоновий смог).
8. Типи озоноруйнуючих речовин. Метод встановлення озоноруйнуючої здатності речовини.
9. Озонові дири. Природні та техногенні фактори утворення озонових дир.
10. Міжнародні угоди, пов'язані з викидами в атмосферне повітря озоноруйнуючих речовин.

#### Завдання 1. Кількісне визначення парникового ефекта.

1) Використовуючи дані таблиці 1, розрахуйте величину парникового ефекту  $\Delta\bar{T}$  для планет сонячної системи. Отримані дані внесіть до таблиці 1.

2) Атмосфери яких планет створюють найбільший та найменший парниковий ефект? Чому?

---

3) Використовуючи дані таблиці 1, розрахуйте різницю між середньодобовими максимальними  $\bar{T}_{max}$  та мінімальними  $\bar{T}_{min}$  температурами для планет сонячної системи ( $\Delta t$ ). Отримані дані внесіть до таблиці 1.

4) Для яких планет показана найбільша та найменша різниця між середньодобовими максимальними та мінімальними температурами? Чому? \_\_\_\_\_

---

NB: Кількісно величина парникового ефекту  $\Delta\bar{T}$  визначається як різниця між середньою температурою приповерхневого шару атмосфери планети  $\bar{T}_S$  та середньою температурою зовнішнього шару атмосфери планети  $\bar{T}_E$ .

$$\Delta\bar{T} = \bar{T}_S - \bar{T}_E$$

NB:  $\bar{T}_{max}$  - середня максимальна температура (південь на екваторі),  $\bar{T}_{min}$  - середня мінімальна температура):

$$\Delta t = \bar{T}_{max} - \bar{T}_{min}$$

Температури в таблиці наведені в Кельвінах. Початок шкали Кельвіна (0 К) співпадає з абсолютним нулем. Перерахунок в градуси Цельсія:  $C = K - 273,15$ .

Таблиця 1.

**Фізичні параметри атмосферного повітря планет Сонячної системи**

Планета	Атм. тиск у поверхні, <u>атм.</u>	$\bar{T}_E$	$\bar{T}_S$	$\Delta\bar{T}$	$\bar{T}_{max}$	$\bar{T}_{min}$	$\Delta t$
<u>Венера</u>	90	231	735		-	-	-
<u>Земля</u>	1	249	288		313	200	
Місяць	0				393	113	
<u>Марс</u>	0,006	210	218		300	147	

**Завдання 2. Аналіз участі різних атмосферних газів в створенні парникового ефекту**  
1. Проаналізуйте малюнок 1.

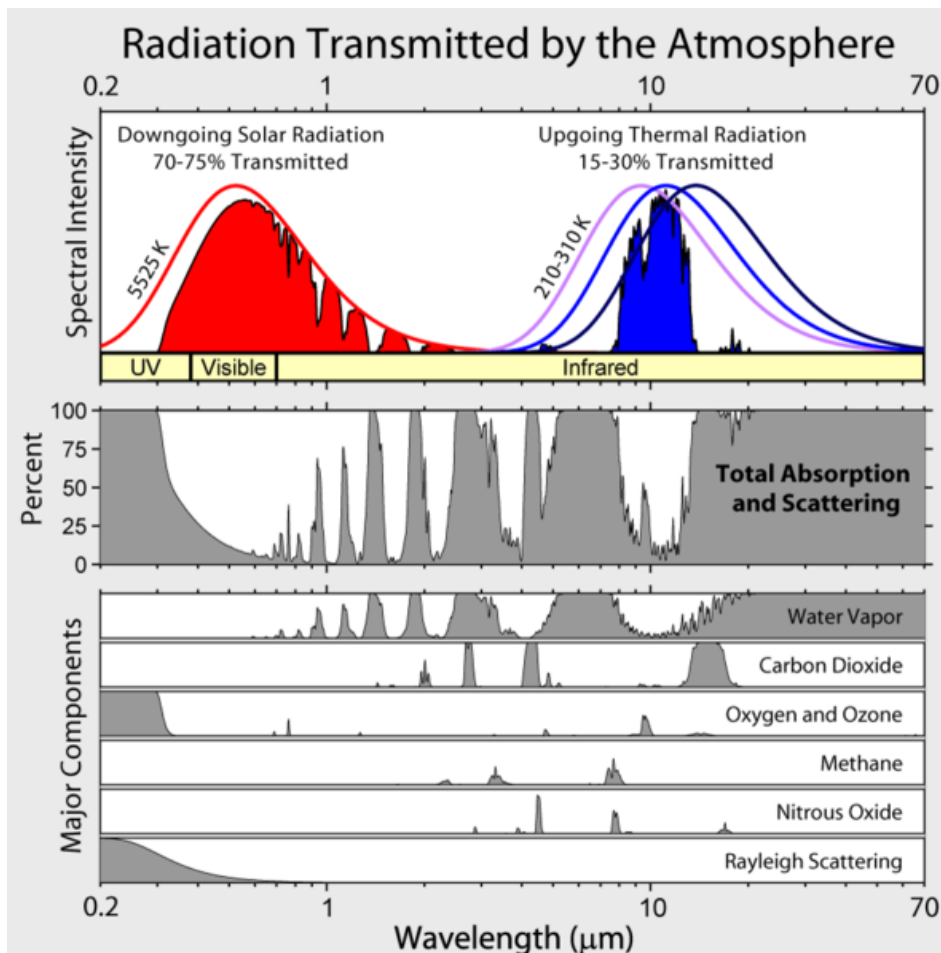


Рис. 1. Прозорість атмосфери Землі в видимому та інфрачервоному діапазонах (поглинання та розсіювання): 1. Інтенсивність сонячної радіації (ліворуч) та інфрачервоного випромінювання поверхні Землі (праворуч) - дані спектральні інтенсивності без врахування та з врахуванням поглинання. 2. Сумарне поглинання та розсіювання в атмосфері в залежності від довжини хвилі. 3. Спектри поглинання різних парникових газів (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO) та релєєвське розсіювання.

2. Які з атмосферних газів найбільше поглинають випромінювання Сонця? \_\_\_\_\_
3. Які з атмосферних газів найбільше поглинають теплове випромінювання Землі? \_\_\_\_\_

4. Викид яких антропогенних газів (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO, фреони) може закрити вікно прозорості для теплового інфрачервоного випромінювання землі? \_\_\_\_\_

#### Література:

1. <http://ecogolic.p.ht>
2. «Solar Radiation and the Earth's Energy Balance». Eesc.columbia.edu. Архів [оригіналу](#) за 2013-07-25. Процитовано 2010-10-15.
3. [Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. Chapter 1: Historical overview of climate change science page 97](#)
4. [Комп'ютерна модель, яка демонструє фізичні процеси утворення парникового ефекту.](#)
5. «Kyoto Protocol: Status of Ratification» (PDF). Рамкова конвенція ООН зі змін клімату. 2009-01-14. Архів [оригіналу](#) за 2013-06-23.
6. *The United Nations Framework Convention on Climate Change*. Архів [оригіналу](#) за 2013-06-23.
7. [Оцінка виконання Плану дій Україна-СС: довідник та сталий розвиток / Під ред. Н.Андрусевич. Львів. 2009. 104 с.](#)
8. [Віденська конвенція про охорону озонного шару](#). Прийнята 22 березня 1985 року [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/ozone.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/ozone.shtml)
9. Кіотський протокол до Рамкової конвенції ООН про зміни клімату. <http://ru.wikipedia.org/wiki>
10. Монреальський протокол про речовини, що руйнують озонний шар. [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995\\_215](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_215)

### Заняття № 8

**Тема: Дотримання нормативів радіаційного опромінення населення та персоналу спеціальних об'єктів. Оцінка радіаційної безпеки будівельних матеріалів.**

#### Контрольні запитання:

1. Поняття «іонізуюче випромінювання». Типи іонізуючого випромінювання. Джерела іонізуючого випромінювання.
2. Біологічна дія природних доз іонізуючого випромінювання.
3. Біологічна дія доз іонізуючого випромінювання, які дещо перевищують природний фон. Поняття «радіаційний гормезис». Потенційна небезпека явища радіаційного гормезису.
4. Біологічна дія середніх та високих доз іонізуючого випромінювання. Причини та наслідки не адаптації організмів до іонізуючого випромінювання.
5. Основні дозиметричні величини: поглинена доза, еквівалентна доза, ефективна доза.
6. Біологічна дія радіонуклідів різного типу. Поняття активності радіонукліда та питомої активності радіонукліда.
7. Нормативи доз іонізуючого випромінювання, отриманих живими організмами, та доз, які випромінюють матеріали та готова продукція.

**Завдання 1.** На підставі даних (таблиця 1) за рівнем річного опромінення населення та персоналу спеціальних об'єктів, розрахуйте, чи дотримуються на даній території та в межах об'єкту спеціального призначення нормативи радіаційної безпеки (див. таблиці 2-3).

При одночасній дії джерел зовнішнього та внутрішнього опромінення повинна виконуватись умова, згідно якої відношення річної дози зовнішнього випромінювання до гранично допустимої річної дози зовнішнього опромінення та відношення річних надходжень нуклідів інгаляційним та пероральним шляхом до їх річних гранично допустимих рівнів – в сумі не повинно перевищувати 1:

$$\frac{E_{\text{зовн}}}{ГРД} + \frac{\sum(R_{\text{інгал}})}{(ГР_{\text{інгал}})} + \frac{\sum(R_{\text{перор}})}{(ГР_{\text{перор}})} \leq 1$$

Где: E<sub>зовн</sub> – отримана річна ефективна доза від зовнішніх джерел; ГРД – гранично допустима річна ефективна доза; R<sub>інгал</sub>, R<sub>перор</sub> – річне надходження радіонуклідів інгаляційним та пероральним шляхом; ГР<sub>інгал</sub>, ГР<sub>перор</sub> – гранично допустиме річне надходження радіонуклідів інгаляційним та пероральним шляхом.

Таблиця 1.

**Параметри опромінення персоналу і населення**

Параметри опромінення:	Персонал:	Населення:	Коефіцієнт екологічної небезпеки, $K_{ЕН}$
Отримана річна ефективна доза:	10 мЗв/рік	0,15 мЗв/рік	
Річне надходження інгаляційним шляхом (Бк/рік):			
- стронцій, Sr-90	$0,46 \cdot 10^4$	$0,21 \cdot 10^4$	
- йод, I-131	$0,15 \cdot 10^5$	$0,12 \cdot 10^5$	
- цезій, Cs-137	$0,19 \cdot 10^5$	$0,07 \cdot 10^5$	
- плутоній, Pu-239	$0,20 \cdot 10^1$	$0,03 \cdot 10^1$	
Річне надходження пероральним шляхом (Бк/рік):			
- стронцій, Sr-90	$0,36 \cdot 10^4$	$0,41 \cdot 10^4$	
- йод, I-131	$0,45 \cdot 10^4$	$0,52 \cdot 10^4$	
- цезій, Cs-137	$0,73 \cdot 10^4$	$0,84 \cdot 10^4$	
- плутоній, Pu-239	$0,30 \cdot 10^3$	$0,41 \cdot 10^3$	

Таблиця 2.

**Нормативи опромінення персоналу і населення**

Величина, яка нормується:	Дозові межі:	
	Особи з персоналу (група А)*	Особи з населення (група Б)
Ефективна доза (гранично допустима річна ефективна доза, ГРД):	20 мЗв в рік в середньому за будь-які послідовні 5 років, але $\leq 50$ мЗв/рік	1 мЗв в рік в середньому за будь-які послідовні 5 років, але $\leq 5$ мЗв/рік
Еквівалентна доза за рік в кришталику ока:	150 мЗв	15 мЗв
Еквівалентна доза за рік в шкірі, кистях і стопах	500 мЗв	50 мЗв

\* Для осіб групи Б усі дозові межі не повинні перевищувати 0,25 дозових меж для групи А.

Таблиця 3.

**Нормативи інгаляційного та перорального опромінення людей внаслідок розпаду радіонуклідів різних типів**

Радіонуклід:	Інгаляційний шлях:			Пероральний шлях:		
	Дозовий коефіцієнт, Зв/Бк	Гранично допустиме річне надходження ГРНінгал, Бк/рік	Допустима об'ємна активність, Бк/м <sup>3</sup>	Дозовий коефіцієнт, Зв/Бк	Гранично допустиме річне надходження, ГРНперор, Бк/рік	Допустима питома активність, Бк/кг
Sr-90	$2,4 \cdot 10^{-8}$	$4,2 \cdot 10^4$	5,7	$2,8 \cdot 10^{-8}$	$3,6 \cdot 10^4$	$4,5 \cdot 10$
I-131	$7,6 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10$	$2,2 \cdot 10^{-8}$	$4,5 \cdot 10^4$	$5,7 \cdot 10$
Cs-137	$4,8 \cdot 10^{-9}$	$2,1 \cdot 10^5$	$2,9 \cdot 10$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	$7,7 \cdot 10^4$	$9,6 \cdot 10$

Pu-239	$4,7 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^1$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^3$	5,0
--------	---------------------	------------------	---------------------	---------------------	------------------	-----

**Завдання 2.** Перевірка партії будівельного щебню за допомогою радіометра питомої активності РУГ-2001 показала, що питома активність радію  $^{226}\text{Ra}$  становила 180 Бк/кг, технецію  $^{232}\text{Th}$  – 65 Бк/кг та калію  $^{40}\text{K}$  – 70 Бк/кг. Розрахуйте сумарну ефективну питому активність природних радіонуклідів в даній партії будівельних матеріалів і зробіть висновок про їх можливе цільове використання.

$$A_{\text{ЕФ}} = A_{\text{Ra}} + 1,31 \cdot A_{\text{Th}} + 0,085 \cdot A_{\text{K}} =$$

Де:  $A_{\text{ЕФ}}$  – сумарна ефективна питома активність радіонуклідів, Бк/кг;  $A_{\text{Ra}}$ ,  $A_{\text{Th}}$ ,  $A_{\text{K}}$  – питома активність природних радіонуклідів  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ; 1,31 та 0,085 – вагові коефіцієнти ефективності  $^{232}\text{Th}$  та  $^{40}\text{K}$  по відношенню до  $^{226}\text{Ra}$ .

При  $A_{\text{ЕФ}} < 370$  Бк/кг, будівельні матеріали дозволяється використовувати для усіх видів будівництва; при  $A_{\text{ЕФ}}=370-740$  Бк/кг, будівельні матеріали дозволяється використовувати для дорожнього та промислового будівництва; при  $A_{\text{ЕФ}} > 740$  Бк/кг, будівельні матеріали дозволяється використовувати для будівництва промислових об'єктів, на яких не перебувають люди, а також для дорожнього будівництва за межами населених пунктів або в населених пунктах за умови покриття зверху іншими матеріалами завтовшки не менше 0,5 м.

**Висновок:** \_\_\_\_\_

#### Література:

1. Державні санітарні правила "Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України". 2005. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0552-05>
2. Закон України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку".
3. Закон України "Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії".
4. Закон України "Про поводження з радіоактивними відходами".
5. Закон України "Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання".
6. Закон України "Про видобування і переробку уранових руд".
7. Постанова Кабінету Міністрів України від 06.12.2000 N 1782 "Про затвердження Порядку ліцензування окремих видів діяльності у сфері використання ядерної енергії".
8. Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.97 N 62 "Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів "Норми радіаційної безпеки України" (далі - НРБУ-97).
9. Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 12.07.2000 N 116 "Про затвердження значень гігієнічних нормативів "Норми радіаційної безпеки України, доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення" (далі - НРБУ-97/Д-2000).
10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 09.10.2000 N 247 "Про затвердження Тимчасового порядку проведення державної санітарно-гігієнічної експертизи", зареєстрований в Міністерстві юстиції України 10.01.2001 р. за N 4/5195.

### Заняття № 9

#### Тема: Біологічне забруднення атмосферного повітря.

#### Контрольні запитання:

1. Типи біологічного забруднення атмосферного повітря.
2. Методи відбору проб для оцінки рівня біологічного забруднення повітря.
2. Основні показники санітарно-мікробіологічного стану повітря.
3. Встановлення типу мікробіологічного забруднення повітря за допомогою аналізу ДНК.
4. Встановлення типу летких продуктів життєдіяльності організмів. Фізіологічна дія даних речовин на інші організми.

**Завдання 1.** Використовуючи нормативи, наведені в таблиці 1, встановіть рівень біологічного забруднення повітря в ідальні навчального закладу, якщо після відбору проб повітря апаратом Кротова протягом 5 хвилин зі швидкістю 10 л/хвил на відповідних поживних середовищах виросло 27 колоній бактерій та 108 колоній грибів.

X бактер =

X гриби =

**Висновок:** \_\_\_\_\_

Встановлення кількості колоній мікроорганізмів в перерахунку на 1 м<sup>3</sup> повітря приміщення відбувається за наступною формулою:

$$X = \frac{N \cdot 1000}{V}$$

Де: X – кількість колоній мікроорганізмів в перерахунку на 1 м<sup>3</sup> повітря приміщення, колоній/м<sup>3</sup>; N – кількість колоній, які вирости на поживному середовищі чашки Петрі після експозиції чашки Петрі в апараті Кротова; V – обсяг повітря, який був прокачаний крізь апарат Кротова, в літрах (розраховується як результат множення швидкості подачі повітря на час подачі повітря в апарат Кротова); 1000 – коефіцієнт перерахунку на 1 м<sup>3</sup> повітря.

Таблиця 1.

### Категорії забруднення повітря мікроорганізмами в непромислових приміщеннях

Категорії забруднення:	Бактерії, кількість колоній / м <sup>3</sup> повітря	Гриби, кількість колоній / м <sup>3</sup> повітря	Гриби, кількість колоній / грам пилу
Дуже низьке	< 50	< 25	< 10 000
Низьке	< 100	< 100	< 20 000
Середнє	< 500	< 500	< 50 000
Високе	< 2000	< 2000	< 120 000
Дуже високе	> 2000	> 2000	> 120 000

**Завдання 2.** В біотехнології для біосинтезу нейтральних протеаз використовується штам ґрунтових бактерій *Bacillus subtilis* 103, а для біосинтезу ксиліту – штам грибів *Candida tropicalis* Y-456. Спори бактерій та грибів, за умов недоочищення повітря в вентиляційній системі підприємства, можуть потрапляти в навколишнє середовище і завдавати шкоди здоров'ю людей, які мешкають на прилеглих територіях. За допомогою апарата Кротова був проведений відбір проб атмосферного повітря в населеному пункті, на території якого функціонує біотехнологічне підприємство. Відбір проб здійснювали протягом 6 хвилин при швидкості потоку повітря 10 л/хвил. Для вибіркового виявлення спор бактерій *Bacillus subtilis* штаму 103 та грибів *Candida tropicalis* Y-456 – в чашках Петрі використовувались спеціальні селективні поживні середовища. Через дві доби на відповідних чашках Петрі виростило 270 колоній бактерій *Bacillus subtilis* штаму 103 та 85 колоній грибів *Candida tropicalis* Y-456. Зробіть висновок про санітарний стан повітря в даному населеному пункті, використовуючи нормативи, наведені в таблиці 2.

X бактер =

X гриби =

**Висновок:** \_\_\_\_\_

Таблиця 2.

### Гранично-допустимі концентрації мікроорганізмів (ГДК), які використовуються в біотехнологічному виробництві, в атмосферному повітрі населених пунктів.

Найменування організму-продуцента, його призначення:	ГДК, кл/м <sup>3</sup>
<i>Aspergillus awamori</i> 120/177*, синтез глюкоамілази	200
<i>Aspergillus terreus</i> 44-62*, синтез ловастатину	30
<i>Bacillus subtilis</i> 65*, синтез нейтральної протеїнази та амілази	4000
<i>Bacillus subtilis</i> 72, синтез лужної протеази	5000
<i>Bacillus subtilis</i> 103, синтез нейтральної протеази	5000
<i>Bacillus licheniformis</i> 1001*, синтез бацитрацину	5000
<i>Candida tropicalis</i> Y-456*, синтез ксиліту	30
<i>Penicillium canescens</i> F-832*, синтез ксиланази	200



\* - мікроорганізми, які спроможні викликати алергічні захворювання

**Завдання 3.** 15 жовтня 2001 року терористи надіслали в поштовому конверті спори бактерій сибірської виразки *Bacillus anthracis* сенатору Tom Daschle (Вашингтон, США). 21 жовтня помер від сибірської виразки один з робітників Вашингтонської пошти. Зразки повітря з небезпечних зон піддали ДНК аналізу. При цьому для проведення ПЛР-реакції використовували фрагмент ДНК, які відповідають гену *capA* – специфічному для бактерій *Bacillus anthracis*. Результати аналізу ДНК наведені на малюнку 1 (за Higgins et al., 2003).

Дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) На якому принципі основано проведення ПЛР-реакції? \_\_\_\_\_
- 2) Чому в даному дослідженні для проведення ПЛР-реакції в якості ДНК-затравки використовували фрагмент гену *capA*? \_\_\_\_\_
- 3) Результати аналізу ДНК наведені на малюнку 1. В якій з проб було виявлено присутність ДНК бактерій, що викликають сибірську виразку? \_\_\_\_\_
- 4) Яку молекулярну вагу мають фрагменти ДНК, що містять ген *capA* бактерій сибірської виразки? \_\_\_\_\_

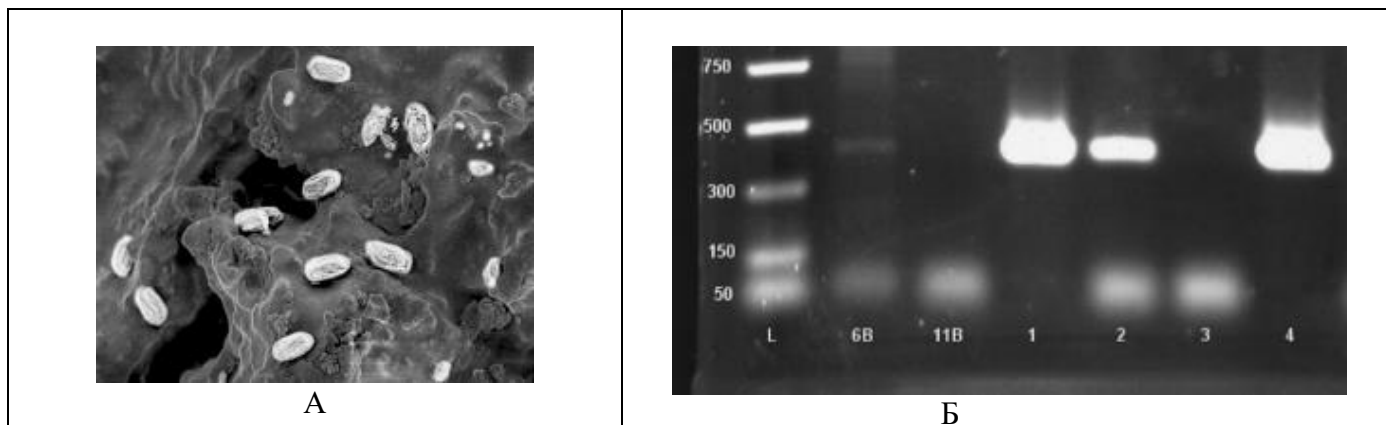


Рис. 1А. Скануюча електронна мікрофотографія спор бактерій сибірської виразки *Bacillus anthracis* (за Edmonds et al., 2009)

Рис. 1Б. Результати ДНК аналізу зразків контрольних та підозрюваних на присутність спор бактерій сибірської виразки *Bacillus anthracis*. Лінія L – індикатор молекулярної ваги фрагментів ДНК; лінія 3 – негативний контроль, який не містить спори бактерій сибірської язви; лінія 4 – позитивний контроль, який містить спори бактерій сибірської язви; 6В, 11В, 1, та 2 – зразки, які тестувались за підозрою на присутність спор бактерій сибірської виразки (за Higgins et al., 2003).

#### Література:

1. Higgins J.F., Cooper M., Schroeder-Tucker L., Black S., Miller D., Karns J.S., Manthey E., Breeze R., Perdue M.L. A field investigation of *Bacillus anthracis* contamination of U.S. Department of Agriculture and other Washington, D.C., buildings during the anthrax attack of October 2001 // *Appl. Env. Microbiol.* – 2003. – Vol. 69, No. 1. – P. 593-599.
2. Edmonds J.M., Collett P.J., Valdes E.R., Skowronski E.W., Pellar G.J., Emanuel P.A. Surface sampling of spores in dry-deposition aerosols // *Appl. Env. Microbiol.* – 2009. – Vol. 75, No.1. – P. 39-44.
3. Закон України «Про охорону атмосферного повітря». <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2707-12>
4. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). Правила. Норми. Міністерство охорони здоров'я України. N 201, 09.07.1997.
5. Общая гигиена. Руководство к лабораторным занятиям: учебное пособие. - Кича Д.И. 2009. - 288 с. : ил.
6. [http://www.agrohim.com.ua/useful\\_information-36.html](http://www.agrohim.com.ua/useful_information-36.html)
7. <http://studentus.net/book/115-osnovi-zagalnoyi-ta-farmaceutichnoyi-gigiyeni/8-tema-4-gigiyenichna-ocinka-mikrobnogo-zabrudnennya-povitrya-primishhen.html>

## Заняття № 10

### Частина 1.

Тема: Екологічна безпека водних об'єктів. Екологічна безпека питної води.

#### Контрольні запитання:

1. Відбір проб води та доних відкладень для аналізу.
2. Експрес-методи аналізу якості води.
3. Лабораторні методи виявлення присутності у воді важких металів та органічних забруднюючих речовин.
4. Техногенна евтрофікація води. Причини та наслідки.
5. Основні санітарно-гігієнічні показники якості води.
6. Розрахунок коефіцієнту екологічної небезпеки (Кен) та сумарного техногенного забруднення води (Zс).
7. Використання біологічних тестів для оцінки токсичності та мутагенності питної води.
8. Показники біологічного забруднення води: колі-індекс, колі-титр.

**Завдання 1.** Аналіз хімічного складу питної води з кранів міської водопроводної мережі показав присутність у воді пестицидів в наступних концентраціях: атразина – 0,00002 мг/л; алдрина – 0,015 мкг/л; паратіона – 0,00006 мг/л. На підставі відповідних розрахунків зробіть висновок щодо придатності даної питної води до споживання. \_\_\_\_\_

**Висновок:** \_\_\_\_\_

Таблиця 1.

#### Санітарно-хімічні показники безпеки та якості питної води\*

(\*у відповідності до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10, наказ Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010)

№	Речовина:	ГДК, мг/л	№	Речовина:	ГДК, мг/л
1.	Марганець	0,05	21.	Нікель	0,02
2.	Мідь	1,0	22.	Селен	0,01
3.	Поліфосфати	3,5	23.	Хром	0,05
4.	Хлор залишковий	0,5	24.	Бензапірен	0,005
5.	Цинк	1,0	25.	Дибромхлорметан	10
6.	Алюміній	0,20	26.	Пестициди (окрім алдрина, диелдрина, гептахлорида)	0,0001 (кожний)
7.	Амоній	0,5	27.	Алдрин, диелдрин, гептахлорид	0,03 мкг/л (кожний)
8.	Кадмій	0,001	28.	Пестициди (всього)	0,0005
9.	Поліакриламід залишковий	2,0	29.	Тригалогенметани (всього)	100
10.	Молібден	0,07	30.	Феноли леткі	0,001
11.	Нітрати	50,0	31.	Хлорфеноли	0,0003
12.	Нітрити	0,5	32.	Берилій	0,0002
13.	Ртуть	0,0005	33.	Бор	0,5
14.	Свинець	0,01	34.	Стронцій	7,0
15.	Миш'як	0,01	35.	Сурьма	0,005
16.	Формальдегід	0,05	36.	Цианіди	0,05
17.	Хлороформ	60	37.	Бензол	0,001
18.	Нафтопродукти	0,1	38.	1,2-дихлоретан	3,0

19.	Кобальт	0,1		39.	Тетрахлорвуглець	2,0
20.	Поверхнево-активні речовини, аніонні	0,5		40.	Трихлоретилен та тетрахлоретилен (сума)	10,0

\*Сума тригалогенметанів встановлюється як сума концентрацій хлороформу, бромоформу, дибромхлорметану, бромдихлорметану.

**Завдання 2.** Для оцінки рівня біологічного забруднення води, 0,3 мл проби води нанесли в чашку Петрі з поживним середовищем, яке містить лактозу. Через 24 години в термостаті при +43<sup>0</sup>С виросло 11 колоній бактерій. Забарвлення за Грамом показало, що серед них присутні 9 грам-негативних колоній. Розрахуйте колі-індекс та колі-титр для даної води і оцініть її придатність для використання в якості питного джерела. \_\_\_\_\_

**Висновок:** \_\_\_\_\_

\*Колі-титр – це показник якості води, що вказує яка кількість бактерій кишкової палички присутня в 1000 мл води. Колі-індекс – це показник якості води, що вказує в якій кількості води знаходиться 1 бактерія кишкової палички.

**Завдання 3.** Дані про концентрацію важких металів та алюмінію в питній воді колодязів в селищі Дмитрівка, а також інформація про природний фоновий вміст цих хімічних елементів на даній території та значення їх гранично допустимих концентрацій у воді колодязів наведені в таблиці 2.

А) Розрахуйте покомпонентний та сумарний коефіцієнти екологічної небезпеки присутності важких металів та алюмінію в питній воді с. Дмитрівка, отримані дані внесіть до таблиці 2 і зробіть висновок про можливість споживання питної води з колодязів даного населеного пункту. \_\_\_\_\_

**Висновок:** \_\_\_\_\_

Б) Встановіть рівень антропогенного забруднення питної води важкими металами та алюмінієм за сумарним показником забруднення, використовуючи нормативи, наведені в таблиці 3.

**Висновок:** \_\_\_\_\_

Таблиця 2.

**Показники забруднення питної води важкими металами та алюмінієм в с. Дмитрівка**

№	Хімічний елемент	Сі	Сф	Ксі	ГДКі	Кен
1.	Цинк (Zn)	2,7	3,1		5	
2.	Марганець (Mn)	0,05	0,03		0,1	
3.	Мідь (Cu)	0,1	0,15		1	
4.	Залізо (Fe)	0,02	0,02		0,3	
5.	Кадмій (Cd)	0,0004	0,0005		0,001	
6.	Свинець (Pb)	0,03	0,02		0,1	
7.	Алюміній (Al)	0,39	0,31		0,5	

Де: Сі – вміст хімічного елементу в гідрологічному об'єкті, який досліджується (мг/кг); Сф – природний фон (природна концентрація) хімічного елементу (мг/кг); Ксі – коефіцієнт концентрації хімічного елементу;

ГДКі – гранично допустима концентрація і-го хімічного елемента в питній воді колодязів (мг/кг); Кен – коефіцієнт екологічної небезпеки і-го хімічного елемента.

Розрахунки коефіцієнту екологічної небезпеки присутності хімічного елемента у воді:

$$K_{en} = \frac{C_i}{ГДК_i}$$

де **Кен** – коефіцієнт екологічної небезпеки присутності і-го хімічного елемента у воді; **Сі** – вміст і-го хімічного елемента в гідрологічному об'єкті, який досліджується; **ГДКі** – гранично допустима концентрація і-го хімічного елемента у воді колодязів.

В нормі, сума коефіцієнтів екологічної небезпеки присутності хімічних елементів з подібним механізмом дії не повинна перевищувати одиниці, т.т., в нормі:  $\Sigma K_{en} \leq 1$  або  $C_i/ГДК_i + C_j/ГДК_j + \dots + C_k/ГДК_k \leq 1$ .

Розрахунок коефіцієнту концентрації хімічного елемента у воді:

$$K_{ci} = \frac{C_i}{C_{\phi}}$$

де **Ксі** – коефіцієнт концентрації і-го хімічного елемента; **Сі** – вміст хімічного елемента в гідрологічному об'єкті, який досліджується; **Сф** – природний фон (природна концентрація) і-го хімічного елемента.

Розрахунок сумарного показника забрудненості води:

$$Z_c = (\Sigma K_{ci}) - (n - 1)$$

де: **Zc** – сумарний показник забрудненості природного компонента (грунтів, води, повітря, біоти); **Ксі** – коефіцієнт концентрації і-го хімічного елемента; **n** – загальна кількість хімічних елементів, які враховувались в даному дослідженні.

Таблиця 3.

### Рівень антропогенного забруднення води за сумарним показником забруднення

Значення сумарного показника забруднення, Zc:	Рівень забруднення води:
Менше ніж 10	Слабке забруднення
10 - 30	Середнє забруднення
31 - 100	Високе забруднення
Більше ніж 100	Дуже високе забруднення

#### Література:

1. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". 2010. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>
2. N 4630-88, 04.07.1988, Правила, Норми, Органи влади СРСР Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. СанПіН 4630-88. <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1076.772.0>.
3. 28. ДСТУ 4077-2001. Якість води. Визначення рН (ISO 10523:1994, MOD).
4. ДСТУ 4173-2003. Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD).
5. ДСТУ 4174-2003. Якість води. Визначення хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 10706:2000, MOD).
6. ДСТУ EN 1420-1:2004. Якість води. Визначення впливу органічних речовин на якість води, призначеної для споживання людиною. Оцінювання води в трубопровідних системах на запах. - Частина 1. Метод випробування (EN 1420-1:1999, IDT).
7. ДСТУ EN 1484-2003. Дослідження води. Настанови щодо визначення загального і розчиненого органічного вуглецю (EN 1484:1997, IDT).
8. ДСТУ ISO 6332-2003. Якість води. Визначення заліза. Спектрометричний метод із використанням 1, 10 - фенатроліну (ISO 6332:1988, IDT).
9. ДСТУ ISO 6468-2002. Якість води. Визначення вмісту окремих хлорорганічних інсектицидів, поліхлорованих біфенілів та хлорбензолів. Метод газової хроматографії після екстракції типу "рідина - рідина" (ISO 6468:1996, IDT).
10. ДСТУ ISO 6703-1:2007. Якість води. Визначення ціанідів. Частина 1. Визначення загального вмісту ціанідів (ISO 6703-1:1984, IDT).
11. ДСТУ ISO 6777-2003. Якість води. Визначення нітритів. Спектрометричний метод молекулярної абсорбції (ISO 6777:1984, IDT).

12. ДСТУ ISO 6778-2003. Якість води. Визначання амонію. Потенціометричний метод (ISO 6778:1984, IDT).
13. ДСТУ ISO 7027-2003. Якість води. Визначання каламутності (ISO 7027:1999, IDT).
14. ДСТУ ISO 7887-2003. Якість води. Визначання і досліджування забарвленості (ISO 7887:1994, IDT).
15. ДСТУ ISO 9696-2001. Захист від радіації. Вимірювання альфа-активності у прісній воді. Метод концентрованого джерела (ISO 9696:1992, IDT).
16. ДСТУ ISO 9963-1:2007. Якість води. Визначення лужності. - Частина 1. Визначення загальної та часткової лужності (ISO 9963-1:1994, IDT).
17. ДСТУ ISO 10301-2004. Якість води. Визначання високолетких галогенованих вуглеводнів методом газової хроматографії (ISO 10301:1997, IDT).
18. ДСТУ ISO 10304-3:2003. Якість води. Визначання розчинених аніонів методом рідинної іонної хроматографії. - Частина 3. Визначання хромату, йодиду, сульфїту, тіоціанїду та тіосульфату (ISO 10304-3:1997, IDT).
19. ДСТУ ISO 10304-4:2003. Якість води. Визначання розчинених аніонів методом рідинної хроматографії. - Частина 4. Визначання хлорату, хлориду і хлориту у воді з низьким рівнем забруднення (ISO 11885:1996, IDT).
20. ДСТУ ISO 11885-2005. Якість води. Визначення 33 елементів методом атомно-емісійної спектросметрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ISO 6777:1984, IDT).
21. ДСТУ ISO 17993:2008. Якість води. Визначення 15 поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) у воді методом високоефективної рідинної хроматографії з флуоресцентним детектуванням після рідинно-рідинного екстрагування (ISO 17993:2002, IDT).
22. Методичні вказівки. Санітарно-вірусологічний контроль водних об'єктів, затверджені наказом МОЗ від 30.05.2007 N 284.
23. Методичні вказівки. МВ 10.2.1-113-2005. Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води, затверджені наказом МОЗ від 03.02.2005 N 60.
24. Методичні вказівки. МВ 10.10.2.1-071-00. Санітарно-паразитологічні дослідження води питної.
25. Методичні вказівки N 0052-98 Газохроматографічне визначення тригалогенметанів (хлороформу) у воді, затверджені постановою головного державного санітарного лікаря України від 01.02.99 N 2.
26. Методичні рекомендації. МР 10.10.2.1-137-2007. Застосування тестових наборів COLILERT-18 для санітарно-бактеріологічного контролю якості води, затверджені наказом МОЗ від 24.01.2007 N 24.
27. Методичні рекомендації. МР 10.10.21-155-2008. Визначення найбільш вірогідного числа мікроорганізмів у воді з використанням тестів діагностичних Quanti-Disk та SimPlate, затверджені наказом МОЗ від 14.03.2008 N 138.
28. Руководящий документ. РД 52.24.66-88. Методические указания по определению содержания галогенорганических пестицидов и их метаболитов в поверхностных водах.
29. Руководящий документ. РД 52.24.81-89. Методические указания по определению массовой концентрации цинка, меди, марганца, железа в природных водах атомно-абсорбционным методом с атомизацией пробы в пламени.
30. Руководящий документ. РД 52.24.473-95. Газохроматографическое определение летучих ароматических углеводородов в водах.
31. Руководящий документ. РД 118.02.28.88. Методика фотометрического определения мышьяка (III) и мышьяка (V).

## Частина 2.

### Тема: Забруднення акваторії стічними водами, які містять органічні речовини

#### Контрольні запитання:

1. Методики визначення присутності органічних забруднюючих речовин в воді.
2. Вплив органічних забруднюючих речовин на біоту аквальної екосистем.
3. Поняття «сапробності» водоймища. Олігосапробні, мезосапробні, полісапробні водойми.
4. Показник хімічного зв'язування кисню (ХЗК).
5. Показник біологічного споживання кисню (БСК).
6. Екологічні нормативи якості природних та стічних вод за показниками ХЗК та БСК.

**Завдання 1.** Розрахуйте допустимий рівень забруднення стічних вод органічними речовинами за показником БСК, якщо час від моменту скидання стічних вод до їх приходу до місця водозабору - 2 доби.

ГДК води в пунктах водозабору за показником БСК становить 6 мг/л.

1) Проведіть розрахунки:

а) для літнього скидання стічних вод ( $t^0$  води в річці  $+20^0\text{C}$ ): \_\_\_\_\_

б) для зимового скидання стічних вод ( $t^0$  води в річці  $0^0\text{C}$ ): \_\_\_\_\_

2) Зробіть висновок про необхідність коректування складу стічних вод протягом року для скидання в дану акваторію: \_\_\_\_\_

3) Як змінюються вимоги до показника БСК стічних вод в залежності від відстані від місця скидання стічних вод до пункту водозабору? \_\_\_\_\_

Величину БСК для стічних вод розраховують, використовуючи наступну формулу:

$$\text{БСК}_{\text{стіч.вод}} = \frac{\text{БСК}_{\text{ГДК}}}{10^{-K \cdot T}}$$

Де: БСК<sub>стіч.вод.</sub> – показник БСК для стічних вод, які скидаються до водойми; БСК<sub>ГДК</sub> – гранично допустимі значення БСК у воді, яка використовується для водозабору;  $10^{-K \cdot T}$  – коефіцієнт, який характеризує швидкість окислення органічних речовин у воді:  $K$  – константа швидкості процесу окислення органічних речовин, яка залежить від температури води,  $T$  – час, за який вода надходить до пункту водозабору (значення  $K$  та  $T$  знайдіть по таблицям 1 і 2, відповідно).

Таблиця 1.

**Величина константи швидкості процесів окислення при різних температурах води**

t <sup>0</sup> C	K	t <sup>0</sup> C	K	t <sup>0</sup> C	K	t <sup>0</sup> C	K
0	0,04	12	0,07	20	0,10	26	0,13
5	0,05	15	0,08	22	0,11	28	0,14
9	0,06	18	0,09	24	0,12	29	0,15

Таблиця 2.

**Значення величини  $10^{-K \cdot T}$  при змінних значеннях  $K$  і  $T$  (в добах)**

Константа швидкості окислення речовин, K:	Час за який вода доходить до пункту водозабору, доби, T:									
	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
0,04	0,977	0,955	0,912	0,871	0,832	0,794	0,759	0,692	0,631	0,575
0,06	0,966	0,933	0,871	0,813	0,759	0,708	0,661	0,575	0,501	0,437
0,08	0,955	0,912	0,832	0,759	0,692	0,631	0,575	0,479	0,398	0,331
0,10	0,944	0,891	0,794	0,708	0,631	0,572	0,501	0,398	0,316	0,251
0,12	0,933	0,871	0,759	0,661	0,575	0,501	0,436	0,331	0,251	0,191
0,14	0,922	0,851	0,724	0,617	0,525	0,447	0,322	0,275	0,200	0,145
0,16	0,912	0,832	0,692	0,575	0,479	0,398	0,331	0,229	0,159	0,110
0,18	0,903	0,823	0,661	0,537	0,437	0,355	0,288	0,191	0,126	0,083
0,20	0,891	0,794	0,631	0,501	0,393	0,316	0,251	0,158	0,100	0,063
0,22	0,881	0,776	0,603	0,468	0,363	0,283	0,219	0,132	0,079	0,049
0,24	0,871	0,759	0,575	0,437	0,331	0,251	0,191	0,110	0,063	0,036
0,26	0,861	0,741	0,550	0,407	0,302	0,224	0,166	0,091	0,050	0,025
0,28	0,851	0,724	0,525	0,380	0,275	0,199	0,145	0,076	0,050	0,021
0,30	0,841	0,708	0,501	0,355	0,351	0,178	0,126	0,063	0,032	0,016
0,40	0,794	0,631	0,398	0,251	0,158	0,100	0,063	0,025	0,010	0,006
0,50	0,750	0,565	0,316	0,178	0,100	0,056	0,032	0,010	0,003	0,001

**Література:**

1. Нормативи екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК-5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту). 2012. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12>
2. <http://www.ecolife.org.ua/data/tdata/td1-2-4.php>

3. <http://www.anchem.ru/literature/books/muraviev/026.asp>
4. Гигиена, санология, екологія: учебное пособие / под ред. Л. В. Воробьевой. - 2011. - 255 с.
5. <http://uk.wikipedia.org/wiki/>

### Частина 3.

#### Тема: Самоочищення аквальної екосистем

#### Контрольні запитання:

1. Шляхи самоочищення екосистем від забруднюючих речовин.
2. Механічне самоочищення екосистем.
3. Утримання забруднюючих речовин на геохімічних бар'єрах. Фізичні, хімічні та біологічні бар'єри в екосистемах.
4. Деструкція забруднюючих речовин. Фізико-хімічна та біологічна деструкція.
5. Природні та антропогенні фактори, які впливають на швидкість самоочищення екосистем.

**Завдання 1.** Природний потенціал самоочищення поверхневих вод. Використовуючи інформацію, наведену на малюнку 1, дайте відповіді на наступні запитання:

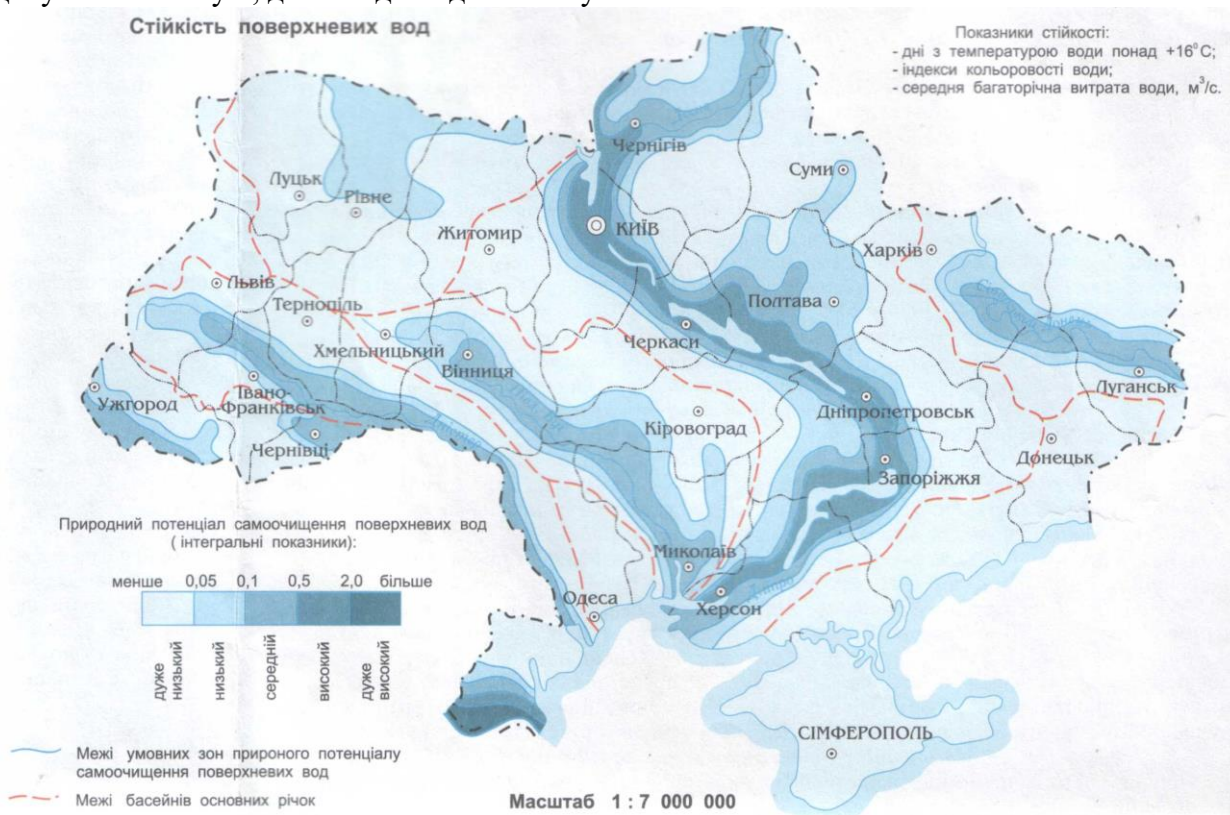


Рис. 1. Природний потенціал самоочищення поверхневих вод України від природного та антропогенного забруднення (Барановський, Шищенко, 2002).

1) Перерахуйте показники, які характеризують природну стійкість поверхневих вод до забруднення: \_\_\_\_\_

2) Для яких акваторій України встановлений найбільш високий природний потенціал самоочищення поверхневих вод? З якими гідрологічними та кліматичними факторами це пов'язано? \_\_\_\_\_

4) Для яких акваторій України встановлений найменший природний потенціал самоочищення поверхневих вод? З якими гідрологічними та кліматичними факторами це пов'язано? \_\_\_\_\_



**Завдання 2.** Зі стічної труби підприємства в районі міста Київ відбувається скидання стічних вод, які містять токсичні метали, в р. Дніпро. Витрати води стічною трубою становлять  $q=16\text{ м}^3/\text{сек}$ , концентрація іонів свинцю в стічній воді  $C_{\text{стока}}=3\text{ мг/л}$ .

1) Розрахуйте необхідне розбавлення стічних вод (пнеобхід) в річці Дніпро для досягнення гранично-допустимої концентрації іонів свинцю у воді ( $C_{\text{ГДКРб}^{2+}}=0,1\text{ мг/л}$ ):

$$\text{пнеобхід} = \frac{C_{\text{стока}}}{C_{\text{ГДКРб}^{2+}}}$$

2) Розрахуйте реальну величину розведення стічних вод, що скидаються (преальне), при їх потраплянні в р.Дніпр, якщо відомо, що витрати води річкою на даній ділянці становлять  $Q = 1370\text{ м}^3/\text{сек}$ , середня швидкість течії річки  $V_{\text{ср}} = 0,29\text{ м/сек}$ , середня глибина русла річки  $R_{\text{ср}}=7\text{ м}$ :

$$\text{преальне} = \frac{a \cdot Q + q}{q}$$

Де:  $q$  – витрати води стічною трубою,  $\text{м}^3/\text{сек}$ ;  $Q$  – витрати води річкою на даній ділянці,  $\text{м}^3/\text{сек}$ ;  $a$  – коефіцієнт, який враховує гідравлічні фактори, що забезпечують інтенсивність перемішування річкової води на даній ділянці:

$$a = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}}$$

Де:  $\varphi$  - коефіцієнт звивистості русла,  $\varphi = 1,67$ ;  $\xi$  - коефіцієнт, який залежить від місця випуску стічних вод (приймається для берегового випуску рівним 1, а для випуску до фарватеру – 1,5);  $q$  – витрати води стічною трубою;  $E$  - коефіцієнт турбулентної дифузії, для рівнинних річок визначається за формулою:

$$E = \frac{V_{\text{ср}} \cdot R_{\text{ср}}}{200}$$

Де:  $V_{\text{ср}}$  – середня швидкість течії на даній ділянці,  $\text{м/сек}$ ;  $R_{\text{ср}}$  – середня глибина річки,  $\text{м}$ ;

3) Зробіть висновок про дотримання підприємством нормативів скидання стічних вод: \_\_\_\_\_

4) Розрахуйте, яка концентрація іонів свинцю є припустимою в стічних водах (Сприпустиме), які скидаються в р.Дніпр на даній ділянці її течії:

$$\text{Сприпустиме} = \frac{C_{\text{стока}} \cdot \text{преальне}}{\text{пнеобхід}}$$

**Завдання 3.** В морській бухті, з площею поверхні води  $0,43\text{ км}^2$  (або  $430000\text{ м}^2$ ), відбувся аварійний викид 1 тони нафти. Скільки часу знадобиться для самоочищення акваторії бухти:

а) лише зарахунок деструкції вуглеводнів нафти мікроорганізмами (швидкість деструкції в даних кліматичних умовах становить  $2\text{ мг/м}^2$  за добу).

б) за умов одночасної деструкції вуглеводнів нафти і мікроорганізмами, і шляхом фотохімічного розкладання (швидкість фотохімічного розкладання в даних кліматичних умовах - також становить приблизно  $2\text{ мг/м}^2$  за добу).\_\_\_\_\_

**Завдання 4.** У відповідності до виробничого циклу, текстильне підприємство раз на три дні скидає в озеро (площа поверхні якого становить приблизно  $70\ 000\text{ м}^2$ ), стічні води, які містять синтетичні поверхнево-активні речовини. І зокрема – алкілсульфати, в концентрації  $0,25$  кілограм. Чи дотримуються на підприємстві санітарних норм скидання алкілсульфатів у складі стічних вод, якщо відомо, що швидкість деструкції цієї речовини мікроорганізмами в воді озера становить біля  $0,64\text{ мг/м}^2$  за добу. При цьому слід відзначити, що в кліматичних умовах даної місцевості не відбувається інтенсивного розкладання алкілсульфатів за рахунок фізико-хімічних факторів навколишнього середовища.\_\_\_\_\_

#### Література:

1. Барановський В.А., Шищенко П.Г. Стійкість природного середовища. – К.: 2002. – 35 с.
2. Голубовская Э.К.. Биологические основы очистки воды. Учебное пособие. - М.: Высшая школа. - 268 с., 1978. учебника
3. <http://mediclab.com.ua/index.php?newsid=13056>
4. Е.И. Гончарук. Коммунальная гигиена, 2006.
5. 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>



## Заняття № 11

### Частина 1.

**Тема: Оцінка рівня накопичення забруднюючих речовин в донних відкладеннях водойм.  
Екологічна безпека донних відкладень поверхневих водойм.**

#### Контрольні запитання:

1. Гідрологічні геохімічні бар'єри.
2. Швидкість переходу забруднюючих речовин з води в донні відкладення. Вплив аквальної біоти на швидкість означеного переходу.
3. Умови зворотнього руху забруднюючих речовин з донних відкладень у воду.
4. Методи очищення донних відкладень від забруднюючих речовин.
5. Санітарно-гігієнічні нормативи оцінки рівня небезпеки донних відкладень.
6. Можливі шляхи використання донних відкладень, забруднених хімічними речовинами.

**Завдання 1.** На підставі даних, наведених в таблицях 1 та 2 (матеріали Державного управління охорони навколишнього середовища в Херсонській області за 2007 рік):

1) Розрахуйте коефіцієнти екологічної небезпеки вмісту у воді та в донних відкладеннях р. Дніпр наступних пестицидів: трьох ізоформ гексахлорциклогексану (ГХЦГ); ДДТ та його метаболітів. Отримані дані внесіть до таблиць 1 та 2.

Коефіцієнт екологічної небезпеки (Кен):

$$K_{en} = \frac{C_i}{ГДК_i}$$

Де: Кен – коефіцієнт екологічної небезпеки присутності пестициду в даному природному компоненті (вода або донні відкладення);  $C_i$  – вміст пестициду в природному компоненті, який досліджується (вода або донні відкладення); ГДК<sub>i</sub> – гранично допустима концентрація пестициду в природному компоненті, який досліджується (у воді або в донних відкладеннях).

2) Зробіть висновок про дотримання нормативів по вмісту особливо небезпечних пестицидів (ГХЦГ та ДДТ – пестициди I класу екологічної небезпеки) у воді та в донних відкладеннях р. Дніпр біля м. Херсон: \_\_\_\_\_

Нормативи вмісту пестицидів: в нормі сума коефіцієнтів екологічної небезпеки присутності пестицидів в природному компоненті не повинна перевищувати одиниці, т.т., в нормі:

$$C_i/ГДК_i + C_j/ГДК_j + \dots + C_k/ГДК_k \leq 1.$$

3) Порівняйте рівні накопичення пестицидів у воді та в донних відкладеннях. Для цього розрахуйте відповідні коефіцієнти накопичення і внесіть їх до таблиць 1-2:

$$K_{накопичення} = \frac{\text{Концентрація пестициду у воді}}{\text{Концентрація пестициду в донних відкладеннях}}$$

**Висновок:** \_\_\_\_\_

Таблиця 1.

**Вміст особливо небезпечних пестицидів в р. Дніпр нище м. Херсон**

Точка відбору проб	Концентрація ізоформ гексахлорциклогексану, ГХЦГ, мг/кг				ГДК, мг/кг (у воді водойм, в ґрунтах)	Кен
	α-ГХЦГ	β-ГХЦГ	γ-ГХЦГ (линдан)	Всього:		
Вода	0,062	0,01	0,018		0,02	
Донні	0,04	2,0	0,4		1,0	

відкладення						
Коефіцієнт накопичення					-	-

Таблиця 2.

**Вміст особливо небезпечних пестицидів в р. Дніпр нище м. Херсон**

Точка відбору проб	Концентрація ДДТ та його метаболітів, мг/кг				ГДК, мг/кг (у воді водойм, в ґрунтах)	Кен
	ДДТ	ДДЕ	ДДД	Всього:		
Вода	0,02	0,005	0,01		0,002	
Донні відкладення	0,4	1,0	2,0		0,1	
Коефіцієнт накопичення					-	-

**Завдання 2.** Донні відкладення, які мають у своєму складі 10% органічної речовини та 25% глинистої фракції, планується використовувати в якості органічних добрив на полях. Атомно-абсорбційний аналіз виявив присутність в донних відкладеннях кадмія в концентрації 6 мг/кг сухої ваги донних відкладень. Чи можливо використовувати ці донні мули в якості добрив на полях?

**Завдання 3.** В результаті проведення донно-заглиблювальних робіт, земснарядом були відібрані донні мули, які мають у своєму складі 10% органічної речовини та 25% глинистої фракції. Чи можливо використовувати ці донні відкладення для наміву території під житлове будівництво, якщо в їх складі методом тонкошарової хроматографії було встановлено присутність алдрину в концентрації 0,002 мг/кг, диелдрину в концентрації 0,01 мг/кг та ДДТ в концентрації 0,015 мг/кг.

**Завдання 4.** Аналіз донних відкладень р. Дніпр нище м.Херсон, показав присутність ДДТ та ГХЦГ (в таблиці 1 та 2, матеріали Державного управління охорони навколишнього середовища в Херсонській області за 2007 рік). До якого класу небезпеки відносяться дані мули і як можливо використовувати ці донні мули після проведення донно-заглиблювальних робіт?

**Завдання 5.** Донні відкладення містять глинистих фракцій 37% та органічних речовин 25%. Аналіз виявив нафтовуглеводні в концентрації 350 мг/кг. До якого класу небезпеки відносяться ці донні відкладення?

**Завдання 6.** Донні відкладення містять глинистої фракції – 29,8%, органічних речовин – 18%. Атомно-абсорбційний аналіз виявив присутність ртуті в концентрації 12 мг/кг сухої ваги донних відкладень. До якого класу небезпеки відносяться ці донні відкладення?

**Класифікація видобутих донних відкладень**

Клас IV. Небезпечно забруднені відкладення  
Рівень втручання \_\_\_\_\_

Клас III. Сильно забруднені відкладення  
Перевірочний рівень \_\_\_\_\_

Клас II. Помірно забруднені відкладення  
Граничний рівень \_\_\_\_\_

Клас I. Слабкозабруднені відкладення  
Цільовий рівень \_\_\_\_\_

Клас 0. Чисті відкладення

У відповідності з таблицею 1 для визначення чотирьох нормативних рівней концентрації забруднюючих речовин, вказані рівні забруднення донних відкладень розшифровуються наступним чином:

Цільовий рівень. Якщо концентрації забруднюючих речовин нище цільового рівня, донні відкладення вважаються чистими. Такі відкладення відносяться до класу 0.

Граничний рівень. Концентрації забруднюючих речовин до цього рівня представляють максимально прийнятний ризик як для здоров'я людей, так і для природі. Донні відкладення, концентрації забруднюючих речовин в яких знаходяться між цільовим та граничним рівнями, належать до класу I. Ці відкладення вважаються слабкозабрудненими.

Перевірочний рівень. За певних умов забруднюючі речовини в донних відкладеннях, концентрації яких нище цього рівня, можуть чинити негативний вплив на чисте водне середовище. Донні відкладення з концентрацією забруднюючих речовин між граничним та перевірочним рівнями належать до класу II. Вони вважаються помірно забрудненими.

Рівень, який потребує втручання. Якщо концентрація забруднюючих речовин перевищує перевірочний рівень класу II, вона вважається показником сильного забруднення донних відкладень. Донні відкладення з концентрацією забруднюючих речовин між перевірочним рівнем та рівнем, який потребує втручання, належать до класу III. Забрудненість цих відкладень вважається від промірної до сильної. Донні відкладення, концентрація забруднюючих речовин в яких перевищує рівень, що потребує втручання, вважаються небезпечно забрудненими. Вони належать до класу IV.

**Можливості використання донних відкладень:**

- Донні відкладення класу 0 вважаються чистими. Вони без обмежень можуть використовуватись для наміву територій, відвалу у водні об'єкти та для любых інших цілей.
- Донні відкладення класу I можуть використовуватись для наміву територій. В особливих випадках, якщо донні відкладення не перевищують допустимого рівня забруднення (розділ 6), дозволяється їх скидання до водних об'єктів за умови, що не погіршиться якість води. Дозвіл на скидання до водних об'єктів видається в установленому порядку Держспеціалізацією по охороні моря та суміжних водних шляхів.
- Донні відкладення класу II можуть використовуватись для наміву територій під будівництво промислово-комунальних зон, з врахуванням даних обстеження за усім комплексом показників, наведених в розділі 5.
- Донні відкладення класу III та IV необхідно зберігати лише в спеціально обладнаному відвалі або вони подлягають переробці з виконанням комплексу захисних заходів против вимивання забруднюючих речовин в навколишнє середовище. При витяганні та складуванні донних відкладень класів III та IV повинна проводитись оцінка впливу на навколишнє середовище, а також довгостроковий моніторинг водних об'єктів, які підлягають очищенню, та відвалів забруднених донних відкладень. Конструювання спеціально обладнаного відвалу донних відкладень III та IV

класів, технологія та маршрути транспортування, а також програма довготривалого моніторингу повинні розроблятися в межах робочого проекту та узгоджуватись в установленому порядку в управлінні державної екологічної експертизи. При виконанні доннозаглиблювальних робіт та скиданні ґрунту з метою захоронення у водні об'єкти в обов'язковому порядку повинен виконуватись еколого-технологічний контроль за узгодженою з Держспецінспекцією програмою.

До слабо та помірно забруднених донних відкладень (класи I та II) при використанні їх для формування територій (після зневоднення та консолідації) застосовуються норми для оцінки забрудненості ґрунтів (п. 2.1, 2.2, 2.3).

## НОРМИ ЯКОСТІ ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ДЛЯ РІЗНИХ РІВНЕЙ ЗАБРУДНЕННЯ

Таблиця 2.

### Критерії забруднення стандартних донних відкладень за концентраціями забруднюючих речовин в мг/кг сухої ваги\*

\*Стандартні відкладення мають наступний склад: 10% вмісту органічної речовини та 25% вмісту глинистої фракції (частки діаметром < 2 мкм).

Забруднююча речовина	Цільовий рівень	Граничний рівень	Перевірочний рівень	Рівень, що потребує втручання
Важкі метали				
Кадмій (Cd)	0,8	2	7,5	12
Ртуть (Hg)	0,3	0,5	1,6	10
Мідь (Cu)	35	35	90	190
Нікель (Ni)	35	35	45	210
Свинець (Pb)	85	530	530	530
Цинк (Zn)	140	480	720	720
Хром (Cr)	100	380	380	380
Миш'як (As)	29	55	55	55
Органічні галогени (ОГ)				
	0,1		7	
Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ): Нафтаген, бензо(а)антрацен, бензо(а)перилен, бензо(а)пірен, фенантрен, індено(1.2.3-ц)пірен, антрацен, бензо(к)флюорантен, хризен, флюорантен				
Сума 10 ПАВ	1	1	10	40
Речовини, що містять хлор				
Трихлоретен	0,001			60
Гексахлоретан	0,01			
Дихлорбензол	0,01			
Трихлорбензол	0,01	0,3		
Тетрахлорбензол	0,01	0,3		
Пентахлорбензол	0,0025	0,3	0,3	
Гексахлорбензол	0,0025	0,004	0,02	

Бензоли, що містять хлор				30
Поліхлорбіфеніли				
ПХБ-28	0,001	0,004	0,03	
ПХБ-52	0,001	0,004	0,03	
ПХБ-101	0,004	0,004	0,03	
ПХБ-118	0,004	0,004	0,03	
ПХБ-138	0,004	0,004	0,03	
ПХБ-153	0,004	0,004	0,03	
ПХБ-180	0,004	0,004	0,03	
Сума 6 ПХБ	0,02			
Сума 7 ПХБ			0,2	1
Нафтопродукти	180	1000	3000	5000
Органічні хлор пестициди				
Алдрин	0,0025			
Диелдрин	0,0005	0,02		
Алдрин+Диелдрин		0,04	0,04	
Ендрин	0,001	0,04	0,04	
Дрини				4
ДДТ (вкл. ДДД та ДДЕ)	0,0025	0,01	0,02	4
альфа-Ендосульфан	0,0025			
альфа-Ендосульфан+сульфат		0,01	0,02	
альфа-ГХЦГ	0,0025		0,02	
бета-ГХЦГ	0,001		0,02	
гамма-ГХЦГ (линдан)	0,00005	0,001	0,02	
ГХЦГ-сполуки				2
Гептахлор	0,0025			
Гептахлорепоксид	0,0025			
Гептахлор+епоксид		0,02	0,02	
Хлордан	0,01	0,02		
Гексахлорбутадиен (ГХБ)	0,0025	0,02	0,02	
Сума пестицидів + ГХБ			0,1	
Хлорфеноли				
Монохлорфенол	0,0025	0,07		
Дихлорфенол	0,003	0,003		
Трихлорфенол	0,001	0,1		
Тетрахлорфенол	0,001	0,09		

Пентахлорфенол	0,002	0,02	5	5
Сума хлорфенолів				10

Таблиця 3.

**Критерії забруднення нестандартних донних відкладень.\***

\*До нестандартних відносяться донні відкладення з вмістом глинистої фракції (< 2 мкм) більше 25% та вмістом органічних речовин до 30%.

Найменування речовини:	Цільовий рівень (не забруднений), мг/кг сухої ваги	Рівень втручання (небезпечно забруднені відкладення), мг/кг сухої ваги
Кадмій (Cd)	1,2	18,4
Хром (Cr)	100	380
Мідь (Cu)	46,6	253
Свинець (Pb)	105	655
Ртуть (Hg)	0,3	11,1
Нікель (Ni)	35	210
Цинк (Zn)	170	874
Мишьяк (As)	37	70,2
Нафтовуглеводні (НВВ)	150	15000

Для перерахунку концентрацій забруднюючих речовин в нестандартних донних відкладеннях на концентрації їх в стандартних донних відкладеннях використовуються методи перерахунку, наведені в п. 5.2.1 (важкі метали та мишьяк) і в п. 5.2.2 (нафтові вуглеводні - НВВ). При вмісті органічних речовин в донних відкладеннях більше ніж 30% - приймається 30.

5.2.1. Для перерахунку вмісту важких металів та мишьяку необхідно використовувати наступну формулу:

$$N1 = N \times \frac{(a + b \times 25 + c \times 10)}{(a + b \times \text{глинисті частки} + c \times \text{органіч. речовина})}$$

де: N1 - виправлена концентрація; N - виміряна концентрація; (a + b x 25 + c x 10) – поправочний коефіцієнт для приведення концентрації до стандартних донних відкладень; a, b та c - константи, які залежать від металів.

Таблиця 4.

**Константи для виправлення виміряного вмісту для важких металів та мишьяку**

Метал	a	b	c
Цинк (Zn)	50	3	1,5
Мідь (Cu)	15	0,6	0,6
Хром (Cr)	50	2	0
Свинець (Pb)	50	1	1
Кадмій (Cd)	0,4	0,007	0,021
Нікель (Ni)	10	1	0

Ртуть (Hg)	0,2	0,0034	0,0017
Мишеньяк (As)	15	0,4	0,4

### 5.2.2. Метод перерахунку для органічних речовин:

$$N1 = N \times \frac{10}{\% \text{ органічна речовина}},$$

де: N1 - виправлена концентрація; N - виміряна концентрація; 10 - коефіцієнт виправлення для стандартних донних відкладень; % органіч. речовина - якщо % органічної речовини менше ніж 2% - то використовується поправочний коефіцієнт 2; а якщо % органічної речовини більше ніж 30% - то використовується поправочний коефіцієнт 30.

#### Примітки:

- (1) Концентрація кожної забруднюючої речовини класифікується після перерахунку у відповідності з вказаними методами на концентрацію в стандартних донних відкладеннях. Клас відкладень визначається за забруднюючою речовиною, яка попадає в найвищий клас забруднення.
- (2) Якщо концентрація не більше ніж двох забруднюючих речовин перевищує рівень на 50% (не більше), то таке перевищення можливо не враховувати. Це положення не поширюється на ПАР.

#### Література:

1. Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга. 2011 г. <http://www.bestpravo.ru/leningradskaya/ew-pravo/ubr.htm>
2. Чекрынев С.А. Исследование донных отложений поверхностных водоемов и обезвреживание их от тяжелых металлов. Диссерт. <http://www.dissercat.com/content/issledovanie-donnykh-otlozhenii-poverkhnostnykh-vodoemov-i-obezvrezhivanie-ikh-ot-tyazhelykh>
3. Клёнкин А.А., Павленко Л.Ф., Корпакова И.Г., Темердашев З.А. Обоснование обобщающего показателя качества экологического состояния донных отложений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. - № 8. Т. 73. – С. 11 - 14.
4. Ларина Н.С., Шелпакова Н.А., Ларин С.И., Дунаева А.П. Оценка химико-экологического состояния водоёмов по результатам анализа вод и донных отложений // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 7 – стр. 56-58.
5. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязнённость. ГОСТ 17.1.5.01-80.

## Частина 2.

### Тема: Замулення водосховищ. Екологічно небезпечні ситуації, пов'язані з функціонуванням водосховищ.

#### Контрольні запитання:

1. Особливості гідрологічного режиму водосховищ.
2. Водосховища України.
3. Поняття «евтрофікація». Причини та наслідки евтрофікації водосховищ.
4. Руйнування берегової смуги водосховищ. Причини та наслідки.
5. Замулення водосховищ. Причини та наслідки.
6. Екологічні ризики, пов'язані з функціонуванням водосховищ.

#### Завдання 1. Кисневий режим водосховищ.

1) Вкажіть джерела надходження кисню до води водосховищ: \_\_\_\_\_

2) Перерахуйте шляхи споживання кисню з води водосховищ: \_\_\_\_\_

3) Використовуючи дані таблиці 1, розрахуйте і внесіть до таблиці 1 коефіцієнт накопичення кисню в воді водосховищ, як відношення величини продукції кисню до величини споживання кисню в водосховищах:

$$\text{Кнакоп. O}_2 = \frac{\text{Продукція кисню в водосховищі}}{\text{Споживання кисню в водосховищі}}$$

4) Зробіть висновок про забезпеченість води водосховищ киснем: \_\_\_\_\_

5) Якими є причини дефіциту кисню у воді водосховищ? \_\_\_\_\_

б) До яких наслідків призводить дефіцит кисню у воді водосховищ? \_\_\_\_\_

Таблиця 1.

**Продукція та споживання кисню в водосховищах р. Волга та р. Дніпро**

Водосховище:	Басейн річки:	Продукція O <sub>2</sub> в процесі фотосинтезу (г O <sub>2</sub> /м <sup>2</sup> )	Споживання O <sub>2</sub> в процесі дихання водних організмів (г O <sub>2</sub> /м <sup>2</sup> )	Коефіцієнт накопичення кисню у воді
Іваньковське	Волга	453	426	
Рибінське	Волга	203	344	
Горьківське	Волга	299	493	
Куйбишевське	Волга	389	840	
Саратовське	Волга	293	547	
Волгоградське	Волга	336	584	
Київське	Дніпро	505	588	
Кременчузьке	Дніпро	1205	1217	

**Завдання 2. Час замулення наносами мертвого обсягу водосховища.**

1) Визначте час замулення наносами мертвого обсягу водосховища, яке було збудовано на річці Великий Зеленчук у с. Ісправне, якщо:

- мертвий обсяг водосховища становить  $V_m = 50$  млн м<sup>3</sup>;
- середній багаторічний обсяг річного стоку р.Великий Зеленчук у с. Ісправне  $W_0 = 1100 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>;
- середня багаторічна каламутність води у вхідному створі водосховища  $\rho_0 = 500$  г/м<sup>3</sup>;
- транзитна частина наносів, які скидаються з водосховища в нижній б'єф  $\delta = 0,3$ ;
- влекомі наноси складають  $m = 10\%$  взважених наносів;
- середня щільність донних відкладень  $\gamma_{\text{відкл}} = 0,8$  т/м<sup>3</sup>.

Формула, для визначення часу замулення мертвого обсягу водосховища наносами:

$$t_z = \frac{V_m}{V_n} =$$

Де:  $t_z$  – час замулення мертвого обсягу водосховища наносами,  $V_m$  – мертвий обсяг водосховища,  $V_n$  – середній річний обсяг відкладень у водосховищі (розрахуйте за формулою, яка наведена нище).

Середній річний обсяг відкладень наносів у водосховищі розраховують за формулою:

$$V_n = \frac{10^{-6} \cdot \rho_0 \cdot W_0 \cdot (1 + m - \delta)}{\gamma_{\text{відкл}}}$$

Де:  $\rho_0$  - середня багаторічна каламутність води у вхідному створі водосховища,  $W_0$  - середній багаторічний обсяг річного стоку річки,  $m$  – доля влекомих наносів у відкладеннях,  $\delta$  - транзитна частина взважених наносів, які скидаються з водосховища в нижній б'єф,  $\gamma_{\text{відкл}}$  - середня щільність донних відкладень.

2) Зробіть висновок про відповідність мертвого обсягу водосховища санітарно-технічним умовам. Згідно санітарно-технічних вимог, якщо час замулення мертвого обсягу водосховища перевищує



допустимий термін служби водосховища (тсл = 50 років), то знайдений виходячи з санітарно-технічних умов мертва обсяг задовільняє умовам замулення. \_\_\_\_\_

### Завдання 3. Замулення водосховищ.

1. Використовуючи дані таблиці 2, поясніть можливі причини різної швидкості замулення водосховищ Мак-Мілан та Мурінджук: \_\_\_\_\_

2. Які ще фактори будуть сприяти швидкому замуленню водосховищ? \_\_\_\_\_

Таблиця 2.

### Швидкість замулення водосховищ Мак-Мілан та Мурінджук

Водосховище:	Площа басейну, тис. км <sup>2</sup>	Обсяг, млн. м <sup>3</sup>	Період спостережень:	Замулення (у %) обсягу водосховища:	
				за період спостережень	в середньому за рік
Мак-Мілан (Нова Мексика)	78,0	111	1894-1933	55,5	1,42
Мурінджук (Австралія)	12,9	950	1910-1924	0,52	0,04

#### Література:

1. Ломпас О.В. Оптимізація геодезичних і гідрографічних робіт для визначення замулення водосховищ. <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/13425>.
2. Третьяк К.Р., Ломпас О. Дослідження замулення Терезького водосховища // Геодезія, картографія і аерофотознімання. - 2010. Вип. 73.
3. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища. - М.: Мысль, 1987. - 325 с.
4. Войцехович О., Шестопалов В. К дискуссии относительно идеи спуска Киевского водохранилища // Бюллетень экологического состояния зоны отчуждения и зоны безусловного (обязательного) отселения. - МНС. - № 14, 1999. - 45 с.
5. Воропаев Е.В., Авакян А.Б. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду / Под ред. Е.В. Воропаева, А.Б. Авакян. - М., 1986.
6. Исследование и определение деформаций сооружений Терезько-Рикской ГЭС и их взаимосвязей с эндогенными процессами // Отчет. - Львов - 1990.
7. Прыткова М.Я., Семенцов И.В. Методика комплексного изучения осадконакопления в малых водохранилищах. - Ростов-на-Дону, 1989. - 88 с.
8. Сухенко С. А. Ртутная проблема в водохранилищах // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах: Аналит. обзор. Ч. 3. Закономерности миграции и региональные особенности / ГПНТБ СО АН СССР. - Новосибирск, 1989. - С. 128-140.

### Заняття № 12

#### Тема: Радіоємність водойм. Гранично допустимі скиди радіонуклідів в поверхневі водойми.

#### Контрольні запитання:

1. Природні та техногенні джерела іонізуючого випромінювання.
2. Особливості міграції радіонуклідів в природних компонентах та в трофічних ланцюгах.
3. Вплив різних доз іонізуючого випромінювання на живі організми.
4. Особливості впливу на живі організми іонізуючого випромінювання різного типу.

5. Поняття про гранично допустимі дози іонізуючого випромінення.

**Завдання 1.** З АЕС скидаються до водойми стічні води, які містять радіоактивний цезій  $^{137}\text{Cs}$  в кількості  $Q_{\text{Cs}} = 3,96 \cdot 10^{12}$  Бк/рік та радіоактивний стронцій  $^{90}\text{Sr}$  в кількості  $Q_{\text{Sr}} = 2,41 \cdot 10^{11}$  Бк/рік. Встановіть, чи придатна вода в даній водоймі для питного водоспоживання, якщо обсяг водойми становить  $V = 8,61 \cdot 10^7$  м<sup>3</sup>, площа дзеркала водойми  $S = 8 \cdot 10^6$  м<sup>2</sup>, ґрунти водойми глинисті, водойма використовується АЕС протягом 20 років (1 рік =  $31,536 \cdot 10^6$  сек).

Хід роботи:

1) Розрахуйте значення Kd для кожного з радіонуклідів:

$Kd_{\text{Cs}} =$  \_\_\_\_\_

$Kd_{\text{Sr}} =$  \_\_\_\_\_

Розрахунки коефіцієнту Kd:  $Kd_i = k_i \cdot t_{zi} \cdot \rho$

Де:  $Kd_i$  – коефіцієнт розподілу і-радіонукліда в системі «вода-донні відкладення»;  $k_i$  – коефіцієнт, який відображає швидкість переходу і-хімічного елемента з води до донних відкладень (див. таблицю 1);  $t_{zi}$  – тривалість забруднення водойми і-радіонуклідом, сек;  $\rho$  – поверхнева щільність донних відкладень  $\rho = 1$  кг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 1.

**Швидкість переходу речовини з води до донних відкладень, м<sup>3</sup>/кг·сек**

Клас речовин:	Хімічний елемент:	Значення $k_i$ :
A – речовини, які швидко взаємодіють з донними відкладеннями	Mn, Co, Zr, Ru, Cs, Eu, Ce, Pu, Am, Cr, Cm, Np	$5 \cdot 10^{-8}$
B – речовини, які повільно взаємодіють з донними відкладеннями	C, Zn, Sr, Y	$3 \cdot 10^{-9}$
C – речовини, які дуже слабо взаємодіють з донними відкладеннями	H, Nb, Tc, Ag, Sb, Te, I	$4 \cdot 10^{-10}$

2) Розрахуйте постійну радіоактивного розпаду для кожного радіонукліда і внесіть отримані дані до таблиці 2:

$\lambda_{\text{Cs}} =$

$\lambda_{\text{Sr}} =$

Постійна радіоактивного розпаду ( $\lambda_i$ ) – визначає вірогідність розпаду ядра і-радіонукліда в одиницю часу і розраховується наступним чином:

$$\lambda_i = \frac{\ln 2}{T_{1/2i}}$$

Де:  $\lambda_i$  – постійна радіоактивного розпаду і-радіонукліда, сек<sup>-1</sup>;  $\ln 2 = 0,693$ ;  $T_{1/2i}$  – період напіврозпаду і-радіонукліда, сек.

Таблиця 2.

**Період напіврозпаду радіонуклідів**

Радіонуклід:	Період напіврозпаду радіонукліда, $T_{1/2i}$ :		Постійна радіоактивного розпаду, $\lambda_i$ :
	роки:	секунди:	

Цезій, $^{137}\text{Cs}$	30,1671 років		
Стронцій, $^{90}\text{Sr}$	28,90 років		

3) Розрахуйте радіоємність води водойми для кожного з радіонуклідів, які скидаються до водойми:

$Fw_{Cs} =$  \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

$Fw_{Sr} =$  \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Радіоємність води водойми встановлюється за формулою:

$$Fwi = (1 + \frac{Kdi \cdot S \cdot hi}{V}) \times (31,536 \cdot 10^6 \cdot \lambda i \cdot V + r)$$

Де:  $Fwi$  – радіаційна ємність водойми для  $i$ -радіонукліда,  $\text{м}^3/\text{рік}$ ;  $S$  – площа дзеркала водойми,  $\text{м}^2$ ;  $V$  – обсяг водойми,  $\text{м}^3$ ;  $\lambda i$  – постійна радіоактивного розпаду  $i$ -радіонукліда,  $\text{с}^{-1}$ ;  $hi$  – ефективний шар ґрунтів дна водойми для  $i$ -радіонукліда, м (див. таблицю 3);  $Kdi$  – коефіцієнт розподілу  $i$ -радіонукліда в системі «вода-донні відкладення» (специфічний для кожного типу радіонукліда);  $r$  – сумарні втрати забрудненої води різними шляхами (в даному випадку - забір води на водоспоживання, який становить  $5,38 \cdot 10^7 \text{ м}^3/\text{рік}$ );  $31,536 \cdot 10^6$  – поправочний коефіцієнт, який враховує вірогідність розпаду  $i$ -радіонукліда протягом року (т.т. за  $31,536 \cdot 10^6$  сек).

Ефективний шар ґрунтів для водойми ( $hi$ ) – це шар донних відкладень, в якому відбувається акумуляція шкідливих речовин, які надходять до водойми зі стічними водами. Існують загальні закономірності для величини ефективного шару ґрунтів дна водойми:

Таблиця 3.

### Ефективний шар ґрунтів водойми

Для $i$ -хімічних елементів та їх радіоактивних ізотопів:	Ефективний шар ґрунту ( $hi$ ), м:
Cs, Po, Co, Zn, Cd, I:	$hi = 0,1$ м
Sr, Ru, Zr, Nb та інш.:	
- на глинистих ґрунтах:	$hi = 0,3$ м
- на ділянках з пісчаним дном:	$hi = 1,5$ м

4) Встановіть річні гранично-допустимі скиди АЕС радіонуклідів  $^{137}\text{Cs}$  та  $^{90}\text{Sr}$  в дану водойму:

$\text{ГДС}_{Cs} =$  \_\_\_\_\_

$\text{ГДС}_{Sr} =$  \_\_\_\_\_

Значення гранично допустимого скиду (ГДС $i$ )  $i$ -радіоактивної речовини в водойму розраховується за наступною формулою:

$$\text{ГДС}_i = \text{ГДК}_i \cdot Fwi$$

Де: ГДСі – гранично допустимий скид і-радіонукліда у водоймище; ГДКі – гранично допустима концентрація і-радіонукліда у воді (залежить від типу радіонукліда та характеру водоспоживання з даної водойми) (див. таблицю 4), Бк/м<sup>3</sup>; Fwi – радіємність водойми для і-радіонукліда, м<sup>3</sup>/рік.

Таблиця 4.

**Гранично допустимі концентрації радіонуклідів у питній воді для населення  
(НРБУ-97)**

Радіонуклід	ГДК, Бк/м <sup>3</sup>	Радіонуклід	ГДК, Бк/м <sup>3</sup>	Радіонуклід	ГДК, Бк/м <sup>3</sup>
Трітій, <sup>3</sup> H	3 · 10 <sup>7</sup>	Кобальт, <sup>60</sup> Co	8 · 10 <sup>4</sup>	Йод, <sup>129</sup> I	7 · 10 <sup>3</sup>
Вуглець, <sup>11</sup> C	2 · 10 <sup>7</sup>	Цинк, <sup>65</sup> Zn	1 · 10 <sup>5</sup>	Йод, <sup>131</sup> I	2 · 10 <sup>4</sup>
Вуглець, <sup>14</sup> C	2 · 10 <sup>6</sup>	Рубідій, <sup>86</sup> Rb	1 · 10 <sup>5</sup>	Цезій, <sup>134</sup> Cs	7 · 10 <sup>4</sup>
Натрій, <sup>22</sup> Na	2 · 10 <sup>5</sup>	Стронцій, <sup>90</sup> Sr	1 · 10 <sup>4</sup>	Цезій, <sup>137</sup> Cs	1 · 10 <sup>5</sup>
Натрій, <sup>24</sup> Na	1 · 10 <sup>6</sup>	Цирконій, <sup>96</sup> Zr	5 · 10 <sup>5</sup>	Свинець, <sup>210</sup> Pb	5 · 10 <sup>2</sup>
Марганець, <sup>54</sup> Mn	8 · 10 <sup>5</sup>	Ніобій, <sup>95</sup> Nb	5 · 10 <sup>5</sup>	Полоній, <sup>210</sup> Po	2 · 10 <sup>2</sup>
Марганець, <sup>56</sup> Mn	2 · 10 <sup>6</sup>	Технецій, <sup>90</sup> Tc	5 · 10 <sup>5</sup>	Радій, <sup>226</sup> Ra	1 · 10 <sup>3</sup>
Залізо, <sup>60</sup> Fe	1 · 10 <sup>5</sup>	Рутеній, <sup>106</sup> Ru	5 · 10 <sup>4</sup>	Торій, <sup>232</sup> Th	7 · 10 <sup>2</sup>
Кобальт, <sup>57</sup> Co	2 · 10 <sup>6</sup>	Срібло, <sup>108</sup> Ag	2 · 10 <sup>5</sup>	Уран, <sup>235</sup> U	1 · 10 <sup>4</sup>

5) Розрахуйте, в скільки разів реальний скид радіоактивних стічних вод перевищує гранично-допустимий рівень скиду. Зробіть висновок про можливість питного водоспоживання з даного джерела:

$$\frac{Q_{Cs}}{ГДС_{Cs}} + \frac{Q_{Sr}}{ГДС_{Sr}} =$$

**Висновок:** \_\_\_\_\_

Якщо у водойму скидається декілька різних радіонуклідів, тоді:

$$\frac{Q_i}{ГДС_i} + \frac{Q_j}{ГДС_j} + \frac{Q_m}{ГДС_m} + \dots \leq 1$$

Де: Q<sub>i</sub>, Q<sub>j</sub>, Q<sub>m</sub> – фактичний скид радіонуклідів i, j, m підприємством; ГДС<sub>i</sub>, ГДС<sub>j</sub>, ГДС<sub>m</sub> – граничний річний скид радіонуклідів i, j, m.

**Література:**

1. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – Київ: МОЗ України, 1998. – 135 с.
2. Григор'єва Л.Ш., Томілін Ю.А. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: Навчальний посібник. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2005. – 172 с.
3. Григор'єва Л.Л., Томілін Ю.А. Радіємність водоймищ, пов'язаних з роботою ПУ АЕС // Матеріали ІХ наук.-мет. конф. "Людина та навколишнє середовище". – Одеса: Видавн. ОДАХ, 2004. – С. 131.
4. Кутлахмедов Ю.О. та ін. Основи радіоекології: Навч. посіб. / Ю.О. Кутлахмедов, В.І. Корогодін, В.К. Кольтовер; За ред. В.П. Зотова. – К.: Вища шк., 2003. – 319 с.
5. Томилині Ю.А. Использование водорослей для очистки пруда-охладителя ЮУ АЭС от радиоактивных веществ // 36. наукових праць Інституту біофізики МОЗ СРСР, 1991.
6. Томілін Ю.А. Основні напрямки радіоекологічних досліджень на півдні України // Матеріали наук. семінару м/н союзу радіоекологів (IUR) "Радіоекологія: успіхи і перспективи", 1994, Севастополь. – С. 39-40.
7. Томілін Ю.А. Радиоекологіческая ситуація в водній системі району ЮУ АЭС // Матеріали ІІ з'їзду радіобіологів України. – К., 1995.
8. Томілін Ю.А. Радиоекологічні аспекти півдня України // Матеріали ІІІ з'їзду з радіаційних досліджень (радіобіологія і радіоекологія). – К., 2003.
9. Томілін Ю.А., Винцукевич Н.В. Математические модели распределения стронция-90, марганца-54 и рутения-106 в илах пруда-охладителя АЭС // Журнал "Атомная энергия". – 1987. – № 63 – С. 114-118.

**Заняття № 13**

**Тема: Екологічно небезпечні процеси, пов'язані з антропогенною деградацією ґрунтового покриву.**

**Контрольні запитання:**

1. Поняття ерозії ґрунтів. Типи ерозії ґрунтів.
2. Фактори, які впливають на інтенсивність вітрової та водної ерозії ґрунтів.
3. Поняття про гранично допустимий рівень ерозії ґрунтів.
4. Дегуміфікація ґрунтів.
5. Антропогенний вклад в розвиток процесів засолення, осолонцювання та осолодіння ґрунтів.
6. Відновлення деградованих ґрунтів: хімічна, механічна та біологічна ремедіація ґрунтів. почв.
7. Штучні ґрунти.

**Завдання 1. Вітрова ерозія ґрунтів. Залежність критичної швидкості вітру від дефіциту вологості повітря.**

Використовуючи формулу та дані таблиці 1, розрахуйте, за якої швидкості вітру починається вітрова ерозія ґрунтів при різному рівні дефіциту вологості повітря. Отримані дані внесіть до таблиці.

$$V_{кр} = 21,2 - 0,45 \cdot D$$

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

Таблиця 1.

**Залежність критичної швидкості вітру від дефіциту вологості повітря**

$D$ – дефіцит вологості повітря, гПа	$V_{кр}$ – критична швидкість вітру, м/сек
$D = 0$ гПа	
$D = 5$ гПа	
$D = 15$ гПа	
$D = 25$ гПа	
$D = 35$ гПа	

**Завдання 2. Залежність критичної швидкості вітру від структурованості ґрунтів**

1) Проаналізуйте дані таблиці 2. Як залежить швидкість вітру, за якої розпочинається вітрова ерозія ґрунтів, від розміру ґрунтових агрегатів? \_\_\_\_\_

2) Проаналізуйте дані таблиці 3. Що Ви можете сказати про структуру ґрунтів, описаних в таблиці? Перерахуйте, від яких факторів залежить структурованість ґрунтів в помірній кліматичній зоні? \_\_\_\_\_

Таблиця 2.

**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

Таблиця 3.

**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 середньосуглинистий	4,8 ± 0,3 м/сек
Чорнозем південний супіщаний	3,8 ± 0,1 м/сек

### Завдання 3. Інтенсивність вітрової ерозії на території Херсонської області

1) Проаналізуйте дані таблиці 4. Перерахуйте, які райони Херсонської області найбільше схильні до вітрової ерозії (від 60% до 100% території району): \_\_\_\_\_

2) Чому саме ці райони області найбільше схильні до вітрової ерозії? \_\_\_\_\_

### Завдання 4. Інтенсивність водної ерозії в Херсонській області

1) Використовуючи дані таблиці 4, перерахуйте райони Херсонської області, найбільш схильні до водної ерозії (від 20% до 100% території району) і нанесіть їх на карту: \_\_\_\_\_

2) Чому саме ці райони області є найбільш схильними до розвитку водної ерозії? Для відповіді на це запитання, проаналізуйте дані, наведені на малюнку 1. \_\_\_\_\_

**NB:** Вододіл – це лінія максимальних висот річкової долини. Тальвег – лінія максимальних глибин річкової долини. Глибина розчленування рельєфу оцінюється за відносним перевищенням вододілів над тальвегами (в метрах).

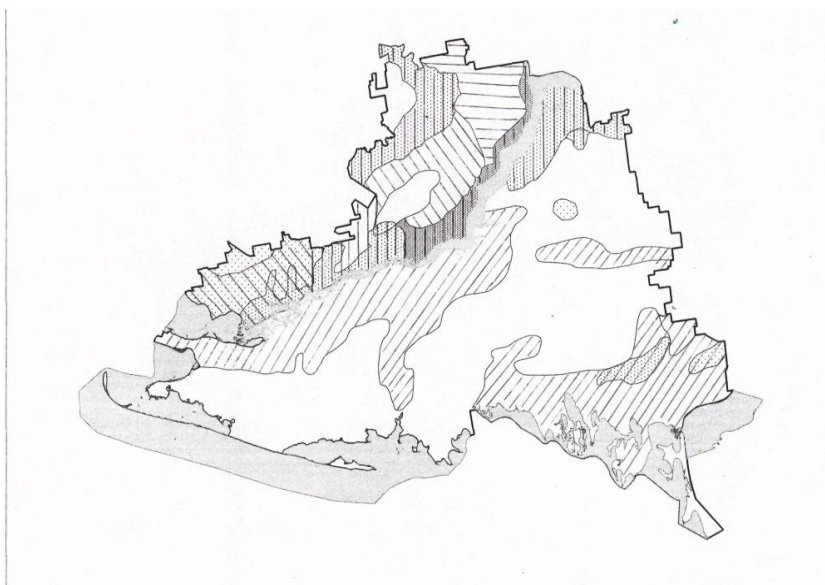
Таблиця 4.

### Характеристика ерозійних процесів на території Херсонської області

Назва району:	Підлягають дії водної ерозії (змиті), % від загальної площі району:					Підлягають дії вітрової ерозії (дефляції), % від загальної площі району:			
	сла- бко- зми- ті	сред- ньо- змиті	силь- но- змиті	роз- ми-ті	всьо- го	сла- бко	сере- днєе	силь- но	всього
Бериславський	39,0	23,0	3,9	0,1	<b>66,0</b>	12,1	-	-	<b>12,1</b>
Білозерський	33,0	9,0	5,9	0,1	<b>48,0</b>	5,8	-	-	<b>5,8</b>
Великопетиський	14,0	2,0	0,9	0,1	<b>17,0</b>	34,0	-	-	<b>34,0</b>
Великоолександрівський	16,0	5,0	1,8	0,2	<b>23,0</b>	53,5	-	-	<b>53,5</b>
Верхньорогачицький	22,0	8,0	3,7	0,3	<b>34,0</b>	34,4	-	-	<b>34,4</b>
Високопільський	26,0	8,0	4,7	0,3	<b>39,0</b>	29,6	-	-	<b>29,6</b>
Геничеський	-	-	-	-	-	56,7	2,4	1,1	<b>60,2</b>
Голопристанський	-	-	-	-	-	61,6	0,6	-	<b>63,2</b>
Горностаївський	21,0	4,0	1,9	0,1	<b>27,0</b>	57,6	1,8	-	<b>59,4</b>
Іванівський	-	-	-	-	-	46,8	9,9	1,0	<b>57,7</b>
Каланчацький	-	-	-	-	-	46,2	3,2	0,0	<b>49,4</b>
Каховський	6,0	2,0	1,0	0,5	<b>9,5</b>	60,0	0,8	0,1	<b>60,9</b>
Нижньосірогоський	-	-	-	-	-	66,1	2,1	0,2	<b>68,4</b>
Нововоронцовський	22,0	2,9	2,5	-	<b>27,4</b>	24,6	-	-	<b>24,6</b>
Новотроїцький	0,5	-	0,1	-	<b>0,6</b>	24,0	3,8	1,7	<b>29,5</b>
Скадовський	-	-	-	-	-	32,9	7,2	1,2	<b>41,3</b>
Цюрупинський	-	-	-	-	-	70,2	1,4	0,3	<b>71,9</b>

Чаплинський	-	-	-	-	-	48,5	4,6	1,0	<b>54,1</b>
-------------	---	---	---	---	---	------	-----	-----	-------------

\* - за даними Херсонського управління земельними ресурсами



**Рис. В. 2** Густота та глибина розчленування рельєфу

(За В.М. Черниним, 1987)

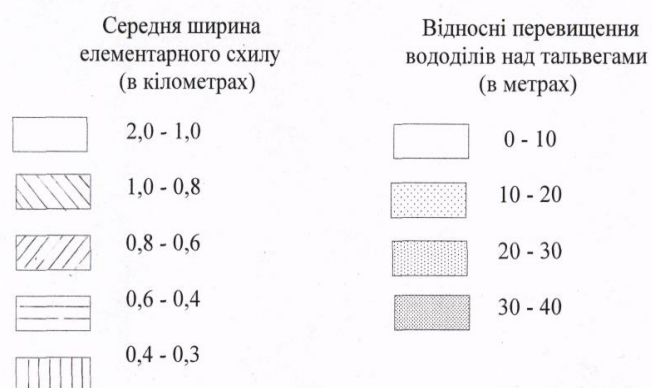


Рис. 1. Густота та глибина розчленування рельєфу Херсонської області (за Черним В.М., 1987).



Рис. 2. Карта районів Херсонської області.

**Завдання 5.** Екологічні катастрофи, пов'язані з порушенням структури ґрунту.

Використовуючи дані таблиць 5-6 і відповідні розрахункові формули, проведіть необхідні обчислення і зробіть висновок про придатність води з різних джерел для зрошення полів. Отримані результати оформіть у вигляді таблиці 7.

\* Надлишковий вміст солей в поливальній воді є потенційно небезпечним для розвитку вторинного засолення ґрунтів. Нормативи ДУСТ стандартів по вмісту солей в поливальній воді наведені в таблиці 6.

\*\* Якщо в складі поливальних вод концентрація іонів натрію  $\text{Na}^+$  є достатньо високою, порівняно з вмістом інших катионів, – такі поливальні води є небезпечними за натрієвим осолонцюванням ґрунтів. За М.Ф. Будановим: якщо  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+} > 1$ , то така вода є не придатною для зрошення. Нормативи ДУСТ стандартів за безпекою розвитку натрієвого осолонцювання – наведені в таблиці 6.

\*\*\* Якщо концентрація іонів магнію  $\text{Mg}^{2+}$  в поливальній воді перевищує концентрацію іонів кальцію  $\text{Ca}^{2+}$  - то така поливальна вода є небезпечною за магнієвим осолонцюванням.

Таблиця 5.

**Хімічний склад води, що використовується для зрошення полів (г/л)**

Джерело води для зрошення:	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$
р. Дніпр, весна	0,1536	0,0768	0,084	0,216	0,048	0,0792
р. Дніпр, літо	0,1728	0,0816	0,132	0,120	0,132	0,1344
Північно-Кримський канал	0,207	0,044	0,085	0,080	0,012	0,033
Каховський канал	0,174	0,058	0,084	0,046	0,021	0,041
Інгулецький канал	0,091	0,784	0,900	0,372	0,576	0,859
Вода зі скидного колектора	0,293	0,122	0,064	0,057	0,246	0,264
Дренажна вода	0,592	0,324	0,338	0,075	0,089	0,322

Таблиця 6.

**Стандартна таблиця для оцінки якості поливальних вод**

Сума іонів, г/л	Небезпека води за засоленням: (+) – небезпечно (-) - безпечно	$\text{Na}^+ \cdot 100\%$ сума катионів	Небезпека води за осолонцюванням: (+) - небезпечно, (-) - безпечно	Придатність води для зрошення
< 0,6	(+) Дуже мала	50-70%	(+) Дуже мала	Придатна, якщо вміст $\text{Mg}^{2+}$ не перевищує вміст $\text{Ca}^{2+}$ у воді
0,6-1,5	(+) Мала	43-50%	(+) Дуже мала	
1,5-3	(+) Середня	40-43%	(+) Дуже мала	
3-5,1	(+) Велика	Менше 40%	(+) Дуже мала	
< 0,6	(+) Дуже мала	50-100%	(+) Мала	Обмежено придатна, якщо вміст $\text{Mg}^{2+}$ не перевищує вміст $\text{Ca}^{2+}$ у воді
0,6-1,5	(+) Мала	43-100%	(+) Мала	
1,5-3	(+) Середня	40-73%	(+) Мала	
3-5,1	(+) Велика	40-60%	(+) Мала	
0,6-1,5	(+) Мала	73-100%	(+) Мала	Умовно придатна, якщо вміст $\text{Mg}^{2+}$ не перевищує вміст $\text{Ca}^{2+}$ у воді.
1,5-3	(+) Середня	60-100%	(+) Середня	
3-5,1	(+) Велика	50-100%	(+) Велика	



2,1-3	(+) Середня	68-100%	(+) Середня	Непридатна
3-5,1	(+) Велика	50-100%	(+) Велика	

Таблиця 7.

**Придатність поливальних вод для зрошення полів**

Джерело води для зрошення:	Загальна мінералізація води	Небезпека засолення ґрунту	Сума катионів	$\text{Na}^+$ . 100% сума катионів	Небезпека $\text{Na}^+$ осолонцювання	$\frac{\text{Mg}^{2+}}{\text{Ca}^{2+}}$	Небезпека $\text{Mg}^{2+}$ осолонцювання
р. Дніпр, весна							
р. Дніпр, літо							
Північно-Кримський канал							
Каховський канал							
Інгулецький канал							
Вода скидного колектора							
Дренажна вода							

**Література:**

1. Геоморфологія. Підручник. Київ. 1999.
2. Географічна енциклопедія. Київ. 2000.
3. Основи геології та геоморфології. Київ. 1996.
4. Охорона ґрунтів. Київ. 2001.
5. Мала гірнича енциклопедія. В 3-х т. / За ред. В. С. Білецького. - Донецьк: Донбас, 2004. - ISBN 966-7804-14-3.
6. Закон України Про охорону земель (ст. 1) м. Київ, 19 червня 2003 року N 962-IV.
7. Земельний Кодекс України (ст. 171) м. Київ, 25 жовтня 2001 року N 2768-III.
8. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. - Львів, 1997.
9. Ларионов Г. А. Эрозия и дефляция почв. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. - 200 с.
10. Основи ерозієзнавства: підручник для студентів вищих навчальних закладів / О. О. Світличний, С. Г. Чорний. - Суми: Університетська книга, 2007.
11. Швец Г. И. Теоретическое эрозиоведение. - Киев-Одесса: Вища школа, 1981. - 223 с.
12. Парфёнова Н.И., Решёткина Н. Экологические принципы регулирования гидро-геологического режима орошаемых земель. С.П. Гидрометеиздат.1995, 360 с.
13. Владимиров А.Г. Мелиоративная гидрогеология. М., Госгеолтехиздат, 1961.
14. Кац Д.М. Влияние орошения на грунтовые воды. М., Колос, 1976.
15. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. М., "Колос",1978, 288 с.
16. Новикова А. В. Исследования засоленных и солонцовых почв: генезис, мелиорация, экология. Избранные труды. - Х.: КП "Друкарня 13", 2009. - 720 с.
17. ДСТУ 3866-99 Ґрунти. Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості
18. Ромашенко М. І., Балюк С. А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. - К.: Видавництво «Світ», 2000. - 114 с.
19. Крупский Н. К. Значение и техника осолонцевания ґрунтов. - М., 1950. - 32 с.

**Заняття № 14**

**Частина 1.**

**Тема: Методи виявлення забруднюючих речовин в пробах ґрунту.  
Екологічна оцінка стану ґрунтів.**

**Контрольні запитання:**

1. Відбір проб ґрунтів для проведення аналізу.
2. Виявлення присутності важких металів в ґрунті за допомогою атомно-абсорбційного аналізу.
3. Виявлення в ґрунтах органічних забруднюючих речовин за допомогою хроматографічних методів та мас-спектрометрії.
4. Методи визначення присутності в ґрунті рухливих та нерухливих форм забруднюючих речовин.
5. Поняття про актуальну та потенційну небезпеку забруднюючих речовин, присутніх в ґрунтового покриві.
6. Особливості міграції забруднюючих речовин вздовж ґрунтового профілю.
7. Поняття про гранично допустиму концентрацію забруднюючої речовини в ґрунті.
8. Основні кількісні показники оцінки рівня забруднення ґрунтового покриву.

**Завдання 1.** Використовуючи малюнок 1, встановіть локалізацію окремих пестицидів на тонкошаровій хроматограмі.

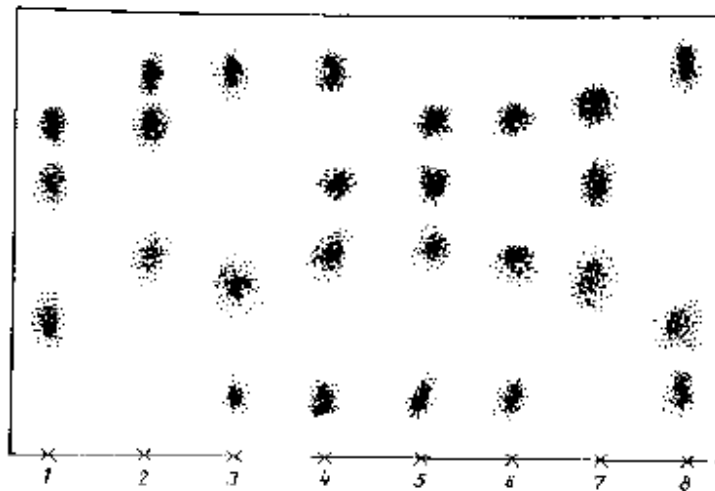


Рис. 1. Тонкошарова хроматограма розділення гербіцидів (зони зверху вниз): 1 – прометон, атразин, промазин; 2 – симетрин, промазин, прометрин; 3 – атратон, симазин, прометрин; 4 – атратон, симетрин, атразин, прометрин; 5 – атратон, симетрин, атразин, промазин; 6 – атратон, симетрин, промазин; 7 – симазин, атразин, промазин; 8 – атратон, прометон, прометрин.

**Завдання 2.** Встановіть рівень антропогенного хімічного навантаження на ґрунти (на прикладі одного з районів Херсонської області).

Використовуючи дані, наведені в матеріалах Державного управління охорони навколишнього середовища в Херсонській області за 2007 р (див. таблицю 1), для одного з 18 районів Херсонської області:

1) Розрахуйте коефіцієнти потенційної екологічної небезпеки присутності кожного мікроелементу в ґрунтах за формулою:

$$\text{Кен(заг)} = \frac{\text{Сі(заг)}}{\text{ГДКі(заг)}}$$

Де: **Кен(заг)** – коефіцієнт екологічної небезпеки і-го мікроелементу; **Сі(заг)** – вміст і-го мікроелементу в об'єкті, який досліджується (ґрунти); **ГДКі(заг)** – гранично допустима концентрація і-го мікроелементу в ґрунтах. Отримані дані внесіть до таблиці 2.

Зробіть висновок про потенційну екологічну небезпеку загального вмісту мікроелементів в ґрунтах одного з районів Херсонської області, якщо в нормі сума коефіцієнтів екологічної небезпеки загального вмісту мікроелементів в ґрунті не повинна перевищувати одиниці, т.т., в нормі:  $\text{Сі/ГДКі} + \text{Сj/ГДКj} + \dots + \text{Ск/ГДКк} \leq 1$ .

2) Розрахуйте коефіцієнти актуальної екологічної небезпеки присутності рухливих форм кожного мікроелементу в ґрунтах за формулою:

$$\text{Кен(рухл)} = \frac{\text{Сі(рухл)}}{\text{ГДКі(рухл)}}$$

### ГДКі(рухл)

Де: **Кен(рухл)** – коефіцієнт екологічної небезпеки рухливих форм і-го мікроелемента; **Сі(рухл)** – вміст рухливих форм і-го мікроелементу в ґрунтах, які досліджувались; **ГДКі(рухл)** – гранично допустима концентрація рухливих форм і-го мікроелементу в ґрунтах. Отримані дані внесіть до таблиці 2.

Зробіть висновок про актуальну екологічну небезпеку вмісту рухливих форм мікроелементів в ґрунтах одного з районів Херсонської області, якщо в нормі сума коефіцієнтів екологічної небезпеки рухливих форм мікроелементів в ґрунтах не повинна перевищувати одиницю, т.т., в нормі:  $C_i/ГДК_i + C_j/ГДК_j + \dots + C_k/ГДК_k \leq 1$ .

Таблиця 2.

### Показники забруднення ґрунтів важкими металами

№	Мікро-елемент	Сі заг	ГДК заг	Кен заг	Сі рухл	ГДК рухл	Кен рухл
1	Мідь		55			3	
2	Цинк		100			23	
3	Свинець		30			2	
4	Кадмій		1			0,7	

Висновок № 1 (про наявність потенційної екологічної небезпеки за загальним вмістом мікроелементів в ґрунтах даного району): \_\_\_\_\_

Висновок № 2 (про наявність актуальної екологічної небезпеки вмісту рухливих форм мікроелементів в ґрунтах даного району): \_\_\_\_\_

Вкажіть, за яких умов потенційна екологічна небезпека присутності важких металів в ґруні може стати актуальною небезпекою? \_\_\_\_\_

#### Література:

1. 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.
2. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Основи загальної екології: практичний курс. 2003 р. Чернівці. Видавництво: Рута Мова. – 320 с.
3. Глазовская М.А. Принципы классификации почв по опасности их загрязнения тяжелыми металлами // Биологические науки. – 1989. – № 9.
4. Фатеев А.І., Мірошніченко М.М., Самохвалова В.Л., Биндич Т.Ю. До питання оцінки рівнів небезпеки забруднення ґрунтів важкими металами // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 10. – С. 39-62.
5. Макаренко Н.А. Контроль за вмістом важких металів у ґрунті // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 4. – С. 55-57.

## Інформація про вміст важких металів в ґрунтах контрольних ділянок Херсонської області в 2007 році (мг/кг ґрунту)

Район, населений пункт	Мідь		Цинк		Свинець		Кадмій	
	валова	рухлива	валова	рухлива	валова	рухлива	валова	рухлива
Бериславський, с. Львове	18,2	0,92	39,5	1,62	11	0,85	0,44	0,03
Білозерський, с. Інгулець	11,5	0,96	37,3	1,33	12,7	0,72	0,31	0,04
Великолепетиський, смт. Велика Лепетуха	14,2	0,62	32	1,43	14,9	0,99	0,31	0,02
Великоолександрівський, смт. Велика Олександрівка	7,7	0,72	33,1	1,37	13,9	0,9	0,44	0,05
Верхньорогачицький, с. Зелене	10,1	0,95	41,2	1,15	17,2	0,84	0,25	0,03
Високопільський, СВК «Шевченко»	19,2	0,92	38,2	1,53	14	0,87	0,44	0,05
Генічеський, м. Генічеськ	14,5	0,87	44,7	1,5	18,8	0,91	0,4	0,05
Голопристанський, с. Нова Збур'ївка	5,7	0,9	18,2	1,3	8,9	0,45	0,39	0,07
Горностаївський, смт. Горностаївка	7,2	0,95	19,2	1,51	9,1	0,72	0,35	0,04
Іванівський, смт. Іванівка	11,2	0,95	35,6	1,7	18	0,6	0,4	0,05
Каланчаський, смт. Каланчак	11,4	0,91	37,2	1,4	13,5	0,91	0,37	0,04
Каховський, с. Богданівка	14,5	0,93	30,3	1,5	14,8	0,85	0,38	0,04
Нижньосірогоський, с. Першопокровка	11,5	0,9	38,4	2,1	10,1	0,82	0,27	0,04
Нововоронцовський, смт. Воронцовка	14,5	0,93	35,8	1,7	15,7	0,82	0,37	0,02
Новотроїцький, смт. Новотроїцьк	13,6	0,9	40,2	1,4	16,4	0,85	0,45	0,05
Скадовський, с. Антонівка	12,2	1	34,2	1,5	13	0,87	0,44	0,02
Цюрупинський, с. Тарасівка	9,1	0,8	27,1	1,6	10,4	0,65	0,37	0,03
Чаплинський, смт. Асканія-Нова	11,1	0,98	43,2	2,01	19,7	0,89	0,36	0,04

6. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи. – Харьков: ПФ “Антиква”, 2002. – С. 428.
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства: 2 изд-е. М.: ЦИНАО, 1992. – С. 62.
8. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С.М. Рижука, М.В. Лісового, Д.М. Бенцаровського. – К., 2003. – С. 64.
9. Методика суцільного ґрунтового-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / За ред. акад. О.О. Созінова і Б.С. Прістера. – К.: МСГ і П, 1994. – С. 162.
10. Троїцький М.О., Печена Г.В., Протченко Н.М. Просторовий аналіз регіональних особливостей розподілу забруднювачів у ґрунтах степової зони.

## Частина 2.

### Тема: Біологічне забруднення ґрунтів, води, продуктів харчування.

**Завдання 1.** Паразитичний гриб споринья заражує посіви злакових культур (жито, пшеницю, ячмінь, овес). При цьому для захисту своєї кормової бази гриб синтезує і виділяє в навколишнє середовище ерготоксини, які викликають отруєння та загибель людей і тварин, що використовують для їжі зерно або хліб, спечений з цього зерна. Біосинтез ерготоксинів в клітинах спориньї контролюється кластером з 14 різних генів: dmaW, cloA, lpsA, lpsB та інш. На злакових рослинах паразитує багато різних грибів. Для встановлення того, які з них спроможні продукувати ерготоксини, був проведений аналіз ДНК різних паразитичних грибів (Paniccione et al., 2001), при цьому для проведення ПЛР-реакції в якості ДНК-затравки використовували фрагмент гену lpsA спориньї, який приймає участь в біосинтезі ерготоксинів. Після проведення ПЛР-реакції ампліфіковані фрагменти гена lpsA були піддані впливу рестриктази EcoRI.

Проаналізуйте дані, наведені на рисунку 1, і дайте відповіді на наступні запитання:

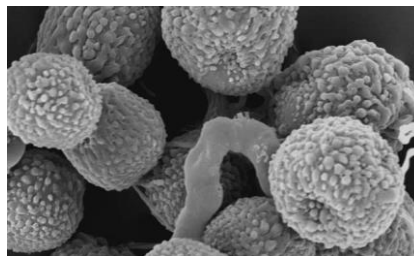
1) Перерахуйте, які з досліджених грибів, що паразитують на злакових рослинах, мають ген lpsA для біосинтезу ерготоксинів: \_\_\_\_\_

2) Чому у спориньї після обробки рестриктазою EcoRI – фрагмент цього гену зформував декілька ДНК-смуг, тоді як у грибів № 4 та № 6 – залишився у вигляді однієї смуги? \_\_\_\_\_

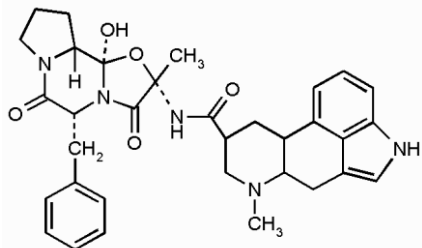
3) Виходячи з результатів аналізу ДНК, як Ви вважаєте, які з досліджених паразитичних грибів спроможні синтезувати ерготоксини? \_\_\_\_\_



На колосі зараженої пшениці з`являється ріжок (плодове тіло) гриба спориньї.



Гриб споринья паразитує на злакових рослинах. При цьому для захисту своєї кормової бази від конкурентів – виділяє в навколишнє середовище ерготамін.



Токсин споринї – ерготамін. Хліб, випечений з зерна, зараженого спориньєю може викликати загибель людини, оскільки ерготамін викликає смертельне захворювання «Антонов вогонь».



«Антонов вогонь» супроводжується судомами, галюцинаціями, гангrenoю кінцівок через спазм кровоносних судин...

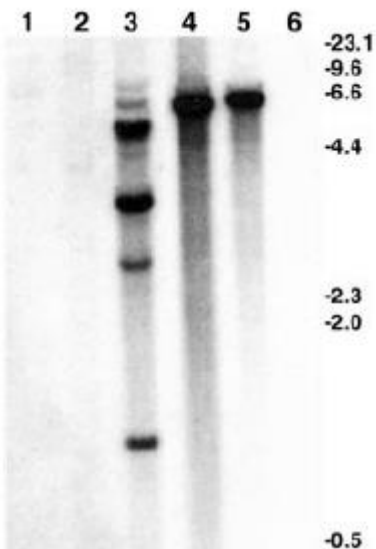


Рис. 1. Доріжки на гелі відповідають фрагментам ДНК, виділеним з наступних грибів: № 1 - з гриба *A. hypoxylon*; № 2 – з гриба *C. fusiformis*; № 3 – з гриба споринї (*Claviceps purpurea*); на пластинці гелю видно розподілення фрагментів гену *lpsA*, який приймає участь в формуванні ерготоксинів споринї; № 4 – з гриба *Neotyphodium sp.*; № 5 – з гриба *E. festucae*; № 6 – з гриба *C. militaris*. В якості ДНК-затравки використовувався фрагмент гену *lpsA* споринї, який приймає участь у біосинтезі ерготоксинів. Після проведення ПЛР-реакції ампліфіковані фрагменти гену *lpsA* були піддані впливу рестриктази *EcoRI* (за Panaccione et al., 2001).

**Завдання 2.** Плісняві гриби роду аспергіл продукують велику кількість різних мікотоксинів для захисту своєї кормової бази (овочі, фрукти, хліб, крупи, тощо). Серед них афлатоксини, які викликають незворотні пошкодження клітин печінки. Слід відмітити, що серед аспергілів – різні види відрізняються за інтенсивністю біосинтезу афлатоксинів. Найбільш небезпечним вважається гриб *Aspergillus flavus*.

Проаналізуйте дані, наведені на рисунку 2 (за Khoury et al., 2011), і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Доріжки GS1, GS2, GS3, GS4 та GS5 – відповідають п`яти різним тестуємим зразкам ягід винограду. Який із зразків менш за усі заражений аспергілом? \_\_\_\_\_

2) Чому в своєму дослідженні автори роботи в якості ДНК затравки використовували фрагменти гену, який відповідає за біосинтез афлатоксинів, а не фрагменти гену мітохондрій гриба (як це роблять для встановлення видової приналежності організму)? \_\_\_\_\_

---



---



---



---

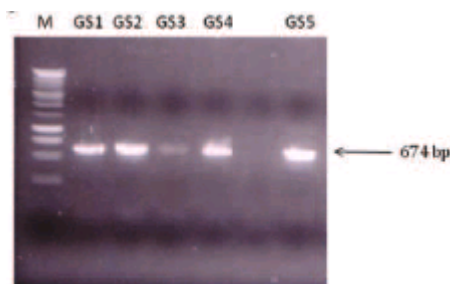



Рис. 2. Виявлення зараження плодів винограду пліснявим грибом аспергілом (*Aspergillus flavus*), який продукує афлатоксини. В якості ДНК-затравки при проведенні ПЛР реакції використовували фрагменти ДНК, які «розпізнають» гени пліснявих грибів, задіяних в процесах біосинтезу афлатоксинів. Ці фрагменти мають молекулярну масу 674 бп. Де: М – маркер маси фрагментів; доріжки GS1, GS2, GS3, GS4 та GS5 – відповідають п'яти різним тестуємим зразкам ягід винограду. Дослідження показали, що тільки зразок GS3 практично не заражений аспергілом (за Khoury et al., 2011).

 <p><i>Aspergillus flavus</i> – пліснявий гриб, який продукує у великих кількостях афлатоксини (отрута, яка викликає рак печінки).</p>	 <p>Афлатоксин В1 – у високих концентраціях викликає смерть через незворотні пошкодження печінки, а в низьких концентраціях викликає рак печінки.</p>
---	---

**Завдання 3.** Серед мікотоксинів, які продукують плісняві гриби роду Аспергіл (*Aspergillus* sp.), особливо небезпечним вважається охратоксин А, який у високих концентраціях викликає відмову нирок, а в низьких концентраціях призводить до розвитку вроджених каліцтв плоду. Серед усіх пліснявих грибів найбільш небезпечним по продукції охратоксину А є аспергіл чорний (*Aspergillus niger*).

Проаналізуйте дані, наведені на рисунку 3, і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Чому після обробки рестриктазою HhaI – на пластинці гелю у трьох різних видів пліснявих грибів (А, В, С) з'явилися різні набори полосок з фрагментів ДНК? \_\_\_\_\_

---



---



---

2) Чому після обробки ДНК одного і того ж цвілевого гриба *Aspergillus niger* (доріжка А) різними рестриктазами (HhaI, RsaI або HinfI) – на пластинці гелю з'являються різні набори полосок з фрагментів ДНК? \_\_\_\_\_

---



---



---

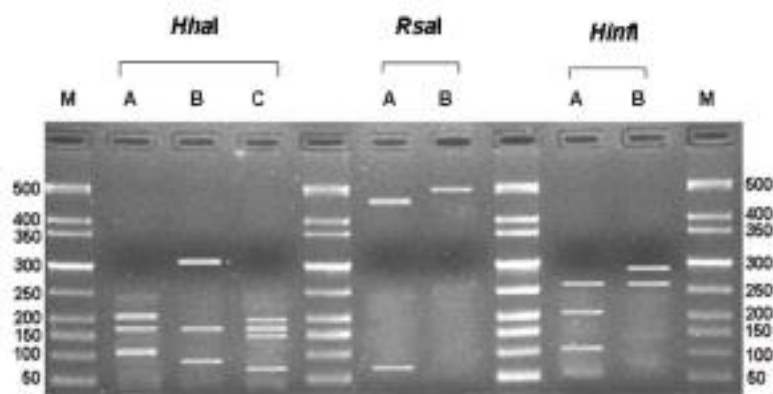


Рис. 3. Доріжки А, В та С – відповідають різним видам цвілевого гриба аспергіла, який паразитує на винограді та продукції, отриманої з винограду (найбільш небезпечним по продукції охратоксину А є аспергіл чорний - *Aspergillus niger*). Над панеллю гелю вказані три типа рестриктаз, які використовувались в ході дослідження: HhaI, RsaI, HinfI. Де: А – *Aspergillus niger*; В – *Aspergillus carbonarius*; С- *Aspergillus tubingensis* (Spadaro et al., 2012).

 <p><i>Aspergillus niger</i> – цвілевий гриб, який продукує в великих кількостях охратоксини.</p>	 <p>Охратоксин А – викликає порушення роботи нирок (нефротоксичен) і появу вроджених каліцтв (тератогенний ефект).</p>
---	---

**Завдання 4.** Для виявлення можливої небезпеки для людей, різні штами ціанобактерій перевіряли на продукування ними токсинів (за допомогою специфічної хроматографії + наступного виявлення токсинів за допомогою антитіл) та на наявність генів, які забезпечують біосинтез токсинів (за допомогою PCR-RFLP аналізу) (Baker et al., 2002). Результати проведених досліджень наведені в таблиці 1 і на малюнку 4.

Дайте відповіді на наступні запитання:

1) Перерахуйте штами ціанобактерій, які продукують токсини згідно результатам хроматографічного аналізу води: \_\_\_\_\_

2) Який фрагмент ДНК був використаний в якості затравки при проведенні ПЛР-реакції? \_\_\_\_\_

3) Перерахуйте штами ціанобактерій, які мають гени, необхідні для біосинтезу токсинів: \_\_\_\_\_

4) Проведені дослідження показали, що хроматографічний аналіз дозволяє виявити актуальну небезпеку кожного штаму ціанобактерій, а PCR-RFLP аналіз – потенціальну небезпеку кожного штаму. Як Ви розумієте цей висновок? Свою відповідь підтвердіть даними з таблиці 1. \_\_\_\_\_



**Характеристика різних штамів ціанобактерій за спроможністю до біосинтезу токсинів (за Baker et al., 2002).**

Штам ціанобактерій:	Присутність токсину за результатами хроматографії, мкг/л		Наявність гену, який відповідає за біосинтез токсину за результатами ПЦР-аналізу:	
	мікроцистин	саксітоксин	мікроцистин	саксітоксин
MD-34	-	-	+	-
MD-78	-	-	-	-
MD-80	-	-	-	+
MD-84	-	33	-	+
MD-87	-	5	-	+
MD-90	32	40	+	+
MD-93	1	135	+	+
MD-96	8	6	+	+
MD-103	80	4	+	+
MD-109	-	-	-	-



Рис. 4. Виявлення гену мікроцистин синтази (*mcyA*) в зразках «квітучої» води та в контрольних зразках. В контрольних зразках тільки *M. aeruginosa* НСС 7806 є продуцентом мікроцистину (за Baker et al., 2002).

**Література:**

- Dong G.-P., Shang S.-Q., Du L.-Z., Yu X.-L., Xu Y.-P., Wu X.-J. Human herpesvirus detection and species identification with PCR-RFLP and ELISA: a comparative study // *World J. Pediatr.* – 2007. – Vol. 3, No. 2. – P. 129-133.
- Panaccione D.G., Johnson R.D., Wang J., Young C.A., Damrongkool P., Scott B., Schardl C.L. Elimination of ergovaline from a grass-*Neotyphodium* endophyte symbiosis by genetic modification of the endophyte // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 2001. – Vol. 98, N. 22 – P. 12820 - 12825.
- Khoury A.E.I., Atoui A., Rizk T., Lteif R., Kallassy M., Lebrihi A. Differentiation between *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* from pure culture and aflatoxin-contaminated grapes using PCR-RFLP analysis of aflR-aflJ intergenic spacer // *J. Food. Sci.* - 2011. – Vol. 76. – P. M247- M253.
- Spadaro D., Patharajan S., Lore A., Garibaldi A., Gullino M.L. Ochratoxigenic black species of *Aspergilli* in grape fruits of northern Italy identified by an improved PCR-RFLP procedure // *Toxins.* – 2012. – Vol. 4. – P. 42 – 54.
- Magar R., Laroche R. Evaluation of the presence of porcine reproductive and respiratory syndrome virus in pig meat and experimental transmission following oral exposure // *Canadian J. Veterinary Research.* – 2004. – Vol. 68. – P. 259 -266.
- Baker J.A., Entsch B., Neilan B.A., McKay D.B. Monitoring changing toxigenicity of a cyanobacterial bloom by molecular methods // *Applied and Environmental Microbiology.* – 2002. – Vol. 68, No. 12. – P. 6070-6076.
- Fialho O.B., de Souza E.M., de Borba Dallagassa C., de Oliveira Pedrosa F., Klassen G., Irino K., Paludo K.S., de Assis F.E., Surek M., de Souza Santos Farah S.M., Fadel-Picheth C.M. Detection of diarrheagenic *Escherichia coli* using a two-system multiplex-PCR protocol // *J. Clin. Lab. Anal.* – 2013. – Vol. 27(2). – P. 155 - 161

**Заняття № 15**

**Тема: Стійкість ґрунтів до деградації. Самоочищення ґрунтів.**

**Контрольні запитання:**

- Типи деградації ґрунтів.

2. Поняття стійкості ґрунтів. Фактори, які впливають на стійкість ґрунтів.
3. Шляхи самоочищення екосистем від забруднюючих речовин.
4. Винос забруднюючих речовин за межі екосистеми.
5. Ізоляція забруднюючих речовин на геохімічних бар'єрах. Типи геохімічних бар'єрів.
6. Фізико-хімічна та біологічна деструкція забруднюючих речовин.

**Завдання 1.** Аналіз потенціалу стійкості ґрунтів України до забруднення. Використовуючи інформацію, наведену на малюнку 1, дайте відповіді на наступні запитання:

1) На підставі аналізу яких показників було визначено рівень стійкості ґрунтового покриву до забруднення? \_\_\_\_\_

2) Для яких територій України характерний найбільш високий природний потенціал стійкості ґрунтів до забруднення? З якими факторами це пов'язано? \_\_\_\_\_

3) Для яких територій України характерний найменший природний потенціал стійкості ґрунтів до забруднення? З якими факторами це пов'язано? \_\_\_\_\_

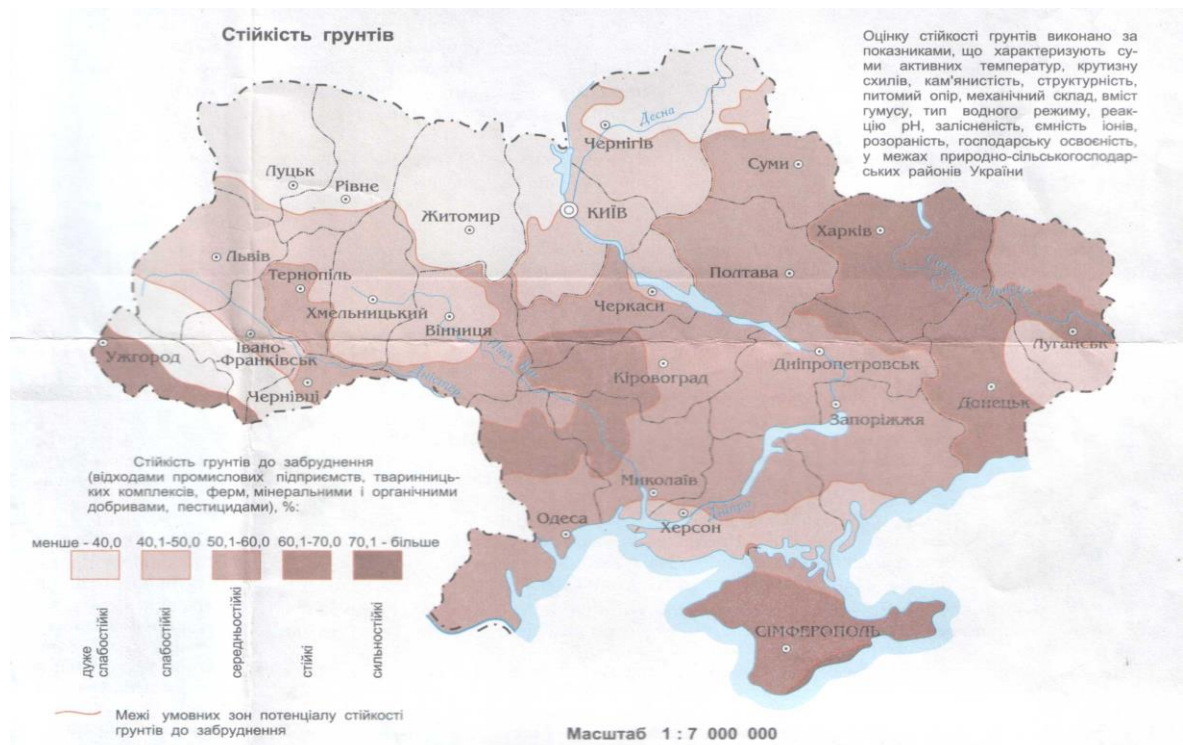


Рис. 1. Карта потенціалу стійкості ґрунтів України до забруднення (Барановський, Шищенко, 2002).

**Завдання 2.** На територію санітарної зони хімічного комбінату (площа санітарної зони становить 122500 м<sup>2</sup>) щорічно потрапляє значна кількість аерозольних викидів органічних сполук. Серед яких – канцерогенний поліароматичний вуглеводень бензапірен (його викид становить, в середньому, 0,5 г в рік).

Чи спроможний природний механізм самоочищення геосистеми повністю забезпечити деструкцію бензапірену, який викидається:

а) в геосистемах з недостатньою річною інсоляцією (т.т., лише за рахунок роботи мікроорганізмів);

б) в геосистемах з достатньою річною інсоляцією (т.т., за рахунок одночасної роботи мікроорганізмів та фотохімічного розкладання бензапірену) -

якщо відомо, що швидкість деструкції бензапірену мікроорганізмами становить 2,3 нг/м<sup>2</sup> за добу, а швидкість фотохімічного розкладання цього канцерогену – 9,2 нг/м<sup>2</sup> за добу.

Довідкова інформація:

1 т = 1000 кг; 1 кг = 1000 г; 1 г = 1000 мг; 1 мг = 1000 мкг; 1 мкг = 1000 нг.

---

---

---

---

---

#### Література:

1. Гродзинський М.Д., Савицька О.В. Ландшафтознавство. ВЦП «Київський університет». Київ. 2008
2. Гуцуляк В.М. Ландшафтознавство: теорія і практика. «Книги – ХХІ». Чернівці. 2008.
3. Гуцуляк Ю. Еколого-ландшафтна та економічна екологія земель в Україні. «Прут». Чернівці. 2009.
4. Єгорова Т.М. Ландшафтна екологія України. Підручник. Міністерство освіти і науки України. Європейський університет. Кам'янець-Подільський. 2009.
5. Бондарев А.Г., Кузнецова И.В., Тихонравова П.И., Уткаева В.Ф. Научные основы оптимизации физических условий плодородия почв и повышения их устойчивости к деградации // Совр. проблемы почвоведения: Науч. труды Почвенного института им. В.В. Докучаева. – М., 2000. – С. 408–422.
6. Волокитин М.П., Хан К.Ю., Золотарева Г.Н. и др. Эколого-агрофизическая оценка деградации почв // Физика почв и проблемы экологии: Тез. докл. Пушкино, 1992. – С. 15–16.
7. Деградация и охрана почв / Под общ. ред. акад. РАН Г.В. Добровольского. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 2002. – 654 с.
8. Кузнецова И.В., Бондарев А.Г., Данилова В.И. Устойчивость структурного состояния и сложения почв при уплотнении // Почвоведение – 2002. – № 9 – С. 1106–1113.
9. Алексеенко В. А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. М.: Недра, 1990. 142 с.
10. Важенин И. Г. О разработке ПДК химических веществ в почве // Бюл. почв. ин-та им. В. В. Докучаева. - 1983. Вып. 35. - С. 3-6.
11. Васильевская В. Д., Шибаева И. И. Опыт составления почвенно-геохимической карты речного бассейна // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. - 1990. № 4. - С. 3. 11.
12. Глазовская М. А. Критерии классификации почв по опасности загрязнения свинцом // Почвоведение. . 1994. . № 4. . С. 110-120.
13. Гуцуляк В. М. Ландшафтно-геохімічна екологія. Чернівці: Рута, 1995. С. 110-116.
14. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва . растение. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.
15. Медведев В. В., Хоролец И. А. Теоретические аспекты и количественная оценка экологической устойчивости почв // Вісник аграрної науки. - 1999. № 10. - С. 14-20.
16. Перельман А. И. Геохимия ландшафта и учение о биогеохимических провинциях // Вестник МГУ. Сер. География. - 1998. № 3. С. 3-7.
17. Экологическая оценка устойчивости почв к антропогенному воздействию / В. В. Снакин, И. О. Алябина, П. П. Кречетов // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1995 . № 5. - С. 50-57.
18. До питання оцінки рівнів небезпеки забруднення ґрунтів важкими металами / А. І. Фатеев, М. М. Мірошниченко, В. Л. Самохвалова, Т. Ю. Биндич // Вісник аграрної науки. - 1999. № 10. - С. 24-32.
19. Фрид А. С. Методология оценки устойчивости почв к деградации // Почвоведение. - 1999. № 3. - С. 399-404.
20. Барановський В.А., Шищенко П.Г. Стійкість природного середовища. – К.: 2002. – 35 с.

#### Заняття № 16

**Тема: Екологічна безпека продуктів харчування. Біоаккумуляція важких металів та заліза в тканинах живих організмів**

#### Контрольні запитання:

1. Метод виявлення важких металів в продуктах харчування.
2. Метод виявлення органічних забруднюючих речовин в продуктах харчування.

3. Поняття про гранично допустиму концентрацію (ГДК) забруднюючих речовин в рослинній та тваринній продукції.
4. Закономірності міграції неорганічних та органічних забруднюючих речовин в навколишньому середовищі. Поняття про геохімічні та біологічні бар'єри.
5. Особливості накопичення важких металів та заліза різними організмами та різними тканинами одного організму.
6. Рух важких металів та заліза в трофічних ланцюгах. Поняття про біологічне накопичення та біологічне розсіювання хімічних елементів.
7. Особливості накопичення органічних забруднюючих речовин різними організмами. Рух органічних забруднюючих речовин в трофічних ланцюгах.
8. Використання біологічних бар'єрів для фітореMediaції забруднених територій.
9. Фактори, которые влияют на накопления тяжёлых металлов в живых организмах.
10. Особенности накопления металлов и органических загрязняющих веществ в трофических цепочках.

**Коефіцієнт біологічного накопичення** розраховується як відношення концентрації речовини в живому організмі до концентрації цієї ж речовини в ґрунті, у воді, в повітрі або в іншому організмі, який є складовим компонентом трофічного ланцюгу даного організма:

$$K_{\text{біол.накоп.}} = \frac{\text{Концентрація речовини в організмі рослини (грибів, тварини)}}{\text{Концентрація речовини в ґрунті (у воді, в повітрі, в іншому організмі)}}$$

**Завдання 1.** Аналіз проб ґрунті в районі автодороги Мурманськ-Санкт-Петербург (128-й кілометр) виявив присутність нікеля (Ni) в концентрації 98 мг/кг та міді (Cu) в концентрації 42 мг/кг.

1) Використовуючи дані таблиці 1, розрахуйте коефіцієнти біологічного накопичення нікеля та міді ягодами брусниці та морошки, а також різними видами грибів. Отримані дані внесіть до таблиці 1.

2) У яких організмів відбувається біоаккумуляція нікеля та міді в трофічному ланцюгу ґрунт → живий організм? \_\_\_\_\_

3) Чи можна стверджувати, що гриби накопичують більше нікеля та міді порівняно з рослинами? \_\_\_\_\_

4) Чому в однакових умовах навколишнього середовища підосичники та сиріжки по-різному накопичують нікель і мідь? \_\_\_\_\_

5) Чи можна використовувати в їжу дані гриби та ягоди? Для відповіді на це запитання знайдіть значення ГДК для нікеля та міді у грибах та ягодах. \_\_\_\_\_

Таблиця 1.

**Накопичення важких металів в грибах та ягодах, які ростуть вздовж автотраси.**

Організм:	Нікель:		Мідь:	
	в організмі, мг/кг	Кбіол.накоп.	в організмі, мг/кг	Кбіол.накоп.
Ягоди брусниці	25,8 ± 3,4		14,5 ± 1,9	
Ягоди морошки	16,3 ± 2,9		13,3 ± 2,4	
Підосичники	15,5 ± 1,4		63,6 ± 5,0	
Сиріжки	127,0 ± 10,7		132,5 ± 11,2	
Гриб моховик	2100,1 ± 146,9		25,8 ± 1,8	

**Завдання 2.** Проаналізуйте дані таблиці 2 і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Чому коефіцієнти біологічного накопичення радіонуклідів в тканинах організмів, які мешкають у прісноводних екосистемах на два порядки вище, ніж в тканинах організмів – мешканців морських екосистем? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2) Як проявляються видові особливості накопичення радіонуклідів? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3) В чому полягають причини видової специфічності накопичення радіонуклідів живими тканинами? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Таблиця 2.*

**Коефіцієнти накопичення радіонуклідів в деяких компонентах морських та прісноводних екосистем**

Компонент екосистеми:	Коефіцієнт накопичення радіонуклідів в екосистемах:			
	137Cs		90Sr	
	прісноводних:	морських:	прісноводних:	морських:
Молюски	600	8	600	1
Риби	3000	15	200	0,1
Ракоподібні	4000	23	200	1

**Завдання 3.**

1) Використовуючи дані таблиці 3, розрахуйте коефіцієнти біологічного накопичення цезію-137 різними видами грибів. Отримані дані внесіть до таблиці.

2) Які з обстежених грибів є акумуляторами цезію-137? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3) Порівняйте коефіцієнти біологічного накопичення цезію-137 для грибів та для мешканців морських і прісноводних водойм. Поясніть причини виявлених відмінностей. \_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Таблиця 3.*

**Накопичення радіоактивного цезію-137 в ґрунтах і грибах.**

Об'єкт:	Питома радіоактивність:	Коефіцієнт біологічного накопичення цезію-137:
Ґрунти	185 кБк/м <sup>2</sup>	-
Опеньок справжній	37 кБк/м <sup>2</sup>	
Сироїжка	170,2 кБк/м <sup>2</sup>	
Свинушка тонка	777,0 кБк/м <sup>2</sup>	

**Завдання 4.** Накопичення важких металів та миш'яку грибами різних еколого-трофічних груп.

1) Використовуючи дані таблиці 4, розрахуйте коефіцієнти біологічного накопичення важких металів і миш'яку різними еколого-трофічними групами грибів. Отримані дані внесіть до таблиці.

2) Які хімічні елементи акумулюються мікоризними грибами? Яке це має значення для рослин, з корінням яких дані гриби утворюють симбіоз? \_\_\_\_\_

3) Гриби ксилотрофи ростуть на живих та мертвих деревах і харчуються деревиною. Серед них є як паразити, так і сапрофіти. Які хімічні елементи вибірково накопичуються грибами-ксилотрофами? \_\_\_\_\_

4) Які хімічні елементи вибірково накопичуються грибами - гумусовими сапрофітами? \_\_\_\_\_

5) Чому гриби, які ростуть на одній території, мають різні значення коефіцієнтів накопичення для одних і тих же хімічних елементів? Який ще параметр окрім видової специфічності, необхідно враховувати під час аналізу накопичення важких металів та металоїдів (миш`як та ін.) в живих організмах? \_\_\_\_\_

Таблиця 4.

**Вміст важких металів та миш`яку (мг/кг сухої ваги) в ґрунтах і в грибах різних еколого-трофічних груп.**

Хімічний елемент:	Вміст в ґрунті:	Вміст в грибах - гумусових сапрофітах	Кбн	Вміст в грибах - мікоризоутворювачів	Кбн	Вміст в грибах-ксилотрофах	Кбн
Залізо	165,7 ± 1,2	117,62 ± 18,76		129,83 ± 12,07		274,01 ± 54,59	
Кобальт	2,89 ± 0,06	2,71 ± 0,16		2,68 ± 0,10		2,33 ± 0,08	
Марганець	75,8 ± 0,5	16,70 ± 3,97		13,41 ± 1,38		57,73 ± 9,34	
Нікель	0,41 ± 0,01	3,08 ± 0,38		2,97 ± 0,10		3,17 ± 0,11	
Свинець	0,71 ± 0,01	9,62 ± 2,65		1,88 ± 0,21		5,62 ± 0,60	
Цинк	2,91 ± 0,05	114,39 ± 15,21		82,35 ± 2,95		59,57 ± 5,07	
Хром	0,16 ± 0,01	0,74 ± 0,16		0,73 ± 0,05		0,97 ± 0,11	
Миш`як	0,07 ± 0,01	12,53 ± 7,42		2,27 ± 0,49		2,12 ± 0,39	

**Завдання 5.** Накопичення важких металів в тканинах двостулкових молюсків.

1) Використовуючи дані таблиці 5, розрахуйте коефіцієнти біологічного накопичення важких металів в тканинах двостулкових молюсків двох видів, що мешкають в річці Волзі. Отримані дані внесіть до таблиці 5.

2) Які важкі метали вибірково накопичуються в тканинах молюсків? \_\_\_\_\_

3) Чи мають місце видові відмінності в біонакопиченні важких металів молюсками? \_\_\_\_\_

Таблиця 5.

**Вміст важких металів в доних відкладеннях і в тілі молюсків *Viviparus viviparous* та *Unio pictorum* (мг/кг сухої ваги).**

Вміст металу в доних відкладеннях, мг/кг:	Вміст металу в молюсках <i>Viviparus viviparous</i> , (мг/кг)	К біол.накоп.	Вміст металу в молюсках <i>Unio pictorum</i> , (мг/кг)	К біол.накоп.
Mn <sup>2+</sup> = 208	334,8 ± 11,2		151,7 ± 6,8	
Co <sup>2+</sup> = 24,7	7,3 ± 2,3		9,1 ± 2,7	
Ni <sup>2+</sup> = 42,7	11,4 ± 2,9		16,7 ± 3,6	

Pb <sup>2+</sup> = 22,2	18,4 ± 3,1		15,4 ± 2,5	
Zn <sup>2+</sup> = 146	128,4 ± 6,7		215,4 ± 12,4	
Cu <sup>2+</sup> = 48,2	118,4 ± 5,8		86,4 ± 6,3	

**Завдання 6.** Накопичення важких металів в системі хазяїн-паразит.

- 1) Використовуючи дані таблиці 6, розрахуйте коефіцієнт біологічного накопичення в трофічному ланцюгу хазяїн → паразит. Отримані дані внесіть до таблиці 6.
- 2) Які метали біоакумулюються в даній системі? \_\_\_\_\_

Таблиця 6.

**Накопичення металів в тканинах хазяїна та паразита (мкг/г сухої ваги).**

Об'єкт дослідження:	Мідь, мкг/г	Цинк, мкг/г	Магній, мкг/г
Риба харіус <i>Thymallus thymallus</i>	148,0 ± 8,5	70,0 ± 4,6	30,0 ± 4,6
Паразит харіуса <i>Proteocephalus thymalli</i>	220,0 ± 12,1	150,0 ± 19,5	30,0 ± 4,5
Коефіцієнт біологічного накопичення:			

**Завдання 7.** Накопичення важких металів в трофічному ланцюгу рослини → бджоли → мед.

- 1) Використовуючи дані таблиці 7, розрахуйте коефіцієнт біологічного накопичення цинку і міді в тілі молодих та старих бджіл, порівняно з рослинами-медоносами. Отримані дані внесіть до таблиці 7.
- 2) Як змінюється показник біонакопичення важких металів з віком у бджіл? \_\_\_\_\_

- 3) Розрахуйте концентрацію цинку та міді в меді, якщо аналіз показав зниження концентрації цих металів порівняно з тілом бджіл для цинку – в 153 рази, для міді – в 43 рази. Отримані дані внесіть до таблиці 7. \_\_\_\_\_

Таблиця 7.

**Накопичення важких металів в тілі бджіл та у меді**

Об'єкт дослідження:	Вміст цинку, мг/кг сухої ваги:	Коефіцієнт біологічного накопичення:	Вміст міді, мг/кг сухої ваги:	Коефіцієнт біологічного накопичення:
Рослини-медоноси	33,89 ± 4,5	-	7,91 ± 1,7	-
Тіло молодих бджіл	66,76 ± 7,3		25,71 ± 4,3	
Тіло старих бджіл	103,92 ± 12,6		39,85 ± 9,1	
Мед				

**Завдання 8.**

- 1) Використовуючи дані таблиць 8а,б, розрахуйте коефіцієнт біологічного накопичення кадмія та міді в коренях та пагонах капусти і селери. Отримані дані внесіть до таблиці.
- 2) Зробіть висновок про особливості накопичення важких металів різними тканинами сільськогосподарських рослин: \_\_\_\_\_

- 3) Порівняйте коефіцієнти біологічного накопичення для кадмія і ртуті. В чому полягає причина відмінностей? \_\_\_\_\_

Таблиця 8а.

**Накопичення кадмію сільськогосподарськими рослинами**

Концентрація кадмію в ґрунті, мг/кг	Капуста				Селера			
	Концентрація кадмію в коренях	Коеф. поглин. кореня	Концентрація кадмію в пагонах	Коеф. поглин. пагону	Концентрація кадмію в коренях	Коеф. поглин. кореня	Концентрація кадмію в пагонах	Коеф. поглин. пагону
2,30	1,095		0,151		0,653		0,241	

Таблиця 8б.

**Накопичення міді сільськогосподарськими рослинами**

Концентрація міді в ґрунті, мг/кг	Капуста, мг/кг				Селера, мг/кг			
	Концентрація міді в коренях	Коеф. поглин. кореня	Концентрація міді в пагонах	Коеф. поглин. пагону	Концентрація міді в коренях	Коеф. поглин. кореня	Концентрація міді в пагонах	Коеф. поглин. пагону
20	361,30		58,75		1312,00		81,50	

**Завдання 9.**

1) Використовуючи дані таблиці 9а, розрахуйте коефіцієнти біологічного поглинання металів рослинами, при вирощуванні їх на відвалах гірських порід. Отримані дані внесіть до таблиці 9а.

2) Зробіть висновок про залежність рівня біологічного поглинання важких металів від видової приналежності організму: \_\_\_\_\_

4) Використовуючи дані таблиці 9б, дайте відповідь, чи можливо використовувати дані рослини для отримання харчової продукції? Для відповіді на це запитання, розрахуйте сумарний коефіцієнт екологічної небезпеки для кожної з рослин. \_\_\_\_\_

Таблиця 9 а.

**Накопичення важких металів рослинами, при вирощуванні їх на відвалах гірських порід**

Метал:	Концентрація в ґрунті, мг/кг	Ріпак		Суріпиця	
		Концентрація в рослині, мг/кг	Коефіцієнт біологічного поглинання	Концентрація в рослині, мг/кг	Коефіцієнт біологічного поглинання
Хром	2,02	39,50		13,38	
Мідь	2,93	25,57		33,05	
Кадмій	3,35	6,57		10,60	
Цинк	4,93	251,31		311,41	



## Значення ГДК важких металів в рослинній продукції

Метали:	ГДК важких металів в рослинній продукції, мг/кг	
	Овочі:	Зерно:
Цинк	10	50
Кадмій	0,03	0,03
Свинець	0,5	0,3
Мідь	5,0	10
Хром	0,3	0,2
Ртуть	0,02	0,03
Кобальт	1	1
Марганець	20	44
Залізо	50	50
Нікель	1,5	0,5

**Завдання 10.** Використовуючи дані таблиці 10:

1) Розрахуйте коефіцієнт біологічного накопичення свинцю та міді злаковими рослинами роду *Graminea*, при вирощуванні в різних ґрунтових умовах. Отримані дані внесіть до таблиці 10.

2) Як впливає меліоративне вапнування ґрунтів на коефіцієнт біологічного накопичення свинцю та міді рослинами? З яким фактором очищення геосистем пов'язані ці зміни? \_\_\_\_\_

---



---



---

Таблиця 10.

**Накопичення свинцю та міді злаковими рослинами роду *Graminea*, при вирощуванні в різних ґрунтових умовах**

Хімічний елемент	Кислі ґрунти:			Кислі ґрунти з меліоративним вапнуванням				
	Концентрація хімічного елемента, мг/кг:			Кбн	Концентрація хімічного елемента, мг/кг:			Кбн
	росли на	ґрунт			росли на	ґрунт		
		всього	рухливі форми			всього	рухливі форми	
Свинець	31,24	26,3	4,10		1,34	35,7	1,02	
Мідь	33,22	37,5	5,24		1,87	40,1	1,73	

**Література:**

1. Глазовская М. А. Принципы классификации почв по опасности их загрязнения тяжелыми металлами / М. А. Глазовская // Биологические науки, 1989. – № 9. – С. 9–15.
2. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, Сиб. отделение, 1991. – 115 с.
3. Ильин В. Б. Относительные показатели загрязнения в системе почва-растение / В. Б. Ильин, М. Д. Степанова // Почвоведение. – 1979. № 11. – С. 61–67.
4. До питання оцінки рівнів небезпеки забруднення ґрунтів важкими металами / А. І. Фатєєв, М. М. Мірошніченко, В. Л. Самохвалова, Т. Ю. Биндич // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 10. – С. 39-62.
5. Балюк С. А. Оцінка забруднення зрошувальної води та ґрунтів важкими металами / С. А. Балюк, В. Я. Ладних, Л. В. Мошник // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 1. – С. 65–68.
6. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. Міждержавний стандарт ГОСТ 30178-96. – [Чинний від 2002.01.01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2001. – 14 с. – (Національні стандарти України).
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. Изд. 2-е. – М. : ЦИНАО, 1992 – 62 с. – (Методичні вказівки).

8. Макарова Г. А. Вплив біологічних особливостей культур на інтенсивність міграції важких металів в ланці «грунт - рослини» / Г. А. Макарова, М. О. Троїцький, Л. А. Дмитрієва / XI Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми сучасної біології та здоров'я людини». Збірник наукових праць. Випуск 9. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Агропромиздат, 1987. - 142 с.
  9. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Агропромиздат, 1987. - 142 с.
  10. Кабата - Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. - 436 с.
  11. Ялынская Н.С., Лопотун А.Г. Накопление микроэлементов и тяжелых металлов в растениях рыбноводных прудов // Гидробиологический журнал. - 1993. Т. 29, №5. С - 4046.
  12. Никаноров А.М., Жулидов А.В., Покаржевский А.Д. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 143 с.
  13. Алексеев Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат. Ленинград. отд-ние, 1987. – 142 с.
  14. Попович Л.П. Екологічна характеристика забрудненості плодово-ягідної продукції Лісостепу України / Л.П. Попович // Садівництво. – 1995. – Вип. 44. – С. 29–30.
- Троїцький М. О., Дмитрієва Л. А. Міграція важких металів у ланці «грунт - рослини» в агроландшафтах степу України // Наукові праці. Екологія. Вип. 167. Т. 179. – С. 37 - 40.  
<http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukpraci/ecology/2012/179-167-8.pdf>

## Заняття № 17

### Тема: Виявлення токсичних та мутагенних компонентів в сільськогосподарській та промисловій продукції.

#### Контрольні запитання:

1. Методика виявлення токсичних компонентів в продуктах харчування. Використання культури клітин людини *in vitro* як однієї з основних тест-систем на токсичність.
2. Поняття про мутагенність факторів навколишнього середовища. Типи мутагенів: фізичні, хімічні, біологічні.
3. Загальні методики виявлення мутагенних компонентів в продуктах харчування та в промисловій продукції: а) мікроядерний тест; б) тест-система з використанням мушек дрозофіл; в) «кометний» тест; г) тест Амеса (тест з використанням мутантних бактерій-сальмонел).
4. Специфічні рослинні тест-системи для визначення мутагенності факторів навколишнього середовища.
5. Механізми адаптації організмів до дії мутагенів. Поняття про адаптивний ефект низьких доз мутагенних факторів.

**Завдання 1.** Використання кометного тесту для оцінки мутагенності тютюнового диму. Клітини крові курців і некурців піддали кометному дослідженню. Результати проведених досліджень наведені на малюнку 1 (Mozaffarien et al., 2010).

Дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Як провести кометне тестування клітин, на які діяли стресові фактори? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- 2) Про що свідчить відсутність ДНК-хвоста або поява великого ДНК-хвоста після проведення електрофорезу? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- 3) Як розрахувати момент ДНК-хвоста? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- 4) Чому важливим критерієм мутагенності факторів навколишнього середовища є показник хвостового моменту? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- 5) Проаналізуйте результати кометного дослідження, наведені на малюнку 1. Як впливає паління на структуру ДНК? Обґрунтуйте свою відповідь. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

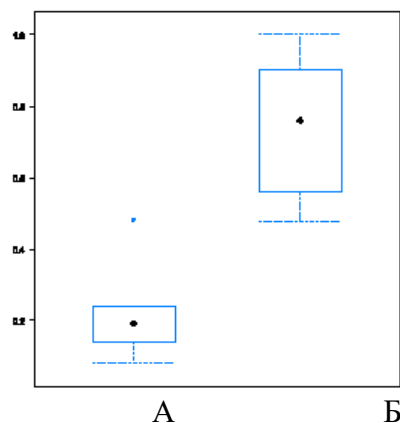


Рис. 1. Хвостовий момент (по осі ординат ОУ), розрахований на підставі результатів кометного дослідження ДНК некурців (А) та курців (Б) (за Mozaffarien et al., 2010).

**Завдання 2.** Оцінка мутагенної дії  $\gamma$ -опромінення на клітини крові за допомогою кометного дослідження.

Різні типи лімфоцитів крові людини, після монтування в тверде поживне середовище, піддали дії  $\gamma$ -опромінення в дозі 1 Гр (джерело опромінення – радіоактивний цезій-137; потужність випромінювача – 0,47 Гр/хвил). Потім за допомогою кометного тесту перевірили рівень пошкодження ДНК: 1) у частини лімфоцитів - одразу після опромінення; 2) у інших лімфоцитів - через 60 хвилин відновлення після опромінення. Отримані дані наведені на малюнках 2А-В.

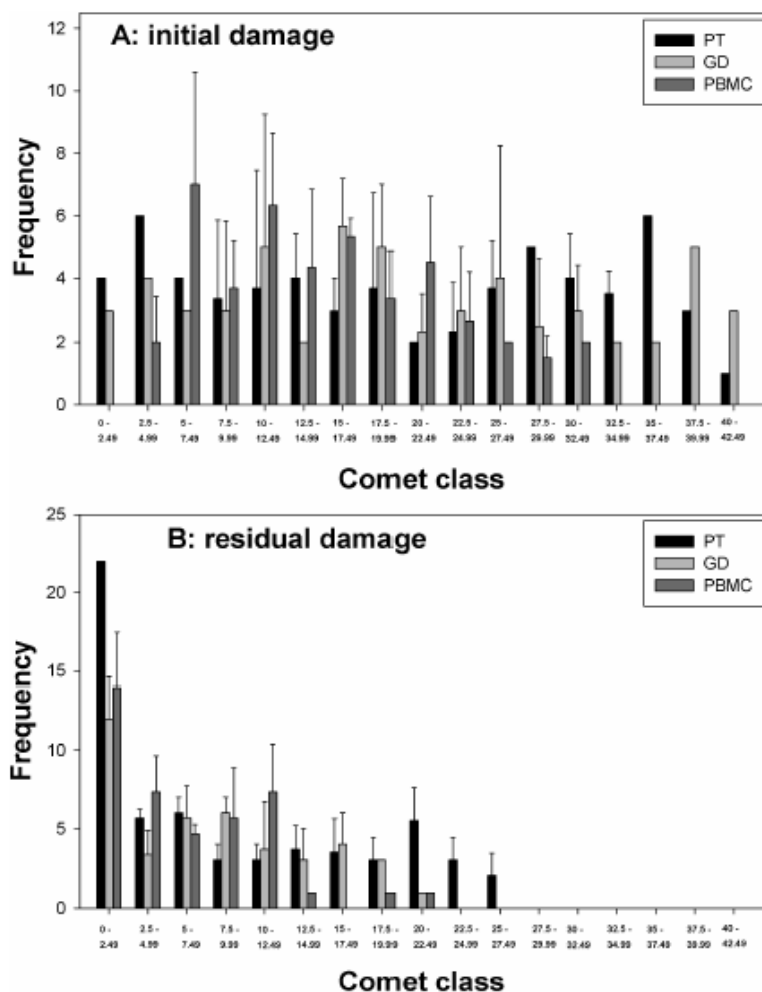


Рис. 2 А-В. Залежність довжини ДНК хвоста в кометному тесті від тривалості відновлювального періода після  $\gamma$ -опромінення лімфоцитів крові людини. Де: А – тривалість відновлювального періода 0 хвилин; В – тривалість відновлювального періода 60 хвилин; PT, ZGD, PBMC – різні

типи лімфоцитів крові людини (GD – гама-дельта лімфоцити, PVMC – моноцити, PT – суміш з різних типів лімфоцитів). По осі абсцис ОХ – довжина ДНК-хвоста, по осі ординат ОУ – частота виявлення ДНК-хвоста даного розмірного класу (за Lisowska et al., 2010)

Дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Скільки часу необхідно опромінювати лімфоцити для отримання дози 1 Гр? \_\_\_\_\_
- 2) Використовуючи дані, наведені на малюнках 2А-В, дайте відповіді на наступні запитання:

- як вплинуло  $\gamma$ -опромінення в дозі 1 Гр на ДНК лімфоцитів? Обґрунтуйте свою відповідь. \_\_\_\_\_

- як змінилась довжина ДНК-хвоста в кометному тесті через 60 хвилин відновлювального періода? Про що це свідчить? \_\_\_\_\_

**Завдання 3.** Тест Амеса на мутагенність факторів навколишнього середовища.

Проаналізуйте дані, наведені на малюнку 3, і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) В чому полягають відмінності між дикими штамми *Salmonella typhimurium* та штамми ТА 1535 і ТА 1538? \_\_\_\_\_

- 2) Як провести тест Амеса для оцінки мутагенності факторів навколишнього середовища? \_\_\_\_\_

- 3) Чому в контрольних умовах кількість колоній бактерій-ревертантів не дорівнює нулю? \_\_\_\_\_

- 4) Що таке негативний контроль при проведенні експеримента по оцінці мутагенності факторів навколишнього середовища? \_\_\_\_\_

- 5) Для яких цілей в кожному експерименті необхідно ставити негативний контроль? \_\_\_\_\_

- 6) Що таке позитивний контроль при проведенні експеримента по оцінці мутагенності факторів навколишнього середовища? \_\_\_\_\_

- 7) Для яких цілей в експериментах по виявленню мутагенності факторів навколишнього середовища необхідно ставити позитивний контроль? \_\_\_\_\_

- 8) При роботі зі штамом ТА 1535 в якості позитивного контролю використовували речовину  $\text{NaN}_3$ , а для штаму ТА 1538 – речовину 4NOP. Проаналізуйте дані, наведені на малюнку 3. Чому для різних штамів *Salmonella typhimurium* - ТА 1535 і ТА 1538 - в якості позитивного контролю використовуються різні речовини? \_\_\_\_\_

- 9) Від яких факторів залежала частота появи колоній бактерій-ревертантів в проведених експериментах? \_\_\_\_\_

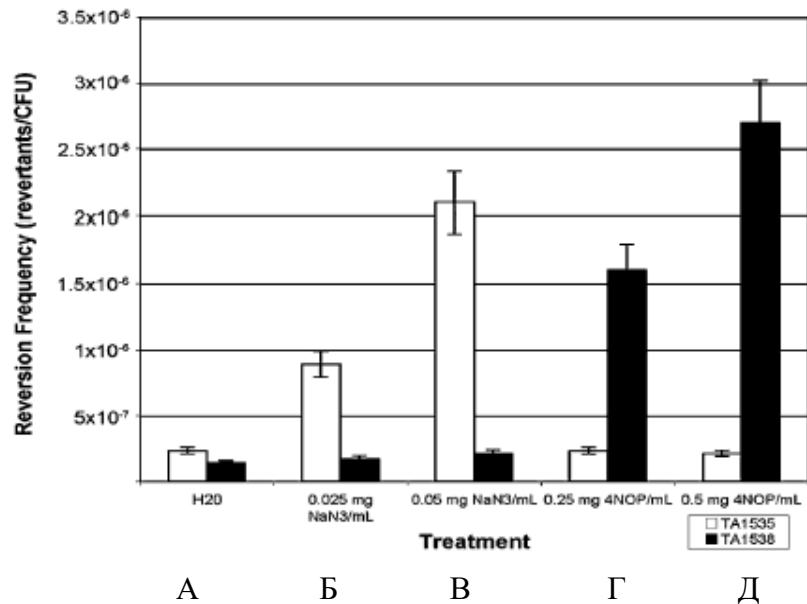


Рис. 3. Частота появи колоній бактерій-ревертантів *Salmonella typhimurium* (по осі ординат ОУ) в залежності від умов експерименту: А – вода; Б – 0,025 мг/мл NaN<sub>3</sub>; В - 0,05 мг/мл NaN<sub>3</sub>; Г - 0,25 мг/мл 4NOP; Д - 0,5 мг/мл 4NOP (Goodson-Gregg & De Stasio, 2009).

**Завдання 4.** Виявлення мутагенності нового лікарського препарату за допомогою модифікованого теста Амеса.

Проаналізуйте результати, наведені в таблиці 1, і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Для чого до тестуємої системи: мутантний штам бактерій *Salmonella typhimurium* + новий лікарський препарат – додають мікросомну фракцію з клітин печінки? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2) Чому для варіантів експерименту –S9 та +S9 в якості позитивного контролю використовуються різні мутагени - азид натрію та дауноміцин, відповідно? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3) На підставі результатів, наведених в таблиці 1, охарактеризуйте мутагенні властивості лікарських препаратів № 1, № 2, № 3 та № 6 за рівнем перевищення кількості колоній бактерій-ревертантів в досліді порівняно з негативним контролем: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4) Порівняйте мутагенність нових лікарських препаратів з мутагенністю відомих генотоксичесних речовин (т.т. з позитивним контролем). \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5) Який з перерахованих препаратів проявляє більш високу мутагенність у присутності мікросомної фракції з клітин печінки пацюків? Про що це свідчить? \_\_\_\_\_

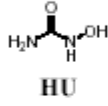
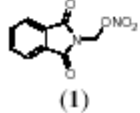
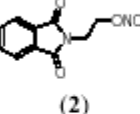
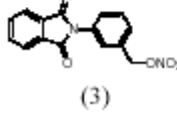
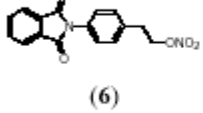
\_\_\_\_\_

6) Який з препаратів проявляє більш низьку мутагенність у присутності мікросомної фракції з клітин печінки пацюків? В чому полягає причина подібного ефекту? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Вплив нових лікарських препаратів на кількість колоній бактерій-ревертантів *Salmonella typhimurium* штама TA100, отриманих без додавання мікросомної фракції з клітин печінки пацюків (варіант – S9) та з додаванням мікросомної фракції з клітин печінки пацюків (варіант +S9) (Dos Santos et al., 2010).**

Compounds	Concentration μmol/plate	TA100	
		+S9	-S9
 HU	0	129.3 ± 8.1	143 ± 4.8
	29.25	178.33 ± 15.1* (1.4)	149 ± 8.9 (1.0)
	58.5	240 ± 3** (1.8)	159 ± 11 (1.1)
	117	220.7 ± 17.8** (1.7)	268.7 ± 13.5* (1.9)
	234	276 ± 27.7** (2.1)	345 ± 21.2** (2.4)
	468	315.3 ± 16.1** (2.4)	358.6 ± 5.5** (2.5)
 (1)	0	129.3 ± 8.1	136.7 ± 2.4
	0.007	126.3 ± 8.1 (1.0)	140.5 ± 17 (1.0)
	0.014	133.3 ± 11 (1.0)	161.7 ± 11 (1.2)
	0.028	140.3 ± 2 (1.1)	192.7 ± 3.06 (1.4)
	0.056	154 ± 14.2 (1.2)	234 ± 39.5** (1.7)
	0.112	155 ± 5.9 (1.2)	335 ± 15.7** (2.4)
 (2)	0	104 ± 7.4	115 ± 13.2
	0.01	335 ± 10.8** (3.2)	171 ± 38.9* (1.5)
	0.021	354 ± 6.9** (3.4)	200 ± 13.3* (1.7)
	0.042	397 ± 25.9** (3.8)	223 ± 15.04* (1.9)
	0.085	416 ± 15.2** (4.0)	226 ± 20.2* (2.0)
	0.170	261 ± 11** (2.5)	165 ± 11.1* (1.4)
 (3)	0	129 ± 8.1	179 ± 8.72
	0.224	146 ± 5 (1.1)	216.7 ± 10.2 (1.2)
	0.488	153 ± 13.1 (1.2)	234.5 ± 24.6 (1.3)
	0.896	163 ± 9.3 (1.2)	266.3 ± 8.4* (1.5)
	1.8	165 ± 12.5 (1.3)	294.5 ± 5.3* (1.6)
	3.58	155 ± 8.2 (1.3)	323.7 ± 10.2* (1.8)
 (6)	0	129.3 ± 8.1	116.7 ± 12.4
	0.12	363 ± 25.2** (2.8)	121.5 ± 14 (1.0)
	0.25	478.7 ± 4.22 ** (3.7)	135.3 ± 12 (1.1)
	0.5	628 ± 40.8** (4.9)	138.3 ± 13 (1.2)
	1	739 ± 25.4** (5.7)	153.3 ± 5 (1.3)
	2	750 ± 13.6** (5.8)	177 ± 23.6* (1.5)
Positive control***	-	2545 ± 73.6	2231 ± 66.9

Де: 0 – негативний контроль (розчинник ДМСО – 100 мкл на пластинку); \*\*\* - позитивний контроль: для варіанта –S9 азид натрію, NaN<sub>3</sub> (1,25 мкг на пластинку); для варіанта +S9 дауноміцин (3 мкг на пластинку).

**Завдання 5.** Тестування компонентів барвника для волосся на фотомутагенність.

Проаналізуйте дані, представлені на малюнках 4-6, і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Що таке фотомутагенність? \_\_\_\_\_
- 2) В чому полягає відмінність штаму TA102 від штамів диких ліній *Salmonella typhimurium*? \_\_\_\_\_
- 3) Як провести дослідження, що дозволяє виявити фотомутагенність тестуємої речовини? \_\_\_\_\_
- 4) Проаналізуйте дані, наведені на малюнку 5. Чи є тестуєма речовина 4-хлоро-1,2-фенілендіамин – фотомутагеном? Поясніть свою відповідь. \_\_\_\_\_
- 5) Чому при концентрації тестуємої речовини 25 мкМ та вище - кількість сформованих колоній *Salmonella typhimurium* знижується? \_\_\_\_\_
- 6) За допомогою якого методу можна виявити розривання молекул ДНК фотопродуктами барвника для волосся? \_\_\_\_\_
- 7) Проаналізуйте дані електрофорезу ДНК вірусу ФХ174, наведені на малюнку 6. За яких умов експерименту розривання ДНК вірусу барвником було максимальним? \_\_\_\_\_

NB: Вірус ФХ174 має дві форми ДНК: sc – суперспіралізовану форму; ос – відкрита петля; при одностієвих розривах, sc – форма ДНК перетворюється в ос-форму ДНК.

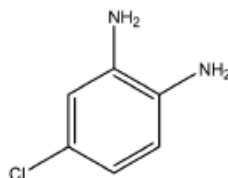


Рис. 4. Один з компонентів барвника для волосся - 4-хлоро-1,2-фенілендіамин (Yu et al., 2008).

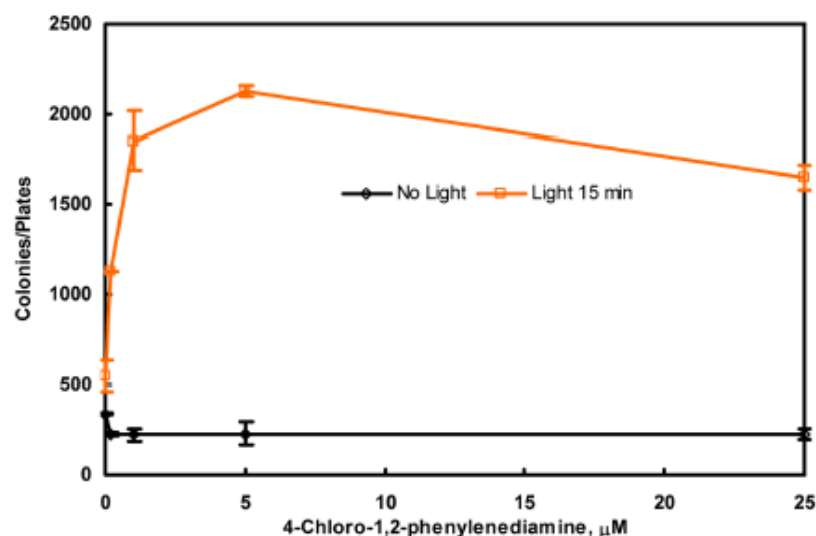


Рис. 5. Залежність кількості колоній бактерій ревертантів *Salmonella typhimurium* (по осі ординат ОУ) від концентрації барвника 4-хлоро-1,2-фенілендіаміна (по осі абсцис ОХ). Верхній графік –

результати експерименту, проведеного в умовах освітлення, нижній графік – в темноті (Yu et al., 2008).



Рис. 6. Результати впливу барвника для волосся 4-хлоро-1,2-фенілендіаміну на появу одностріжкових розривів в молекулах ДНК вірусу ФХ174 в темряві (варіанти С1 та С2) і при освітленні (варіанти С3, С4, 5-40 мкМ барвника). NB: при одностріжкових розривах, sc – форма ДНК перетворюється в ос-форму ДНК. Де: С1 – тільки ДНК вірусу; С2 – ДНК вірусу + 50 мкМ барвника; С3 та С4 – ДНК вірусу + світло; 5-40 – ДНК вірусу + світло + відповідна концентрація барвника (Yu et al., 2008).

#### Література:

1. Mozaffarian M., Konieczka K., Hauenstein D., Schoetzau A., Flammer J. Half a pack of cigarettes a day more than doubles DNA breaks in circulating leukocytes // Tobacco Induced Diseases. - 2010. – Vol. 8:14.
2. Lisowska H., Deperas-Kaminska M., Haghdoost S., Parmryd I., Wojcik A. Radiation-induced DNA damage and repair in human  $\gamma\delta$  and  $\alpha\beta$  T-lymphocytes analysed by the alkaline comet assay // Genome Integrity. – 2010. – Vol. 1:8.
3. Goodson-Gregg N., De Stasio E.A. Reinventing the Ames test as a quantitative lab that connects classical and molecular genetics // Genetic. – 2009. – Vol. 181. – P. 23-31.
4. Dos Santos J.L., Varanda E.A., Lima L.M., Chin C.M. Mutagenicity of new lead compounds to treat sickle cell disease symptoms in a Salmonella/microsome assay // Int. J. Mol. Sci. – 2010. – Vol. 11. – P. 779-788.
5. Yu H., Choi M.-F.J., Wang S. Phototoxicity of phenylenediamine hair dye chemicals in Salmonella typhimurium TA102 and human skin keratinocytes // Food Chem Toxicol. – 2008. – Vol. 46(12). – P. 3780-3784.

### Заняття № 18

#### Тема: Встановлення автентичності (справжності) харчової продукції за допомогою PCR-RFLP аналізу

#### Контрольні запитання:

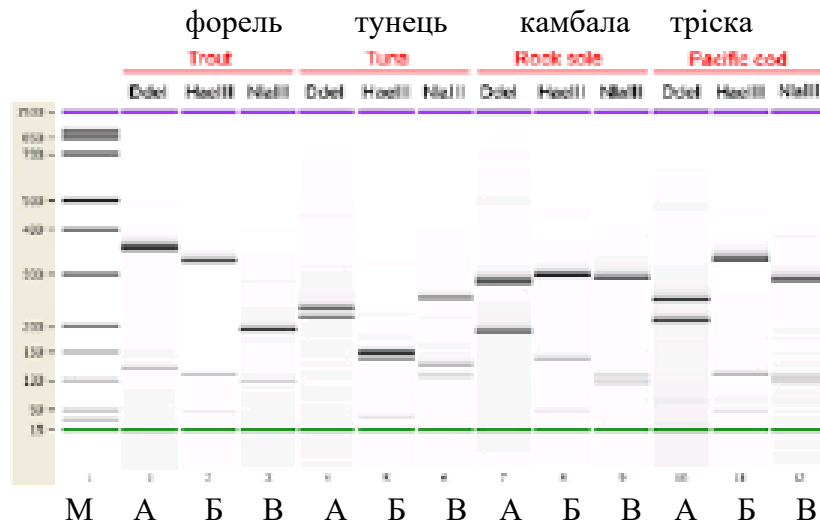
1. Поняття про автентичність продукції.
2. Методика проведення PCR-RFLP аналізу.
3. Використання PCR-RFLP аналізу для встановлення автентичності харчової продукції.
4. Використання PCR-RFLP аналізу для виявлення забруднення харчової продукції патогенними бактеріями, грибами, найпростішими.
5. Виявлення трансгенних компонентів в харчовій продукції за допомогою PCR-RFLP аналізу.

**Завдання 1.** Проаналізуйте розподіл фрагментів ДНК чотирьох видів промислових риб: форелі, тунця, камбали і тріски (Рис. 1.) і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) В чому полягають відмінності в механізмі дії рестриктаз, отриманих від різних штамів бактерій? \_\_\_\_\_
- 2) Чому розподіл фрагментів ДНК форелі на пластинці гелю для експериментальних варіантів А, Б і В – різний? \_\_\_\_\_
- 3) Чи можна використовувати рестриктазу В для розрізнення фрагментів ДНК камбали і тріски? Поясніть свою відповідь. \_\_\_\_\_



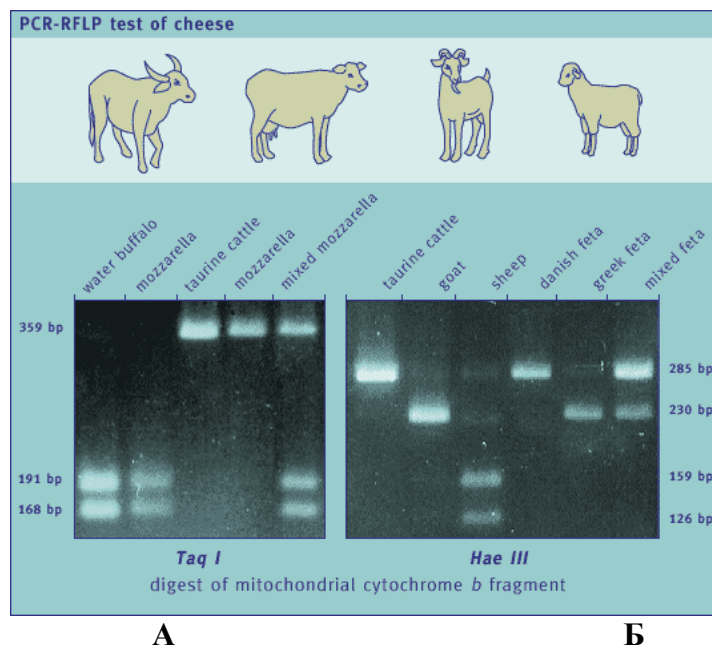
4) Чи можна використовувати рестриктазу A, для того, щоби розрізнути ДНК фрагменти усіх чотирьох видів промислових риб? Поясніть свою відповідь. \_\_\_\_\_



**Рис. 1.** Розподіл фрагментів ДНК чотирьох видів промислових риб: форелі, тунця, кабали та тріски. Для кожного виду риб наведені по три доріжки розподілу фрагментів ДНК, отримані при використанні трьох різних рестриктаз (А, Б, В). В якості ДНК-затравки при проведенні ПЛР реакції використовували фрагменти ДНК, «які впізнають» ДНК одного з консервативних генів мітохондріальної ДНК риб. Де: М – маркер молекулярної ваги ДНК-фрагментів; А, Б, В – три різних типи рестриктаз.

**Завдання 2.** З молока самок буйвола і самок туру отримують дуже дорогий сир сорту моцарелла. З молока самок тура і молока кіз – отримують інший цінний сир сорту фета. Проаналізуйте малюнок 2 і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Чому лінії, які відповідають зразкам ДНК самок тура, на малюнках А і Б – мають різне положення на гель-електрофорезі? \_\_\_\_\_



**Рис. 2.** Результати аналізу ДНК самок великої рогатої худоби: самки буйвола (water buffalo), самки туру (taurine cattle), кози (goat), вівці (sheep), а також результати аналізу ДНК, виділеної з сирів

сорту моцарелла (mozzarella) та фета (feta). А – для розщеплення зразків ДНК використовували рестриктазу Taq I; Б – для розщеплення зразків ДНК використовували рестриктазу Hae III.

- 2) З молока яких тварин виготовлений зразок сиру моцарелла, який був взятий для аналізу в супермаркеті (mixed mozzarella)? \_\_\_\_\_
- 3) З молока яких тварин виготовляється датський сир фета? \_\_\_\_\_
- 4) З молока яких тварин виготовляється гречеський сир фета? \_\_\_\_\_
- 5) З молока яких тварин був виготовлений зразок сиру фета, взятий для аналізу в супермаркеті (mixed feta)? \_\_\_\_\_

**Завдання 3.** Який з проаналізованих качиних паштетів відповідає торговій марці, вказаній на етикетці? Для відповіді на запитання скористайтеся даними малюнків 3А та 3Б. \_\_\_\_\_

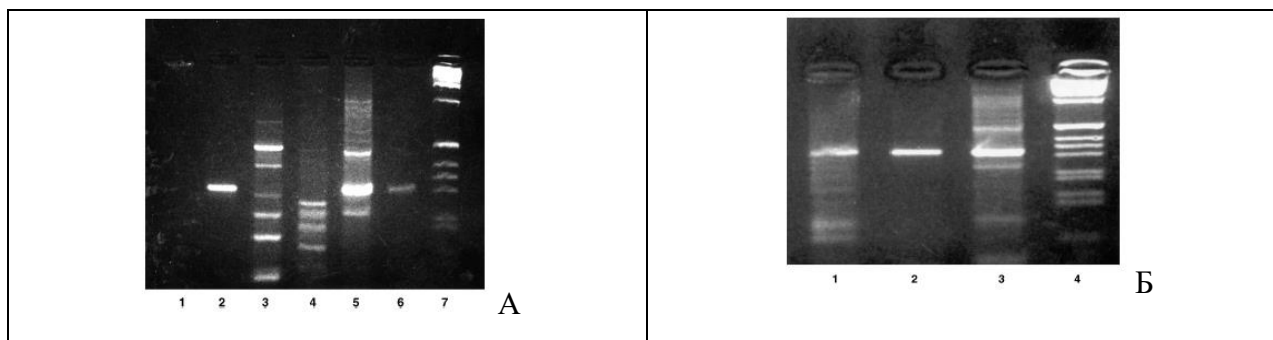


Рис. 3А. Результати гель-електрофорезу зразків ДНК, виділених з наступних продуктів харчування: 1 лінія – гусак; 2 лінія – качка; 3 лінія – индик; 4 лінія – курка; 5 лінія – свинина; 6 – лінія – качка; 7 лінія – молекулярний маркер ваги фрагментів ДНК.

Рис. 3Б. Результати гель-електрофорезу зразків ДНК, виділених з наступних продуктів харчування: 1 лінія – паштет качиний; 2 лінія – паштет качиний; 3 лінія – паштет качиний; 4 лінія – молекулярний маркер ваги фрагментів ДНК (Calvo et al., 2001).

**Завдання 4.** Представники деяких релігійних конфесій не вживають в їжу свинину. Оскільки свинина дешевше, ніж яловичина, то для виявлення фактів можливого обману споживачів проводять ДНК-аналіз продуктів харчування, які містять яловичину. Результати одного з аналізів наведені на малюнку 4.

1) Чи відповідає продукція, яка продається під торговою маркою «сосиска яловича», стандартам якості? Обґрунтуйте свою відповідь, використовуючи малюнок. \_\_\_\_\_

2) Чи відповідає продукція, яка продається під торговою маркою «біфштекс» (смажена яловичина), стандартам якості? Обґрунтуйте свою відповідь, використовуючи малюнок 4. \_\_\_\_\_

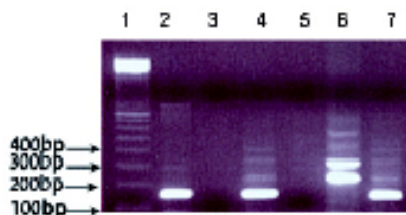


Рис. 4. Результати аналізу ДНК, виділеної з різних продуктів харчування: 1 лінія – молекулярний маркер ваги фрагментів ДНК; 2 лінія – свинина; 3 лінія – курячий паштет; 4 лінія – сосиска яловича; 5 лінія – сосиска куряча; 6 лінія - сосиска з індики; 7 лінія – біфштекс (Alaraidh, 2008).

**Завдання 5.** Підпільна фабрика виробляла екзотичні консерви з м'яса норки.

1) Як, використовуючи аналіз ДНК, можливо встановити реальний вміст консервної банки? Для відповіді на питання використовуйте дані, наведені на рисунку: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

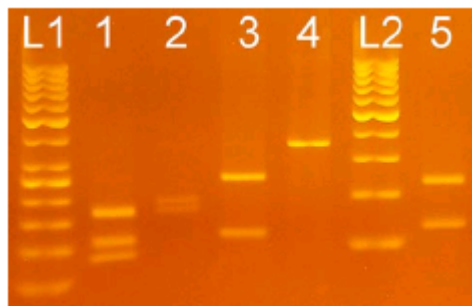


Рис. 5. Використання аналізу ДНК для встановлення видового складу компонентів, які входять до складу м'ясопродуктів. В якості ДНК-затравки при проведенні ПЛР реакції використовували фрагменти ДНК, які «розпізнають» ДНК одного з консервативних генів мітохондріальної ДНК тварин.

Де: доріжка L1 - маркер молекулярної ваги ДНК-фрагментів з кроком в 50 бп; доріжка L2 – маркер молекулярної ваги ДНК-фрагментів з кроком в 100 бп; доріжки 1 – американська норка (*Mustela vison*); 2 – тхір звичайний (*Mustela putorius furo*); 3 – свиня домашня (*Sus scrofa domesticus*); 4 – кролик європейський (*Oryctolagus cuniculus*); 5 – гусак сірий (*Anser anser*) (за Minarovic et al., 2010).

**Завдання 6.** Комерційні сорти кави представлені в основному двома різновидами кави – кава Арабіка та кава Робуста. Кава Арабіка відноситься до групи високо якісної кави і має відповідну вартість. Для запобігання ситуацій підробки кави, продажу дешевої кавим за високою ціною, проводять аналіз ДНК. Результати аналізу ДНК кави різних сортів наведені на рисунку. На пластинці гелю: доріжка 1 – відповідає ДНК-фрагментам кави Робуста, а доріжка 2 – кави Арабіка.

1) Вкажіть, яку масу мають фрагменти ДНК гена-інтереса у кави Робуста? \_\_\_\_\_  
У кави Арабіка? \_\_\_\_\_

2) В супермаркеті для аналізу були взяті сім зразків розфасованої кави з торгівельною маркою «Кава Арабіка» (лінії 3-9) для встановлення аутентичності продукції. Використовуючи результати, наведені на малюнку, вкажіть, які із зразків дійсно відповідають сорту кави - Арабіка: \_\_\_\_\_

3) Якщо в упаковці знаходиться суміш двох сортів кави – кави Робуста і кави Арабіка, то на доріжці гелю буде видно фрагменти ДНК, характерні для обох сортів кави. Дайте схематичне зображення пластинки гелю з наступним набором доріжок з фрагментів ДНК: Лінія А – 100% кава Робуста; лінія Б – 100% кава Арабіка; лінія В – суміш, до складу якої входить 50% кави Робуста і 50% кави Арабіка; лінія Г - суміш, до складу якої входить 90% кави Робуста і 10% кави Арабіка; лінія Д – суміш, до складу якої входить 10% кави Робуста і 90% кави Арабіка. Підпишіть значення молекулярної ваги відповідних фрагментів ДНК.

4) Який експеримент необхідно провести для того, щоб мати можливість виявляти випадки часткової фальсифікації дорогого сорта кави? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

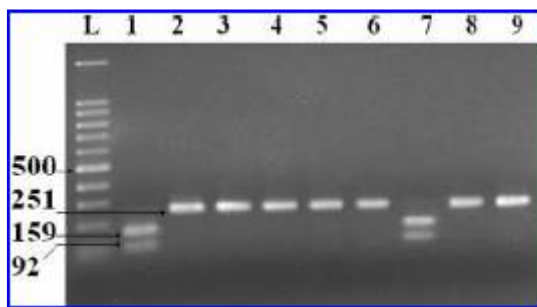


Рис. 6А. Результати гел-електрофорезу ДНК, виділеної з кави різних сортів. Де: лінія 1 – фрагменти ДНК з кави Робуста; лінія 2 – фрагменти ДНК з кави Арабіка; лінії 4 - 9 фрагменти ДНК з семи різних товарних зразків кави з супермаркету, маркованих як кава Арабіка; лінія L – еталон молекулярної ваги фрагментів ДНК. В якості ДНК-затравки використовували одну з ділянок консервативного гена хлоропластів - trnL(UAA)-trnF(GAA) (за Spaniolas et al., 2006).

L A B B Г Д

Рис. 6Б. Схематичне зображення пластинки гелю з наступним набором доріжок з фрагментів ДНК: лінія А – 100% кава Робуста; лінія Б – 100% кава Арабіка; лінія В – суміш, до складу якої входить 50% кави Робуста і 50% кави Арабіка; лінія Г - суміш, до складу якої входить 90% кави Робуста і 10% кави Арабіка; лінія Д – суміш, до складу якої входить 10% кави Робуста і 90% кави Арабіка. Підпишіть значення молекулярної ваги відповідних фрагментів ДНК.

**Завдання 7.** До складу оливкової олії випадково і навмисно можуть потрапляти як дешевші рослинні масла, так і дорожчі. Для попередження фактів фальсифікації продукції – проводять аналіз ДНК, виділеної з олії. Результати тестування оливкової олії, а також сумішей, які містять окрім оливкової олії також інші масла, наведені на рисунку 7.

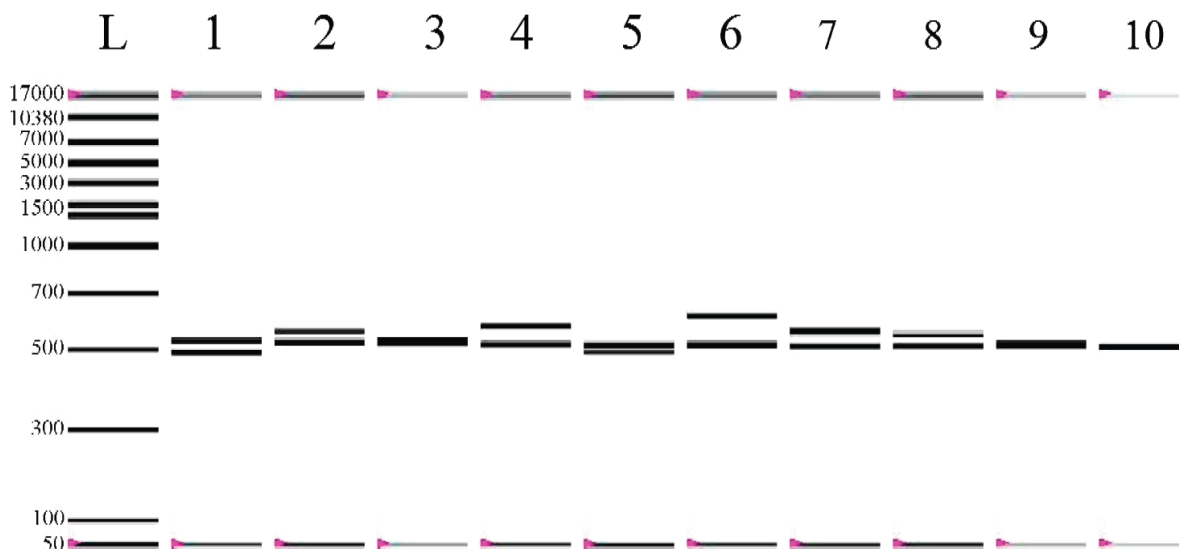


Рис. 7. Схематичне розташування доріжок гел-електрофорезу фрагментів ДНК, отриманих при аналізі оливкової олії, а також сумішей оливкової олії з іншими маслами. Де: лінія 1 – суміш оливкової та соняшникової олії; лінія 2 – суміш оливкової та соєвої олії; лінія 3 – суміш оливкової та кунжутної олії; лінія 4 – суміш оливкової олії та масла фундука; лінія 5 – суміш оливкової та кукурудзяної олії; лінія 6 – суміш оливкової та бавовняної олії; лінія 7 – суміш оливкової та

горіхової олії; лінія 8 – суміш оливкової та мигдальної олії; лінія 9 – суміш оливкової олії та масла авокадо; лінія 10 – оливкова олія; лінія L – молекулярний маркер маси фрагментів ДНК (за Spaniolas et al., 2008). В якості ДНК-затравки використовували фрагмент хлоропластного гену – trnL (UAA).

Використовуючи результати даного дослідження, дайте відповіді на наступні запитання:

1) Перерахуйте, суміші яких рослинних олій з оливковою олією не можливо розрізнити в даній схемі експерименту: \_\_\_\_\_

2) Поясніть свою відповідь: \_\_\_\_\_

3) Як необхідно змінити схему експерименту для того, щоб отримати можливість розрізнити і такі суміші? \_\_\_\_\_

**Завдання 8.** Дослідження фахівців різних країн свідчать про небезпеку вживання в їжу трансгенних продуктів харчування. Зокрема, миші, яких годували трансгенною соєю – в другому поколінні перестали розмножуватись.

Використовуючи дані, наведені на рисунку, дайте відповіді на наступні запитання:

1) На доріжках № 2-17 наведений результат аналізу ДНК різних ліній кукурудзи. Вкажіть, які з ліній кукурудзи є трансгенними? \_\_\_\_\_

2) У ДНК кукурудзи вбудовують ген з туринської бактерії, який забезпечує синтез білку, токсичного для комах-шкідників кукурудзи. Яку ДНК-затравку необхідно використовувати при проведенні ПЛР-аналізу, для того щоб виявити присутність чужорідного гену в ДНК кукурудзи? \_\_\_\_\_

3) Білок туринської бактерії вважається не шкідливим для ссавців. Чому під час годування мишей трансгенною кукурудзою – у них почали відмовляти нирки та печінка? \_\_\_\_\_

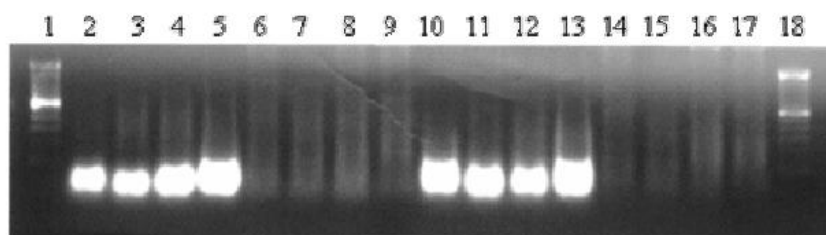


Рис. 8. Використання аналізу ДНК для виявлення трансгенних продуктів харчування (ГМО). Гель-електрофорез фрагментів ДНК з різних ліній кукурудзи. Перед проведенням електрофорезу, зразки ДНК пройшли ПЛР ампліфікацію з ДНК-затравками, які виявляють ген Bt з бактерій *Bacillus thuringiensis*. Продукт даного гену забезпечує синтез білку, токсичного для шкідників кукурудзи, але, теоретично, безпечного для людини. Де: лінії кукурудзи 6 - 9 та 14 - 17 – не містять трансгенних компонентів; лінії кукурудзи 2 - 5 та 10 - 13 – містять чужорідний ген; лінії 1 та 18 – стандарти молекулярної ваги ДНК-фрагментів (за Danson et al., 2006).

#### Література:

1. Calvo J.H., Zaragoza P., Osta R. Random amplified polymorphic DNA Fingerprints for identification of species in poultry pate // Poultry Science. 2001. – Vol. 80. – P. 522-524.

2. Alaraidh I.A. Improved DNA extraction method for porcine contaminants, detection in imported meat to the Saudi market // Saudi J. Biol. Sci. – 2008. – Vol. 15(2). – P. 225-229.
3. Minarovic T., Trakovicka A., Rafayova A., Lieskovska Z. Animal species identification by PCR-RFLP of cytochrome b // Scientific Papers: Animal Sci. & Biotechn. – 2010. – Vol. 43 (1).
4. Spaniolas S., May S.T., Bennett M.J., Tucker G.A. Authentication of coffee by means of PCR-RFLP analysis and lab-on-a-chip capillary electrophoresis // J. Agric. Food Chem. – 2006. – Vol. 54(20). – P. 7466 - 7470.
5. Spaniolas S., Bazakos C., Awad M., Kalaitzis P. Exploitation of the chloroplast trnL (UAA) intron polymorphisms for the authentication of plant oils by means of a lab-on-a-chip capillary electrophoresis system // J. Agric. Food Chem. – 2008. – Vol. 56(16). – P. 6886 - 6891. doi: 10.1021/jf8008926.

## Заняття № 19

### Тема: Використання методу фракціонування стабільних ізотопів для встановлення фактів фальсифікації продукції.

**Завдання 1.** Деякі виробники соків додають до своєї продукції органічні кислоти та цукор. При цьому в маркуванні продукції вказується, що продукт є природним, т.т. не містить сторонніх домішок. Згідно сучасних методик якість і, відповідно, ціна встановлюються на підставі результатів аналізу концентрації лимонної кислоти та цукру в лимонному соці. Це створює можливості для фальсифікації якості продукції шляхом додавання до соку лимонної кислоти та цукру. Фахівцями була розроблена методика, яка дозволяє виявити факти підробки продукції: з лимонного соку за допомогою рідинної хроматографії виділяють органічні кислоти (лимонну кислоту) та цукор. Потім за допомогою ізотопної мас-спектрометрії встановлюють значення показника фракціонування ізотопів вуглецю-13 в цих речовинах. Аналіз розподілу стабільних ізотопів вуглецю-13 в лимонній кислоті та в цукрі натуральних і сфальсифікованих соків дозволив фахівцям побудувати калібровочні криві, які дозволяють виявити факти неаутентичності (підробок) продукції (див. рисунок 1 за Guyon et al., 2014). Так, з 30 зразків лимонного соку різних виробників, взятих на експертизу з супермаркетів, в 10 - ізотопний аналіз показав додавання до соку лимонної кислоти та цукру.

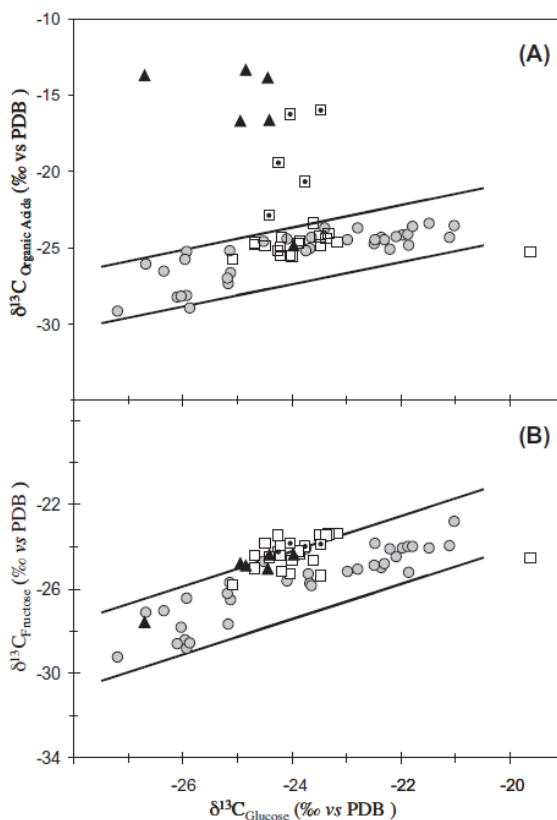


Рис. 1. Значення показника ізотопного фракціонування вуглецю-13 ( $\delta^{13}\text{C}$ , ‰) в органічних кислотах (лимонній кислоті) та в цукрі лимонного соку. Де: А – значення показника  $\delta^{13}\text{C}$  для

органічних кислот,  $\delta^{13}\text{C}$  Organic acids, ‰; В - значення показника  $\delta^{13}\text{C}$  для фруктози (по осі ОУ,  $\delta^{13}\text{C}$  Fructose) і для глюкози (по осі ОХ,  $\delta^{13}\text{C}$  Glucose, ‰). ● - натуральний лимонний сік, вижятий в лабораторії з лимонів перед початком експерименту; □ - лимонний сік з супермаркета № 1, маркований як натуральний сік; ▣ - лимонний сік з супермаркету № 2, маркований як натуральний сік; ▲ - лимонний сік з концентрату (за Guyon et al., 2014).

Використовуючи дані, наведені на рисунку 1, дайте відповіді на наступні запитання:

1) В супермаркеті був куплений лимонний сік трьох різних виробників, маркований як натуральний сік, отриманий зі свіжих лимонів. Результати ізотопного аналізу даної продукції наведені в таблиці 1. Використовуючи рисунок і дані таблиці, зробіть висновок про якість лимонного соку кожного з трьох виробників. Отримані результати внесіть до таблиці.

Таблиця 1.

**Показник ізотопного фракціонування вуглецю-13 в лимонній кислоті і в цукрі лимонного соку різних виробників**

Виробник соку:	Значення показника ізотопного фракціонування вуглецю-13, ‰:			Висновок про аутентичність продукції:
	$\delta^{13}\text{C}$ ОРГ. КИСЛОТИ	$\delta^{13}\text{C}$ ФРУКТОЗА	$\delta^{13}\text{C}$ ГЛЮКОЗА	
№ 1	- 27 ‰	- 28 ‰	- 26 ‰	
№ 2	- 13 ‰	- 25 ‰	- 25 ‰	
№ 3	- 20 ‰	- 23 ‰	- 24,5 ‰	

**Завдання 2.** Деякі недобросовісні виробники додають до вина воду, цукор, спирт, ароматизатори, барвники, тощо. В винограді, з якого виробляють вино, значення показника ізотопного фракціонування кисню-18 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) вище, ніж у воді через процеси транспірації та особливостей метаболічних процесів в біологічних системах. Додавання води до готового вина зменшує значення показника ізотопного фракціонування кисню-18 натурального вина. Зі зразка вина, що тестується, за допомогою рідинної хроматографії виділяють ферментаційну воду і спирт, в яких надалі встановлюють ізотопний склад кисню за допомогою ізотопної мас-спектрометрії. Результати такого аналізу для натуральних італійських вин наведені на рисунку 2 (за Perini & Camin, 2013). Проведене дослідження дозволило встановити значення показників ізотопного фракціонування кисню-18 в ферментаційній воді та в спирті для натуральних вин, за межами яких – знаходяться значення показників для фальсифікатів, в які було додано воду (пунктирна лінія на графіку). NB! Якщо воду було додано до вина після завершення процесу бродіння – то будуть мати місце розходження в значеннях показників  $\delta^{18}\text{O}$  для ферментаційної води і спирту.

1) Результати ізотопного аналізу двох партій вина із супермаркета, маркованих як італійські вина, наведені в таблиці 2. Використовуючи дані, наведені на рисунку 2, і дані таблиці 2, зробіть висновок про справжність партій вина із супермаркета. Отримані результати внесіть до таблиці.

Таблиця 2.

**Значення показника ізотопного фракціонування кисню-18 для вин із супермаркету**

Партія вина:	Значення показника ізотопного фракціонування кисню-18, ‰:		Аутентичність вина:
	$\delta^{18}\text{O}$ СПИРТ	$\delta^{18}\text{O}$ ВОДА	
1 партія вина	35 ‰	-2 ‰	
2 партія вина	35 ‰	8 ‰	



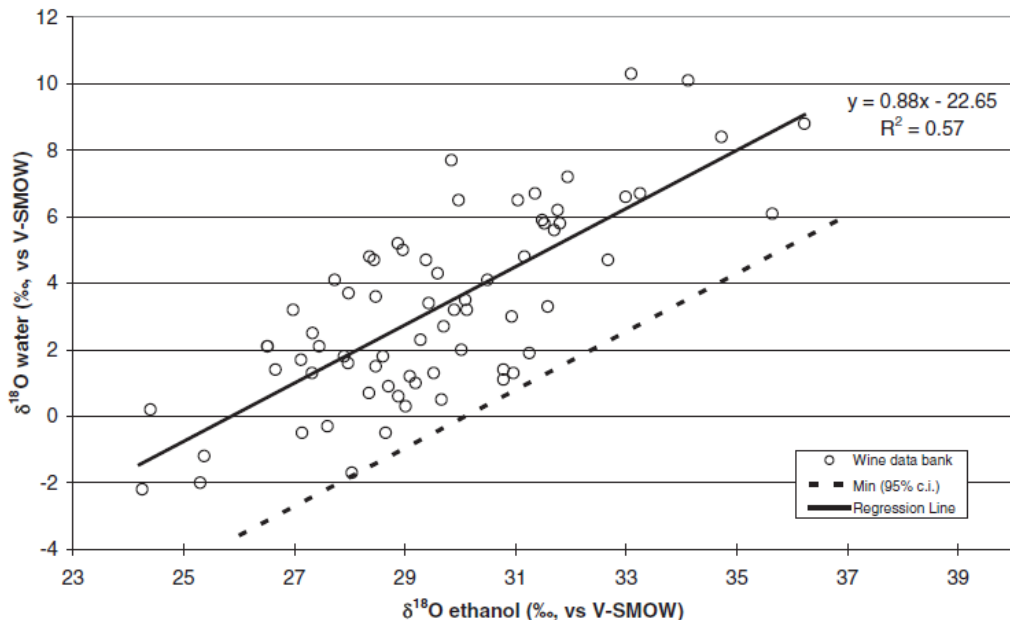


Рис. 2. Кореляція між значеннями показника  $\delta^{18}\text{O}$  в спирті і в ферментаційній воді аутентичних італійських вин. Де: по осі ОХ – показник ізотопного фракціонування кисню-18 для спирту,  $\delta^{18}\text{O}$  ethanol, ‰; по осі ОУ - показник ізотопного фракціонування кисню-18 для ферментаційної води,  $\delta^{18}\text{O}$  water, ‰. Пунктиром вказана лінія, за межами якої знаходяться значення показників  $\delta^{18}\text{O}$  для сфальсифікованих вин (за Perini & Camin, 2013).

**Завдання 3.** У плодах ковового дерева величина показника ізотопного фракціонування вуглецю-13 змінюється в межах  $\delta^{13}\text{C}_{\text{натур}} = -25\text{‰} - 32\text{‰}$ . Для синтетичного кофеїну діапазон змін цього показника становить  $\delta^{13}\text{C}_{\text{синтетич}} = -33\text{‰} - 38\text{‰}$ . Дослідили 25 напоїв з супермаркету, маркованих як такі, що містять натуральний кофеїн. Результати ізотопного аналізу наведені на рисунку 3 (за Zhang et al., 2012). Використовуючи рисунок 4, вкажіть:

- 1) Чи усі напої відповідають маркуванню? \_\_\_\_\_
- 2) На рисунку 4 вкажіть сфальсифіковані напої.
- 3) Вкажіть значення  $\delta^{13}\text{C}$  для сфальсифікованої продукції: \_\_\_\_\_

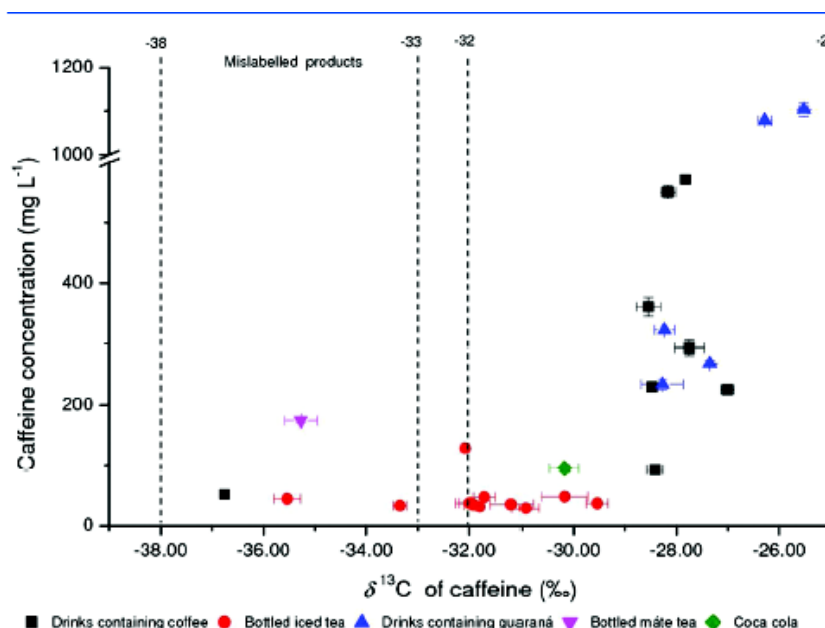


Рис. 3. Значення показника ізотопного фракціонування вуглецю-13 у 25 напоях, що тестувались, із супермаркету. Де: по осі ОХ – значення показника ізотопного фракціонування іуглецю-13,  $\delta^{13}\text{C}$ , ‰; по осі ОУ - концентрація кофеїну, мг/л.



**Завдання 4.** Органічне тваринництво передбачає годування сільськогосподарських тварин в умовах максимально наближених до природних, відмову від використання ростових добавок, гормонів, антибіотиків і т.н. У підсумку, виробник отримує екологічно чистий продукт, який має, відповідно до витрат, високу ціну. Продукція органічного тваринництва коштує значно дорожче за звичайну продукцію, що, в свою чергу, провокує фальсифікацію продукції даного рівня якості. Стандартна методика ідентифікації продукції органічного тваринництва передбачає виявлення в її складі остаточних кількостей пестицидів, синтетичних гормонів і т.н. Однак, не всі сучасні хімічні речовини можуть бути ідентифіковані. Тому, використання метода ізотопного фракціонування є важливим у встановленні аутентичності продукції даного типу. Результати ізотопного дослідження органічного і звичайного молока чотирьох брендів (виробників продукції), які найбільш часто купуються у супермаркетах, наведені на рисунку 4 (за Chung et al., 2014).

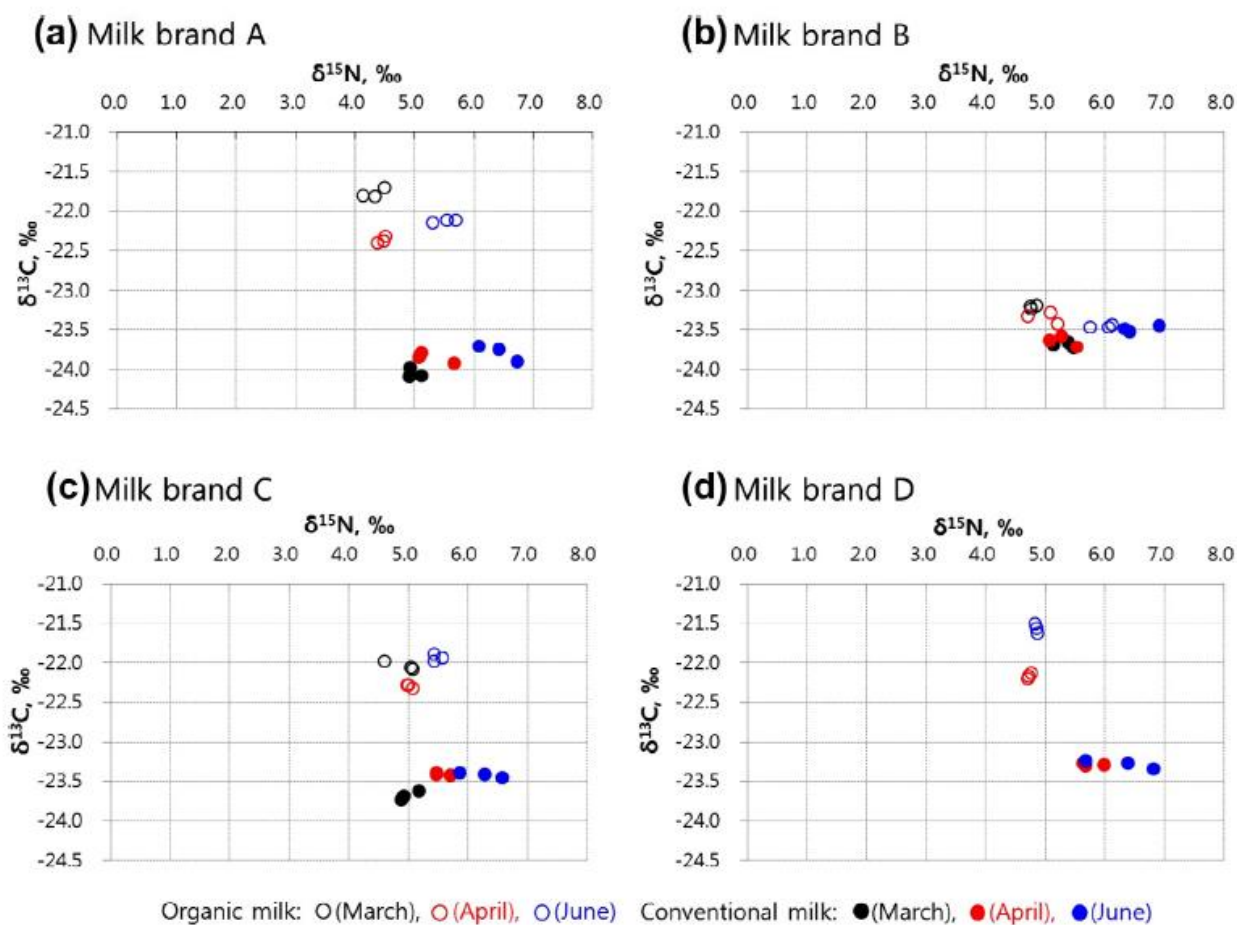


Рис. 4. Результати ізотопного аналізу органічного і звичайного молока для чотирьох брендів (виробників молока). Де: по осі ОХ – значення показника ізотопного фракціонування азота-15,  $\delta^{15}\text{N}$ , ‰; по осі ОУ – значення показника ізотопного фракціонування вуглецю-13,  $\delta^{13}\text{C}$ , ‰; ○ - органічне молоко, organic milk; ● - звичайне молоко, conventional milk; (a) – бренд молока А; (b) – бренд молока В; (c) – бренд молока С; (d) – бренд молока D (за Chung et al., 2014).

1) Результати аналізу ізотопного складу молока із супермаркета, маркованого як органічне молоко, наведені у таблиці 3. Використовуючи дані, наведені на рисунку 4, і дані таблиці 3, зробіть висновок про аутентичність даних зразків молока. Отримані результати внесіть до таблиці.

- 2) Яку загальну закономірність у відмінностях показників  $\delta^{15}\text{N}$  для органічного і звичайного молока можна простежити? \_\_\_\_\_
- 3) Яку загальну закономірність у відмінностях показників  $\delta^{13}\text{C}$  для органічного і звичайного молока можна простежити? \_\_\_\_\_
- 4) З якими факторами можуть бути пов'язані виявлені відмінності? \_\_\_\_\_
- 5) Для якого з брендів практично не можливо розрізнити якість молока за ізотопними показниками? \_\_\_\_\_
- 6) Як Ви вважаєте, з чим це може бути пов'язане? \_\_\_\_\_

Таблиця 3.

**Значення показників ізотопного фракціонування азоту-15 та вуглецю-13 для зразків молока з супермаркету**

Виробник молока:	Значення показників ізотопного фракціонування азоту-15 та вуглецю-13 в молоці, ‰:		Аутентичність органічного молока:
	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	
Бренд А	4,0 ‰	- 2,0 ‰	
Бренд С	5,0 ‰	- 24 ‰	

**Завдання 5.** Проаналізуйте дані, наведені на рисунку 5 (за West et al., 2007). Чи достатніми є дані лише по одному ізотопу для встановлення місця виробництва вина? \_\_\_\_\_

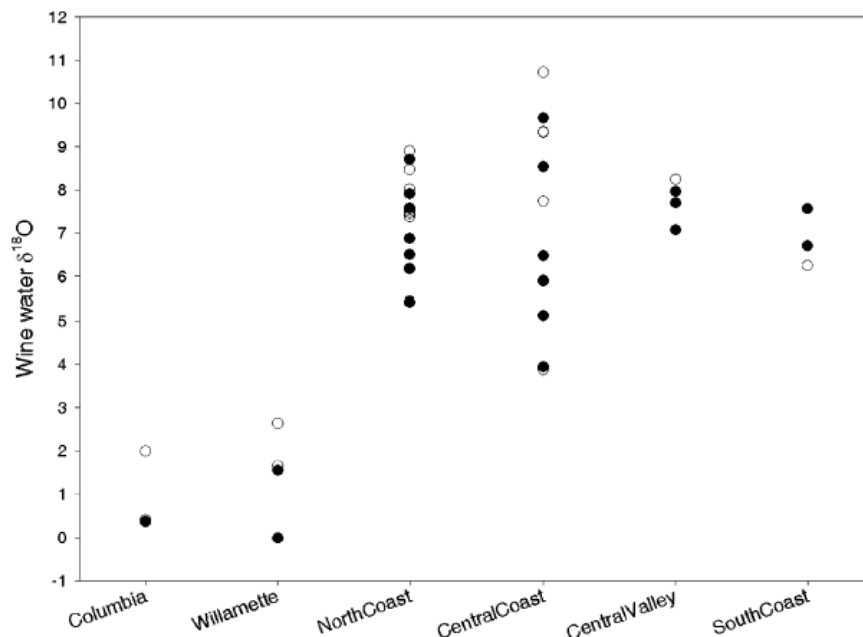


Рис. 5. Значення показника ізотопного фракціонування кисню-18 в винах, які досліджувались. Де: по осі ОХ – місцевість, в супермаркеті якої було куплене вино; по осі ОУ – значення показника

$\delta^{18}\text{O}$  у вині, ‰; ○ - зразок вина, виробленого з місцевого винограда; ● - зразок вина з винограда, виробленого в іншій місцевості.

**Завдання 6.** Яловичина з Бразилії, у зв'язку з масовим зараженням корів небезпечною для людини інфекцією, була заборонена до ввезення в Європу. Перевірка в супермаркеті м'яса, маркованого, як таке, що було вироблене в США, дала наступні значення показників ізотопного фракціонування:  $\delta^{15}\text{N} = 5,4$  ‰,  $\delta^{13}\text{C} = -9,5$  ‰. Використовуючи малюнок 2, дайте відповіді на наступні запитання (за Schmidt et al., 2005):

- 1) Вкажіть на рисунку б ізотопний склад м'яса з супермаркета, яке тестується.
  - 2) Чи дійсно це м'ясо було вироблено в США? \_\_\_\_\_
  - 3) Чи є це м'ясо безпечним для вживання в їжу? Обґрунтуйте свою відповідь \_\_\_\_\_
- 
- 

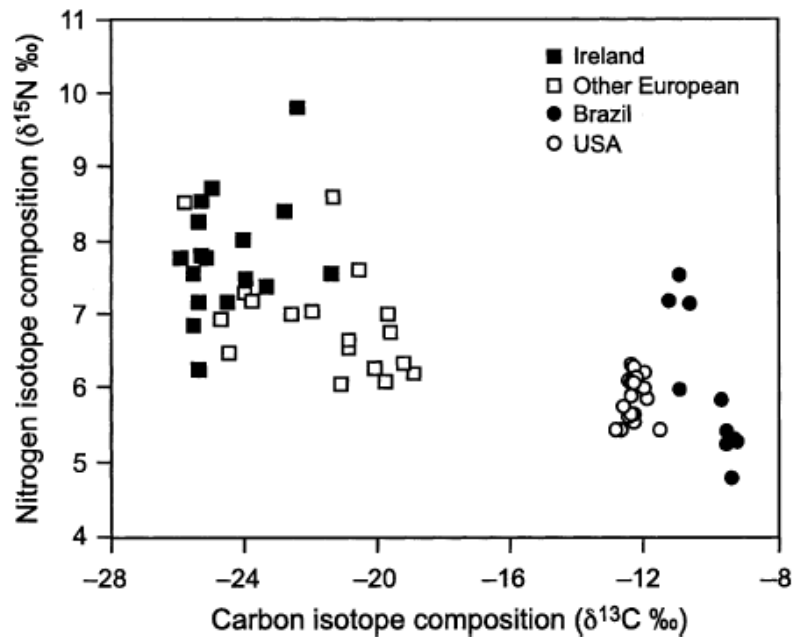


Рис. 6. Показники ізотопного фракціонування вуглецю-13 та азоту-15 в зразках яловичини, виробленої в різних країнах. Де: по осі ОХ – значення показника ізотопного фракціонування вуглецю-13,  $\delta^{13}\text{C}$ , ‰; по осі ОУ – значення показника ізотопного фракціонування азоту-15,  $\delta^{15}\text{N}$ , ‰; USA – США; Brazil – Бразилія; Other European – Країни Європи.

**Завдання 7.** Показники ізотопного фракціонування для натурального шотландського віски знаходяться в наступних діапазонах:  $\delta^{18}\text{O} = -2$  ‰ + 0,3 ‰;  $\delta^2\text{H} = -120$  ‰ - 147 ‰. У супермаркеті було вилучено партію віски, яка містила  $\delta^{18}\text{O} = -0,1$  ‰;  $\delta^2\text{H} = -114$  ‰.

- 1) Нанесіть на графік (Рис. 7) значення показників ізотопного фракціонування кисню-18 та водню-2 для натурального шотландського віски. \_\_\_\_\_
  - 2) Нанесіть на графік (Рис. 7) значення показників ізотопного фракціонування кисню-18 та водню-2 для партії віски, що тестується. \_\_\_\_\_
  - 3) Використовуючи дані по ізотопному складу натурального віски та торгової партії віски з супермаркету (за Meier-Augenstein et al., 2012) встановіть, справжній або фальсифікований продукт продавався в супермаркеті. \_\_\_\_\_
- 
-

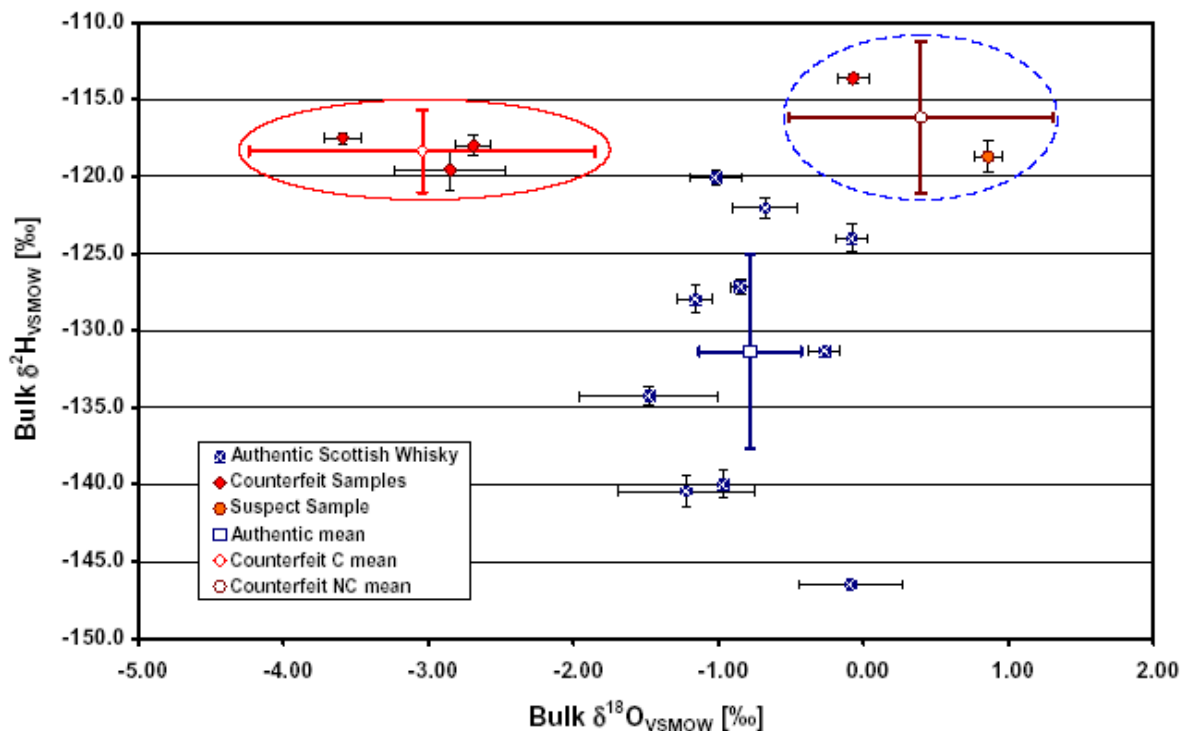


Рис. 7. Показники ізотопного фракціонування кисню-18 та водню-2, отримані під час аналізу натурального та сфальсифікованого шотландського віски. Де: по осі ОХ – значення показника ізотопного фракціонування кисню-18,  $\delta^{18}\text{O}$ , ‰; по осі ОУ - значення показника ізотопного фракціонування водню-2,  $\delta^2\text{H}$ , ‰. Показники ізотопного фракціонування для натурального шотландського віски знаходяться в наступних діапазонах:  $\delta^{18}\text{O} = -2\text{‰} + 0,3\text{‰}$ ;  $\delta^2\text{H} = -120\text{‰} - 147\text{‰}$ .

**Завдання 8.** На упаковці лікарського препарату «Наркохеп» вказана країна виробник – США (USA). Ізотопна мас-спектрометрія даного препарату виявила наступні значення величини фракціонування ізотопів вуглецю  $\delta^{13}\text{C} = -25,4 \text{‰}$ , кисню  $\delta^{18}\text{O} = -15,0 \text{‰}$  і водню  $\delta^2\text{H} = \delta^2\text{D} = -106,7 \text{‰}$ .

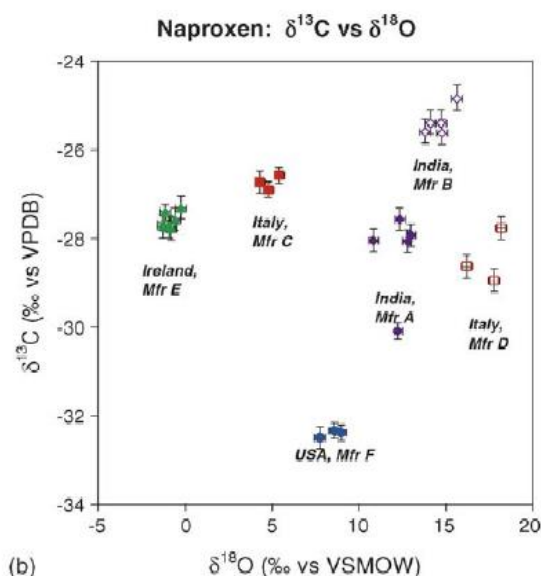


Рис. 8. Показники ізотопного фракціонування  $\delta^{18}\text{O}$  та  $\delta^{13}\text{C}$ , отримані при аналізі препарату «Наркохеп», виробленого в різних країнах. Де: по осі ОХ - значення показника ізотопного фракціонування кисню-18,  $\delta^{18}\text{O}$ , ‰; по осі ОУ - значення показника ізотопного фракціонування вуглецю-13,  $\delta^{13}\text{C}$ , ‰.

1) Використовуючи дані таблиці 4 (за Wokovich et al., 2005), вкажіть, чи мала місце фальсифікація медпрепарата і в якій країні він був вироблений? \_\_\_\_\_

2) Чи достатньо використовувати значення тільки одного з ізотопів (або кисню-18, або вуглецю-13) для встановлення місця виробництва лікарського препарату? Поясніть свою відповідь \_\_\_\_\_

Таблиця 4.

**Значення показників ізотопного фракціонування для ізотопів водню-2, вуглецю-13 та кисню-18 в лікарській продукції виробників різних країн**

Table 1  
Stable isotopic data on 26 different lots of naproxen API from 6 manufacturers

Country, manufacturer (different lots)	$\delta D$ -average (‰ vs. VSMOW)	D S.E. (‰)	$\delta^{13}C$ -average (‰ vs. VPDB)	$^{13}C$ S.E. (‰)	$\delta^{18}O$ -average (‰ vs. VSMOW)	$^{18}O$ S.E. (‰)
India A	-86.1	1.3	-30.09	0.18	12.22	0.31
India A	-93.0	0.7	-28.06	0.25	12.79	0.22
India A	-86.1	0.7	-27.93	0.25	12.99	0.25
India A	-91.0	1.3	-28.04	0.25	10.83	0.31
India A	-94.9	0.9	-27.57	0.25	12.34	0.31
India B	-90.1	1.3	-25.60	0.25	13.81	0.31
India B	-106.7	1.3	-25.40	0.25	14.72	0.31
India B	-106.2	0.9	-25.62	0.25	14.77	0.31
India B	-99.7	1.3	-24.85	0.25	15.65	0.31
India B	-104.0	1.3	-25.40	0.25	14.12	0.31
Italy C	-71.4	0.7	-26.90	0.18	4.78	0.31
Italy C	-75.5	1.3	-26.58	0.18	5.40	0.31
Italy C	-73.7	1.3	-26.73	0.25	4.30	0.31
Italy D	-51.7	1.3	-28.63	0.25	16.20	0.31
Italy D	-113.7	1.3	-28.95	0.25	17.77	0.31
Italy D	-104.8	1.3	-27.77	0.25	18.19	0.31
Ireland E	-113.6	0.9	-27.78	0.25	-0.81	0.31
Ireland E	-111.9	1.3	-27.58	0.25	-0.59	0.31
Ireland E	-117.3	1.3	-27.41	0.18	-1.16	0.31
Ireland E	-113.0	1.3	-27.66	0.18	-1.27	0.31
Ireland E	-110.9	1.3	-27.31	0.25	-0.25	0.31
Ireland E	-118.2	0.6	-27.73	0.25	-1.29	0.31
Ireland E	-116.0	1.3	-27.73	0.25	-0.92	0.31
USA F	-105.4	1.3	-32.50	0.25	7.75	0.31
USA F	-115.7	0.9	-32.39	0.18	8.97	0.31
USA F	-113.5	1.3	-32.34	0.18	8.59	0.31

**Література:**

1. Guyon F., Auberger P., Gaillard L., Loublanches C., Viateau M., Sabathié N., Salagoity M.H., Médina B. (13)C/(12)C isotope ratios of organic acids, glucose and fructose determined by HPLC-co-IRMS for lemon juices authenticity // *Food Chem.* – 2014. – Vol. 146. – P. 36 - 40. doi: 10.1016/j.foodchem.
2. Perini M., Camin F.  $\delta^{18}O$  of ethanol in wine and spirits for authentication purposes // *J. Food Sci.* – 2013. – Vol. 78(6). – P. 839 - 844. doi: 10.1111/1750-3841.12143.
3. Chung III-M., Park I., Yoon J.-Y., Yang Y.-S., Kim S.-H. Determination of organic milk authenticity using carbon and nitrogen natural isotopes // *Food Chem.* – 2014. – Vol. 160. – P. 214 -218.
4. Sellic M.J., Kyser T.K., Wunder M.B., Chipley D., Norris D.R. Geographic variation of strontium and hydrogen isotopes in avian tissue: implication for tracking migration and dispersal // *PLOS ONE.* – 2009. – Vol. 4. e4735.
5. Wassenaar L.I., Hobson K.A. Natal origins of migratory monarch butterflies at wintering colonies in Mexico: new isotopic evidence // *Proc. Natl. Sci. USA.* - 1998. – Vol. 95. – P. 15436-15439.
6. West J.B., Ehleringer J.R., Cerling T.E. Geography and vintage predicted by a novel GIS model of wine  $\delta^{18}O$  // *Agricultural & Food Chemistry.* – 2007.
7. Schmidt O., Quilter J.M., Bahar B., Moloney A.P., Scrimgeour C.M., Begley I.S., Monahan F.J. Inferring the origin and dietary history of beef from C, N and S stable isotope ratio analysis // *Food Chemistry.* – 2005. – Vol. 91. – P. 545-549.
8. Zhang L., Kujawinski D.M., Federherr E., Schmidt T.C., Jochmann M.A. Caffeine in your drink: natural or synthetic? // *Anal. Chem.* – 2012. – Vol. 84. – P. 2805-2810.
9. Meier-Augenstein W., Kemp H.F., Hardie S.M.L. Detection of counterfeit scotch whisky by  $^2H$  and  $^{18}O$  stable isotope analysis // *Food Chemistry.* (2012). doi:10.1016/j.foodchem. 2012.01.084

## Заняття № 20

### Тема: Державна система управління екологічною безпекою

#### Питання для підготовки до семінарського заняття:

1. Державна система забезпечення екологічної безпеки.
2. Державна політика щодо екологічної безпеки.
3. Екологічна безпека як основа сталого розвитку держави.
4. Організаційні принципи національної системи екологічної безпеки.
5. Державні органи управління екологічною безпекою.
6. Державна комісія з питань екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій.
7. Соціальні аспекти забезпечення екологічної безпеки.
8. Роль наукових досліджень у вирішенні проблем екологічної безпеки.
9. Роль засобів масової інформації та громадськості у вирішенні проблем екологічної безпеки.
10. Основні вимоги екологічної безпеки при виробничо-господарській діяльності.
11. Запобігання надзвичайним ситуаціям.
12. Характеристика єдиної державної системи запобігання і реагування на надзвичайні події.
13. Основні заходи захисту населення і територій в умовах надзвичайної ситуації.
14. Стратегія та закономірності управління екологічною безпекою на регіональному рівні.
15. Особливості управління техногенною складовою екологічної безпеки.
16. Функціональна схема процесу управління екологічною безпекою.
17. Ієрархічна схема управління екологічною безпекою регіону.
18. Принципи побудови системи управління екологічною безпекою регіону.
19. Система техніко-технологічного управління безпекою у конкретному регіоні.

#### Література:

1. Дорогунцов С.І., Ральчук О.М. Управління техногенно-екологічною безпекою у парадигмі сталого розвитку. Наукове видання. – К., 2001. – 174 с.
2. Качинський А.Б., Хміль Г.К. Екологічна безпека України: системний аналіз, оцінка та державна політика. – К.: НІСД, 1997. – 127 с.
3. Концепція (Основи державної політики) національної безпеки України // Відомості Верховної Ради України. – 1997. - № 10.
4. Надзвичайні ситуації. Основи законодавства України. – Т. 1, 2. – К., 1998. – 544 с.
5. Стратегія екологічної безпеки (регіональний контекст) / Під ред.. М.І. Долішнього, В.С. Кравціва. – Львів, 1999. – 243 с.
6. Трегобчук В.М. Стратегія ресурсно-економічної безпеки соціально-економічного розвитку України, К., - 1994.
7. Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки // Відомості Верховної Ради України. 1998. № 38–39. С.770–816.
8. Екологія і закон. Екологічне законодавство України. У 2 книгах / Відповід. ред. В.І. Андрейцев. К.: Юрінком Інтер, 1997. Кн.1. 704 с; Кн. 2. 576 с.
9. Розвиток екологічної політики та системи управління охороною довкілля України / Міжнародний Банк Реконструкції та Розвитку. 1999. С17-19. сА.26–А.28.
10. Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993.
11. Розробка інтегрованих показників стану навколишнього середовища та механізмів їх впровадження в національні плани дій щодо охорони природи / Під ред. Б. М. Данилишина. К.: Рада по вивченню продуктивних сил НАН України, 1998. С. 59.
12. Білявський Г. О. Роль і перспективи розвитку екологічного менеджменту в АПК України // Натураліст. - 1998. - № 2.
13. Буркинский Б. В., Ковалева Н. Г. Экономические проблемы природопользования. - К.: Наук. думка, 1995.

14. Васильев С. А. Экологическая экспертиза: десять лет практики // Экологический вестник Москвы. - 1998. - № 9.
15. Временная методика нормирования временных выбросов в атмосферу. - М.: Главпромстройиндустрия, 1994. - 26 с.
16. Галушка Т.П., Харичков С.К. Экологический менеджмент в Украине: реалии и перспективы. - Одесса, Институт проблем рынка и экономико-экологических исследований, НАН Украины, 1998.
17. Герасимович В.Н., Голуб А.А. Методология экономической оценки природных ресурсов. - М., 1987.
18. Дрейер О. К., Лось В. А. Экология и устойчивое развитие. - М.: УРАО, 1997.
19. ДСТУ ISO 14001-97 Системи управління навколишнім середовищем. Склад та опис елементів і настанови щодо їх застосування.
20. ДСТУ ISO 14004-97 Системи управління навколишнім середовищем. Загальні настанови щодо принципів управління, систем та засобів забезпечення.
21. ДСТУ ISO 14010-97 Настанови щодо здійснення екологічного аудиту. Загальні принципи.
22. ДСТУ ISO 14012-97 Настанови щодо здійснення екологічного аудиту. Кваліфікаційні вимоги до аудиторів з екології.
23. Экология и закон. Экологичне законодавство України. У 2 книгах / Відповід. ред. В. І. Андрейцев. К: Юрінком Інтер, 1997. Кн. 1. 704 с; Кн. 2. 576 с.
24. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25 червня 1991р. / Відомості Верховної Ради УРСР, 1991. - № 41. - С. 546.
25. Закон України «Про екологічну експертизу» від 9 лютого 1995 р.
26. Лепечук П. І., Чупис А. В., Кашенко О. Л., Шершун Н. Х. Економічне регулювання охорони природи. - К.: Урожай, 1994.
27. Модернізація виробництва: системно-екологічний підхід. Посібник з екологічного менеджменту / Шевчук В. Я., Саталкін Ю. М., Навроцький В. М. та ін. - К.: СИМВОЛ-Т, 1997.
28. Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки // Відомості Верховної Ради України. 1998. № 38-39. С. 770-816.
29. Охрана и оптимизация окружающей среды / Под ред. Лаптева А. А. - К.: Львівський університет, 1990. - 256 с.
30. Положение об оценке воздействия на окружающую среду / Приложение к приказу Госкомэкологии от 18 июля 1994г. № 222.
31. Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993.
32. Примак А. В. Екологічна ситуація на Україні і її моніторинг: аналіз і перспективи. - К., 1990.
33. Розвиток екологічної політики та системи управління охороною довкілля України / Міжнародний Банк Реконструкції та Розвитку, 1999. - С. 17-19.
34. Розробка інтегрованих показників стану навколишнього середовища та механізмів їх впровадження в національні плани дій щодо охорони природи / Під ред. Б. М. Данилишина. К.: Рада по вивченню продуктивних сил НАН України, 1998. С. 59.
35. Федоренко О.І. Екоменеджмент - важлива компонента сталого та еколого-безпечного розвитку України / Вісник ХІСП. Сер. Екологія, техногенна безпека і соціальний прогрес. - 2003. - Вип. 3(5).
36. Хоружая Т.А. Методы оценки экологической опасности. - М.: «Экспертное бюро», 1998. - 224 с.

## **Заняття № 21**

### **Тема: Міжнародні аспекти забезпечення екологічної безпеки.**

#### **Питання для підготовки до семінарського заняття:**

1. Основи міжнародного законодавства з екологічної безпеки.
2. Екологічна стратегія людства.
3. Міжнародні екологічні саміти, конференції, симпозіуми. Законодавство Європейського союзу у сфері екологічної безпеки.
4. Гармонізація національного законодавства із забезпечення екологічної безпеки з Європейським союзом.
5. Міжнародні та національні стандарти, які регламентують управління екологічною безпекою.
6. Екологічні аспекти міжнародного співробітництва.

#### **Література:**

1. Законодавство Європейського Союзу у сфері охорони навколишнього середовища: Навчальний посібник / Ю.С. Голік, А.В. Войтенко, О.Е. Ілюш та інші. – Полтава.: «Орляна», 2009. – 170 с.
2. Экология и закон: Экологичне законодавство України: У двох кн. – К., 1997.
3. Малишко М.І. Основи екологічного права України. – К., 1999.

4. Соколовський О., Кардубан В., Бойчук О. Методичні рекомендації по застосуванню нормативних актів з питань охорони навколишнього середовища. – Тернопіль, 2000.
5. Шемшученко Ю.С. Правовые проблемы экологии. – К., 1989.
6. Статут ООН від 26 червня 1945 р.
7. Базельська конвенція про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням. Вступила в силу 5 травня 1992 року.
8. Кіотський протокол 1997 року до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату 1992 року.
9. Конвенція про транскордонний вплив промислових аварій від 17 березня 1992 року, м.Гельсінки//Европейская экономическая комиссия. Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий. ООН. – Нью-Йорк и Женева, 1994. – с.47-77.
10. Андрейцев В.І. Екологічне право: Особлива частина: Підруч. Для студ. Юрид. Вузів і фак.: Повний акад. Курс/ За ред. АпрН В.І,Андрейцева, К., Істина, 2001. - с.544.
11. Кукушкіна А. В. Взаимосвязь проблем экологической безопасности и разоружения (международно-правовой аспект): Автореф. дисс... канд. юрид. наук. М., 1993. С.120 .
12. Колбасов О. С. Международное экологическое право на пороге XXI века: Доклад на Российской ассоциации международного права. М., 1997. С.26.
13. Магро Д.Б., Виноградов С.В. Международное право окружающей среды // Вне конфронтации. Международное право в период после холодной войны: Сб. статей / Отв. ред. Л. Дэмрош, Г. М. Даниленко. М., 1996. С. 221-224.
14. Малинин С.А. «Концепция всеобъемлющей системы международной безопасности и международное право»//Правоведение, 1987, №4 с.19-22.
15. Нестеренко Е. А. «Принципы международного права окружающей среды» // Международное право / Под ред. Ю. М. Колосова, В. И. Кузнецова М., 1998. С. 620.
16. Тимошенко А.С. «Формирование и развитие международного права окружающей среды» М., 1986, с.120.
17. Тимошенко А.С «Глобальная экологическая безопасность – международно-правовой аспект.»//Советское государство и право 1989г. №1, с.84-92.
18. Шишко А. А. Взаимосвязь международного права и внутреннего права в области охраны окружающей среды // Реализация международно-правовых норм во внутреннем праве. Киев, 1992. С.116-162.
19. Копылов, М. Н. О правовом содержании понятия "экологическая безопасность".//Правоведение. -2000. - № 1. - С. 113.
20. Декларация по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 14 июня 1992 г.) // Действующее международное право. М., 1997. Т. 3.
21. Кремер Л., Винтер Г. Экологическое право Европейского Союза / Отв. ред. О.Л.Дубовик. М., 2007.
22. Боголюбов С.А. Глобализация и развитие экологического законодательства // Журнал российского права. 2004. № 5.
23. Копылов М. Н. Международные организации и охрана окружающей среды // Международные организации. М., 1994. С. 267—268
24. Колбасов О. С. Международное экологическое право на пороге XXI века: Доклад на Российской ассоциации международного права. М., 1997. С. 12.
25. Устав Организации Объединенных Наций (Сан-Франциско, 26 июня 1945 г.) // Действующее международное право. М., 1996. Т. 1.
26. Стокгольмская Декларация (Стокгольм, 16 июня 1972 г.) // Действующее международное право. М., 1997. Т.
27. Конвенция Всемирной Метеорологической организации (Вашингтон, 11 октября 1947 г.).
28. Отке, А. И. Международно-правовые аспекты экологической безопасности стран-участниц СНГ: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата юридических наук. Специальность 12 .00.10 - Международное право ; Европейское право /А. И. Отке; Науч. рук. М. Н. Копылов; Российский университет дружбы народов. -М., 2002. -18 с.-Библиогр.: с. 17.2.
29. Лозанський В. Р. Екологічне управління в розвинутих країнах світу в порівнянні з Україною / УкрНДІЕП, Харків, 2000. 68 с.
30. Міжнародна конвенція по оцінці впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті, прийнята країнами європейської економічної комісії 25 лютого 1991 р.



## Література до навчальної дисципліни «Екологічна та техногенна безпека»:

1. Шмандій В.М., Некос В.Ю. Екологічна безпека: Підручник для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Карзіна, 2008. – 436 с.
2. Боков В., Луцник А. Основы экологической безопасности. – Симферополь: Соната, 1998. – 223 с.
3. Державний класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019 – 2001. Видання офіційне. – К.: Держстандарт України, 2002.
4. Дорогунцов С.І., Ральчук О.М. Управління техногенно-екологічною безпекою у парадигмі сталого розвитку. Наукове видання. – К., 2001. – 174 с.
5. Качинський А.Б., Хміль Г.К. Екологічна безпека України: системний аналіз, оцінка та державна політика. – К.: НІСД, 1997. – 127 с.
6. Концепція (Основи державної політики) національної безпеки України // Відомості Верховної Ради України. – 1997. - № 10.
7. Надзвичайні ситуації. Основи законодавства України. – Т. 1, 2. – К., 1998. – 544 с.
8. Стратегія екологічної безпеки (регіональний контекст) / Під ред. М.І. Долішнього, В.С. Кравціва. – Львів, 1999. – 243 с.
9. Трегобчук В.М. Стратегія ресурсно-економічної безпеки соціально-економічного розвитку України, К., - 1994.
10. Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки // Відомості Верховної Ради України. 1998. № 38–39. С.770–816.
11. Екологія і закон. Екологічне законодавство України. У 2 книгах / Відповід. ред. В.І. Андрейцев. К.: Юрінком Інтер, 1997. Кн.1. 704 с; Кн. 2. 576 с.
12. Афанасьев Ю.А., Фокин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. М.: МНЭПУ, 1998.
13. Инженерная экология. Под ред. Медведева В.Т. М.: Гардарики, 2002.
14. Клименко Л.П.. Техноэкология. Одеса-Симферополь: Фонд Екопринт-Таврия, 2000.
15. Лавейкіна Є.С. Регіональні аспекти управління природними ресурсами та екологічна безпека населення. Львів: Рада з вивчення продуктивних сил України, 2000.
16. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. М.: Высш. шк., 1996.
17. Рыбальский Н.Г. и др. Экология и безопасность. М.: ВНИИПИ, 1992.
18. Экология, охрана природы, экологическая безопасность. Под ред. В.И. Данилова-Данильяна. М.: Изд-во МНЭПУ, 1997.
19. Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні. Київ: Генеза, 2001.
20. Законодавство Європейського Союзу у сфері охорони навколишнього середовища: Навчальний посібник / Ю.С. Голік, А.В. войтенко, О.Е. Іллюш та інші. – Полтава.: «Орляна», 2009. – 170 с.
21. Екологія і закон: Екологічне законодавство України: У двох кн. – К., 1997.
22. Малишко М.І. Основи екологічного права України. – К., 1999.
23. Соколовський О., Кардубан В., Бойчук О. Методичні рекомендації по застосуванню нормативних актів з питань охорони навколишнього середовища. – Тернопіль, 2000.
24. Шемшученко Ю.С. Правовые проблемы экологии. – К., 1989.
25. Баратов А.Н., Пчелинцев В.А. Пожарная безопасность. М.: Ассоциация строительных вузов, 1997.
26. Колечицкий Е.С. Защита от биологического действия электромагнитных полей промышленной частоты. М.: МЭИ, 1996.
27. Матросов А.С. Управление отходами. М. Гардарики, 1999.
28. Машкович В.П., Панченко А.М. Основы радиационной безопасности: Учеб. Пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1990.
29. Медведев В.Т. и др. Методы и средства защиты от шума. М.: МЭИ, 1997.
30. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. Київ: Ніка-центр, 2001.
31. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства. За ред. В.В. Медведева, М.В. Лісового. Харків: Штрих, 2001.

*Оксана Петрівна Кундельчук*

## ЕКОЛОГІЧНА ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА:

### Методичні рекомендації до практичних та семінарських занять

Підписано до друку 26.06.2014 р. Формат 60x84/8  
Папір офсетний. Наклад 300 прим.  
Гарнітура Times New Roman. Друк різнографія.  
Умовно-друк. арк.. 9,46. Обл.-вид.арк. 10,17.  
Замовлення № 220.

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  
73 000, Україна, м. Херсон, вул. 40 років Жовтня, 138.  
Тел.. (050) 133 – 10 – 13, e-mail: [vvs2001@inbox.ru](mailto:vvs2001@inbox.ru)