

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до проведення практичних (семінарських) занять
та до виконання самостійної роботи

Київ–2012

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до проведення практичних (семінарських) занять

та виконання самостійної роботи з курсу

„ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ”

для студентів напряму підготовки: 6.040106

«Екологія, охорона навколишнього середовища

та збалансоване природокористування»

*Рекомендовано Вченою радою
інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ»*

Протокол № 10 від 24 грудня 2012 р.

Київ
НТУУ «КПІ»
2012

Методичні вказівки до проведення практичних (семінарських) занять та до виконання самостійної роботи з курсу «Екологія людини» для студентів напрямку підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / Укл. В.В. Вембер – 2012. – 94 с.

Укладач *В.В. Вембер, к.б.н., с.н.с.*

Відповідальний редактор *М.Д. Гомеля, д.т.н., проф.*

Рецензент *Т.С. Тодосійчук, к.т.н., доц.*

Зміст

Вступ	4
Загальні методичні вказівки	5
Етапи самостійної підготовки студента до семінару.....	5
Тематика семінарських занять	8
Практична 1. Фізичні фактори буття людини: температура, тиск, радіаційний фон, шумове забруднення та ЕМВ	8
Практична 2. Хімічне забруднення довкілля та його наслідки...	18
Практична 3. Токсичний ефект і фактори середовища	26
Практична 4. Токсикокінетика і токсикометрія	34
Практична 5. Порухення стану екосистем під впливом техногенних забруднень.....	41
Практична 6. Шляхи визначення гранично-допустимих концентрацій хімічних речовин у воді водоймищ.....	50
Практична 7. Нормування вмісту антропогенних забруднень в продуктах харчування	56
Практична 8. Принципи нормування вмісту забруднень в довкіллі в різних країнах світу. Екологічний ризик.....	63
Практична 9. Біологічна і соціальна природа людини. Індивід і особистість. Соціоекологія	71
Методика проведення розрахунків при токсикологічному та санітарному аналізі води	84
Список рекомендованої літератури	88
Додаток А.....	89

ВСТУП

Курс “Екологія людини” відноситься до групи нормативних дисциплін для підготовки бакалаврів за напрямом підготовки 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”. Засвоєння основ цієї науки, набуває особливого значення в період підвищення рівня антропогенного забруднення довкілля та, як наслідок цього, різких змін в умовах існування людини в середовищі, що її оточує. Курс «Екологія людини» відноситься до комплексних дисциплін, що поєднують численні аспекти взаємодії людини із середовищем її існування: соціальні, медико-біологічні, географічні і т.п. Майбутніх фахівців-екологів у галузі екології людини цікавлять, насамперед, питання, пов’язані із впливом людської діяльності на природні та антропоєкосистеми та заходи по охороні навколишнього середовища, які можуть сприяти нівелюванню даного впливу найбільш ефективно. Особлива увага звертається та зв’язок між суспільством та навколишнім середовищем, а також зміни, що виникають внаслідок суспільної діяльності людини та їхній вплив на зміну умов її власного існування. Студенти знайомляться також з основними напрямками токсикології, впливом основних забруднювачів навколишнього середовища на живі організми і екосистеми в цілому. Слухачі отримують знання з токсикокінетики, токсикометрії; знайомляться з принципами визначення параметрів токсичності, зокрема гранично-допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у різних середовищах.

Метою дисципліни є формування у студентів уявлення про предмет «Екологія людини» як про новітню комплексну міждисциплінарну науку, яка визначає положення людини в системі живої природи та про різноманітні аспекти взаємодії людини та оточуючого її середовища.

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Однією з найважливіших і найбільш активних дійових форм засвоєння усіх предметів є семінарські і практичні заняття.

В сучасних умовах перед вищою школою України стоять великі і складні завдання щодо підвищення якості підготовки спеціалістів-екологів. В цьому плані роль семінарських і практичних занять, які вчать студентів самостійно працювати, творчо мислити, робити висновки, давати оцінку явищам і подіям, ще більше зростає.

План семінарського заняття включає тему, порядок її розгляду і необхідну літературу. Основою для підготовки кожного семінару є не лише підручники, але й наукова та науково-популярна періодика, першоджерела, відповідні закони та інші нормативні акти і т.п. Не слід нехтувати також Інтернет-ресурсами, але до їх вибору слід підходити зважено, не користуючись сумнівною та неперевіреною інформацією, яка може виявитись недостовірною. Саме такий всебічний підхід до висвітлення теми заняття дає можливість засвоїти зміст найважливіших питань та проблем екології, опанувати необхідні терміни та закони, зрозуміти їх сутність і, таким чином, ґрунтовно підготуватися до відповідей на основні питання.

Етапи самостійної підготовки студента до семінару:

Прочитайте конспект відповідної лекції і матеріал підручника, звертаючи увагу та виписуючи в окремий зошит визначення, аббревіатури та їх розшифровку, методику проведення розрахунків та формули.

Структурування викладеного матеріалу краще здійснювати за принципом окремих екологічних середовищ.

У відповідності з планом семінару підготуйте тезові виступи та повідомлення з кожної теми. Правильно зорієнтуватись допоможуть методичні вказівки. Вони уточнюють рамки запитань, сутність поставлених проблем, послідовність розгляду матеріалу. У них розглядаються питання, на які слід звернути особливу увагу, проблеми, що вимагають самостійного аналізу і оцінки студентами і т.п.

У процесі семінарського заняття з кожного питання виступає декілька студентів. Бажано побудувати роботу групи у формі дискусії, де окреме питання обговорюється з різних боків та точок зору. Під керівництвом викладача аналізуються різні варіанти поставлених питань, вирішуються спірні проблеми, виправляються помилки, допущені у відповідях і виступах. Отже, семінар повинен бути активним, творчим заняттям, де студенти вчаться формулювати і обґрунтовувати вирішення питань, чітко аргументувати свої відповіді даними першоджерел і літератури, захищати і відстоювати свою думку у діловій дискусії. Відповіді на основні питання, а також суттєві доповнення і виступи студентів оцінюються викладачем у відповідності до Рейтингової системи оцінювання.

Доповідь бажано розпочати з короткого вступу, в якому окреслити актуальність питання, що розглядається та сучасний стан його вирішення, тезово описати основні моменти, про які йтиме мова у виступі. В подальшому слід рухатись від «загального» до «конкретного», починаючи з теоретичних основ, фактів та визначень, та доповнюючи ці дані необхідними прикладами, порівняльним аналізом, поясненнями. Закінчувати виступ слід висновками, наприклад, стосовно можливостей та перспектив використання конкретних явищ та процесів в екологічній сфері чи можливостей перешкоджанню впливу негативних факторів на біосферу. Бажано, проаналізувавши та порівнявши точки зору, які панують на сьогоднішній день в науці, висловити свою власну думку відносно даної проблеми.

Отже, в процесі семінарських занять студенти закріплюють знання понятійно-категоріального апарату з курсу “Екологія людини”; визначають адаптивні можливості людського організму в умовах середовища, що швидко змінюється; знайомляться з методами оцінки показників здоров’я; виявляють основні стресогенні фактори середовища; ознайомлюються з методами якісної та кількісної оцінки антропогенного навантаження на різні частини навколишнього природного середовища.

Програма курсу “Екологія людини” для студентів напряму підготовки 6.040106 “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” відводить на практичні заняття 18 годин, а на самостійну роботу – 108 годин. Основними елементами даного виду активності є: читання літератури і учбових посібників; виконання токсикологічних та санітарно-гігієнічних розрахунків; рішення проблемно-пошукових завдань з питань запропонованих планами семінарських занять; підготовка повідомлень, виступів, доповідей та проведення дискусій в межах тематики семінарів.

ТЕМАТИКА СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Практична 1 Фізичні фактори буття людини: температура, тиск, (2 год.) радіаційний фон, шумове забруднення та ЕМВ

Мета заняття: ознайомитись з основними фізичними факторами довкілля та їхнім впливом на здоров'я людини; визначити, як може відбуватися модифікація токсичного впливу хімічних речовин під дією фізичних чинників; звернути увагу на існування територіальної диференціації захворювань.

План семінару:

- ü** Вплив на здоров'я людини фізичних факторів довкілля.
- ü** Модифікація токсикологічного впливу під впливом фізичних факторів.
- ü** Радіоактивне, електромагнітне, шумове та інші види забруднень як негативні зміни оточуючого середовища.
- ü** Територіальна диференціація захворювань.

Загальні теоретичні відомості

Всі процеси в біосфері взаємозалежні. Людство – лише незначна частина біосфери, а людина є лише одним із видів органічного життя – *Homo sapiens* (людина розумна). Розум виділив людину з тваринного світу і дав їй величезну могутність. Людина протягом століть прагнула не пристосуватися до природного середовища, а зробити його зручним для свого існування. Тепер ми усвідомили, що будь-яка діяльність людини впливає на навколишнє середовище, а погіршення стана біосфери небезпечно для всіх живих істот, у тому числі і для людини. Всебічне вивчення людини, її взаємовідносин із навколишнім світом призвели до розуміння, що здоров'я – це не тільки відсутність хвороб, але і фізичний, психічний і соціальний добробут людини.

Тому сьогодні з'явилися передумови для виникнення нового наукового напрямку – екології людини. Це комплексний міждисциплінарний науковий напрям, що досліджує закономірності взаємодії популяцій людей з навколишнім середовищем, проблеми розвитку народонаселення у процесі цієї взаємодії, проблеми цілеспрямованого керування збереженням та розвитком здоров'я населення. За сучасними уявленнями, екологія людини – це спільний науковий підрозділ соціоекології та медицини, що вивчає медико-біологічні аспекти гармонізації взаємовідносин між суспільством та природою.

Екологія людини розглядає людський організм і середовище його існування в єдності як цілісну систему, в якій істотне значення мають не лише складові елементи, але й їхній зв'язок, характер і динаміка цього зв'язку. Таке вивчення системи "людина–середовище" не характерне для жодної з інших медичних дисциплін, понятійні засоби яких розраховані на виділення окремих елементів і роз'єднане вивчення їхніх властивостей та будови.

Виходячи з цього, об'єктом вивчення екології людини слід вважати систему "людина–навколишнє середовище", або антропоєкосистему, що є територіальною системою, в межах якої однотипна (міська, сільська тощо) людська популяція взаємодіє з відносно однорідним навколишнім середовищем і критерієм ефективності функціонування якої є високий рівень здоров'я населення. Антропоєкосистеми є складовими частинами соціоекосистем відповідного ієрархічного рівня.

Існування людства завжди базувалось на безперервній взаємодії, постійному обміні речовин та енергії з навколишнім середовищем. З самого початку існування людей на Землі їхня життєдіяльність проходила у навколишньому середовищі, а здоров'я формувалось залежно від впливу природних факторів на організм. Внутрішнє середовище людини, в якому функціонують елементарні частини організму, що беруть участь в обміні

речовин та енергії, і яке забезпечує нервові, гуморальні механізми регуляції та гомеостаз організму, тісно пов'язане з навколишнім середовищем. До навколишнього середовища людина пристосувалась у процесі еволюції і без нього жити не може з огляду на те, що воно є одним цілим з її внутрішнім середовищем. Навколишнє середовище забезпечує нормальну життєдіяльність організму людини, яка з початку періоду ембріонального розвитку до кінця життя контактує з компонентами цього середовища. До цих компонентів належать повітря, вода, ґрунт, харчові продукти тощо. Життєдіяльність організму перебуває у безперервному динамічному взаємозв'язку з дією цих факторів навколишнього середовища. При цьому згадана взаємодія не може перевищувати адаптаційних механізмів людини.

На мозок людини безперервно діють різноманітні за кількістю і якістю численні подразники з внутрішнього і навколишнього середовища. Вони викликають утворення безумовних і умовних рефлексів в організмі людини, і все це зустрічається, стикається, взаємодіє і, зрештою, систематизується, урівноважується і закінчується утворенням динамічної рівноваги. Організм людини може існувати лише при постійній взаємодії з природою і самовідновлюватись у результаті такої взаємодії. Навколишнє середовище, в якому живе людина, характеризується умовами, які сприяють нормальним фізіологічним функціям. Фактори навколишнього природного середовища ефективно впливають на здоров'я при їхній комплексній дії. Комплекс оздоровчих факторів природного середовища забезпечує нормальний ріст і розвиток людини.

Людина при взаємодії з навколишнім середовищем реагує індивідуально за допомогою фізіологічних реакцій. Система саморегуляції внутрішнього середовища забезпечує швидку реакцію людини, підвищуючи стійкість організму. Саморегуляція здійснюється за допомогою нервової системи і біохімічних процесів, що є детекторною системою, яка ловить різкі зміни у навколишньому середовищі і подає сигнал про небезпеку. Корируючі

пристрої викликають відповідну реакцію організму, яка необхідна для подолання цієї небезпеки. Завдяки координаційній функції нервової системи організм реагує не лише на позитивні, але й на несприятливі фактори. Цей шкідливий вплив у переважній більшості випадків є наслідком перетворення природного середовища на штучне.

У силу загальних соматичних властивостей фізіологічного пристосування організм може адаптуватись, акліматизуватись або виробити імунітет до найрізноманітніших зовнішніх факторів. Усі люди здатні проявляти необхідну пластичність реакцій у відповідь на зміни зовнішніх умов. Це комплекс механізмів, які виробились у процесі еволюційного розвитку живих організмів і дозволяють їм зберегтись у природі, пристосовуючись до зміни умов навколишнього середовища. Адаптація допомагає підтримувати стійким внутрішнє середовище організму, коли параметри деяких факторів навколишнього середовища виходять за межі оптимальних.

Особливо великих масштабів забруднення навколишнього середовища досягло в наш час у містах, зокрема у великих індустріальних центрах. Розширюється і поглиблюється шкідливий вплив забруднення середовища на людей, тому що кількість міського населення на Землі швидко зростає, Специфічною рисою сучасної цивілізації став процес концентрації промисловості та населення у великих містах. Урбанізація охопила всю нашу планету. В останні десятиріччя цей процес різко активізувався – від 1950 р. кількість людей, що живуть у містах, збільшилась майже в три рази. У більш розвинених частинах світу населення міст майже подвоїлось, а в менш розвинених воно збільшилось у чотири рази.

Наслідком урбанізації є виникнення гігантських житлових і промислових районів з населенням у мільйони і десятки мільйонів людей. Якщо до 1800 р. єдиним у світі містом з населенням понад 1 млн. осіб був Лондон, то на 1900 р. таких міст „мільйонерів" стало вже 12, на початок

другої світової війни – 42, у 1960 р. – 88, а в 1990 – більше 100, у тому числі кілька мегаполісів з населенням понад 10 млн. осіб (Мехіко, Токіо, Сан-Паулу, Нью-Йорк, Шанхай, Москва тощо). У таких країнах, як Бельгія, Голландія, Японія, щільність населення досягла вже 300-400 осіб на 1 км² а в деяких районах Делі та Калькутти – астрономічної цифри – понад 150000 осіб на км² що створює нестерпні умови для існування людей, викликає масові фізичні та психічні захворювання.

Міське середовище для людей є штучним і відірваним від природного, в якому тисячоліттями проходило їхнє життя в стані рівноваги і стабільної біологічної цілості. Деградоване штучне міське середовище виявляє комплексну шкідливу дію на здоров'я населення внаслідок забруднення атмосферного повітря, дефіциту сонячного проміння, води, а також стресових факторів, зумовлених напруженим ритмом життя, скупченістю населення, недостатністю зелених насаджень тощо. Усі ці фактори малої інтенсивності протягом життя людини викликають хронічну, кумулятивну та синергічну дію, можуть спричинювати захворювання, зменшують фізичний розвиток дітей, скорочують тривалість життя людини, а також змінюють структуру захворюваності і смертності.

У комплексі проблем сучасного міста велике значення має проблема шуму. Його інтенсивність у розвинених країнах щорічно збільшується на 0,5-1 дБ, і це є однією з причин, яка веде до захворювань. Рівні шуму на міських вулицях досягають 85-87 дБ і зумовлюють значну зашумленість територій, що прилягають до магістралей.

Спектр дії шуму на організм дуже багатогранний. Крім вибіркової негативної дії шуму на органи слуху, він викликає загальні зміни в цілому організмі. Негативна тривала дія шуму викликає шумову хворобу з явищами зрушень у функціональному стані центральної нервової системи. При цьому порушується динаміка процесів збудження в корі головного мозку, спостерігаються фазові зміни умовно-рефлекторної діяльності, сповільнення

психічних реакцій при вирішенні тестових завдань, зниження працездатності, слуху, послаблення уваги, врешті виникнення неврозу. Суб'єктивні відчуття зводяться до роздратованості, швидкої втомлюваності, порушення концентрації уваги, болю в ділянці серця та підвищення тиску крові.

Відомий негативний вплив шуму на серцево-судинну систему. Частота захворювань цієї системи у людей, що живуть у зашумлених районах, у кілька разів вища, а ішемічна хвороба серця у них зустрічається у три рази частіше. Зростає також загальна захворюваність. Крім того, високий рівень шуму в селітебній зоні сприяє підвищенню захворюваності населення на гіпертонічну і гіпотонічну хворобу, гастрит, виразкову хворобу шлунка, хвороби залоз внутрішньої секреції і обміну.

До негативних фізичних факторів належить також вібрація. При дії локальної вібрації значної інтенсивності порушується регуляція тону периферичних кровоносних судин, що спричинює порушення вазомоторної координації і вегетативний поліневрит. Дія загальної вібрації порушує нормальну функцію кори великого мозку, що викликає розвиток гіпоталамічного синдрому з нейроциркуляторними порушеннями.

Вплив електромагнітного поля радіочастотного діапазону спричинює підвищення захворюваності населення неспецифічного характеру.

Кінець XX ст. ознаменувався тим, що внаслідок науково-технічної революції і урбанізації нашої планети навколишнє середовище неухильно погіршується в результаті антропогенної діяльності, яка піддає його щораз більшій дії фізичних, хімічних і біологічних навантажень. Люди вже не спроможні адаптуватися до цих швидких і глобальних змін. Крім того, постала проблема демографічного вибуху і обмеженості природних ресурсів та життєвого простору Земної кулі.

Вплив радіоактивного випромінювання на організм людини особливо небезпечний. Гостра біологічна дія радіації проявляється у вигляді променевої хвороби і здатна призвести до смерті. Хронічна радіаційна дія на

людину десятками і сотнями бер щорічно протягом кількох років призводить також до променевої хвороби, до локальних уражень шкіри, кришталика ока, кровотворного кісткового мозку, пневмосклерозу. Згодом можуть виникати злоякісні пухлини та вроджені аномалії, які передаються спадково. Менші дози опромінювання (до 100 бер за період життя) дають віддалені наслідки.

Хронічна променева хвороба розвивається при тривалій дії опромінення у відносно малих дозах і характеризується ураженням різних органів і систем, хвилеподібним перебігом. Відносно рано проявляються численні порушення нервово-вісцеральної і, в першу чергу, нервово-судинної регуляції, спостерігаються симптоми функціональної недостатності, а пізніше і структурного ураження найбільш радіаційно-чутливих органів і систем. Спочатку нестійкість показників крові змінюється зменшенням числа лейкоцитів і тромбоцитів. Гемодинаміка стає недостатньою, знижується артеріальний тиск, змінюється електрокардіограма. З'являються порушення ферментативної активності і секреторно-моторної функції травного каналу. У нервовій системі розвиваються регуляторні зміни, формується астеничний синдром. Зростає почуття втомлюваності, розбитості, порушення сну, з'являється головний біль. Виявляються також зміни у структурі загальної захворюваності і смертності.

Сучасна соціоекологічна криза, що супроводжується катастрофічним погіршенням якості життєвого середовища і відповідно до цього зниженням рівня здоров'я народонаселення Земної кулі, поставила під загрозу не лише подальший розвиток людської цивілізації, а й існування людства взагалі. У зв'язку з цим медичні аспекти гармонізації взаємодії суспільства та природи набувають особливої ваги. Високий рівень здоров'я населення стає основним показником оптимізованої соціоекосистеми, а параметри навколишнього середовища, що забезпечують цей рівень, – визначальними критеріями при оптимізації соціоекосистем.

За цих умов різко зросла роль давньої медичної дисципліни – гігієни, назва якої походить з грецької мови і означає здоров'я. Адже безглуздо спочатку нераціональною господарською діяльністю спричиняти масові захворювання у людей, а потім намагатися лікувати їх, використовуючи найновіші досягнення фармакології. Доцільніше основні зусилля спрямувати на профілактику вказаних захворювань, визначити фактори, які викликають їх, і домагатися усунення їх. Саме гігієна є галуззю медицини, що вивчає вплив різноманітних факторів середовища на здоров'я людини, її працездатність та довголіття з метою розробки практичних заходів, спрямованих на оздоровлення умов життя людини і попередження захворювань. Отже, гігієна зосереджує увагу на оцінці умов навколишнього середовища, що впливають на здоров'я людей, на розробці критеріїв якості навколишнього середовища, на науковому обґрунтуванні оптимальних для людини параметрів навколишнього середовища, що є основою гігієнічного нормування.

Гігієнічне нормування стосується наукового обґрунтування гігієнічних нормативів для повітря населених пунктів і виробничих приміщень, для води і продуктів харчування, для будівельних матеріалів і предметів одягу тощо. На основі вивчення впливу факторів навколишнього середовища розробляють гігієнічні норми. Гігієнічним нормативом називають строго визначений діапазон параметрів фактора середовища, який є оптимальним або принаймні не є небезпечним з точки зору збереження нормальної життєдіяльності і здоров'я людини, людської популяції і майбутніх поколінь. При такому нормуванні фактори навколишнього середовища не повинні негативно впливати на фізичний і психічний розвиток людини, її самопочуття, працездатність, репродуктивну функцію та санітарні умови життя. Регламентуються також і соціальні фактори, які викликають втому людини, знижують функції організму і працездатність. Гігієнічне

нормування забезпечує оптимальний стан організму в процесі навчання, виховання, трудової діяльності і всього життя.

До об'єктів гігієнічного нормування належать гранично допустимі для людського організму концентрації (ГДК) шкідливих хімічних домішок у повітрі, воді, ґрунті, продуктах харчування, гранично допустимі рівні (ГДР) і дози (ГДД) шкідливих фізичних факторів середовища антропогенного походження, зокрема шуму, вібрації тощо, оптимальні і допустимі параметри мікроклімату і оптимальний і допустимий склад добового харчового раціону і питної води,

Гранично допустима концентрація (ГДК) – максимальна кількість токсичної речовини в одиниці об'єму або маси водяного, повітряного середовища або ґрунту, яка практично не впливає на здоров'я людини.

Гранично допустимий рівень (ГДР) – періодичний або постійний протягом усього життя людини вплив факторів оточуючого середовища (шуму, вібрацій, забруднень, низької температури тощо), які не викликають соматичних або психічних захворювань та змін у стані здоров'я.

Гранично допустима доза (ГДД) – кількість токсичної речовини, проникнення або вплив якої не пошкоджує організм і не призводить до негативних наслідків.

У реальних умовах людина піддається комбінованій, комплексній і сполученій дії хімічних (наприклад, токсичних речовин: окис вуглецю, свинець, окисли азоту, озон; лікарські речовини тощо), фізичних (світло, вологість, температура) і біологічних (взаємозв'язки між собою, з рослинами, тваринами, мікроорганізмами) факторів оточуючого середовища.

Під комплексною дією розуміють одночасний вплив декількох хімічних або біологічних факторів зовнішнього середовища.

Комплексною називають дію речовини, яка поступає в організм одночасно різними шляхами, наприклад із води, повітря, харчових продуктів.

Під сполученою дією розуміють одночасний вплив на організм людини хімічних, фізичних і біологічних факторів.

Згідно поглядів Г.І. Сидоренка (1978), фактичне забруднення оточуючого середовища виражається у вигляді реального навантаження хімічних, біологічних і фізичних факторів. Власне це реальне навантаження визначає можливі зміни у стані здоров'я населення. По цій причині введено ще одне поняття гігієнічного нормування – це максимально допустиме навантаження (МДН). Під цим поняттям слід розуміти таку максимальну інтенсивність дії всієї сукупності факторів навколишнього середовища, яка не виявляє прямого чи побічного шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарних умов життя.

МДН і є тим гігієнічним нормативом, який відображає усю складність взаємодії організму і середовища і є критерієм якості середовища. Інші гігієнічні нормативи, в саме ГДК, ГДД, і ГДР, дозволяють визначити рівні впливу лише окремих факторів навколишнього середовища і розробити заходи, спрямовані на оздоровлення лише певних об'єктів середовища (наприклад, зниження рівнів певних хімічних, фізичних і біологічних факторів).

Завдання для самостійної роботи:

- 1) Температурна адаптація людини.
- 2) Можливі наслідки потепління чи похолодання клімату на стан здоров'я людини.
- 3) Вплив електромагнітного та шумового забруднення середовища та їх віддалені наслідки.
- 4) Іонізуюче випромінювання як мутагенний фактор.
- 5) Чим небезпечне вібраційне забруднення довкілля?

Практична 2 **Хімічне забруднення довкілля та його наслідки** (2 год.)

Мета заняття: визначити масштабність та значимість для людини хімічного забруднення біосфери; розглянути різноманітні аспекти хімічного забруднення довкілля на сучасному етапі; визначити наявність зв'язку між хімічною будовою органічних і неорганічних речовин і їх токсичністю; вивчити правило гомологічних рядів та інші закономірності зв'язку між структурою та біологічною дією токсикантів.

План семінару:

- Ї** Масштабність та значимість для людини хімічного забруднення біосфери.
- Ї** Хімічне забруднення – головна причина порушення гомеостазу в екосистемах.
- Ї** Зв'язок між хімічною будовою органічних і неорганічних речовин і їх токсичністю. Специфічна і неспецифічна дія токсичних речовин.
- Ї** Правило гомологічних рядів та інші закономірності зв'язку між структурою та біологічною дією токсикантів.

Загальні теоретичні відомості

На всіх стадіях свого розвитку людина була тісно пов'язана з навколишнім світом. Але з часу появи індустріального суспільства, втручання людини в природні системи різко посилюється та набуло небезпечних масштабів, розширився об'єм цього втручання, воно стало багатогранне і наразі переросло у глобальну небезпеку для людства. Витрати усіх видів сировини (відновних та невідновних) підвищуються, все більше орних земель вибуває з обігу, так як, по-перше, на них будуються міста і

заводи, а по-друге, родючі землі невпинно деградують. Біосфера Землі в даний час піддається все наростаючому антропогенному впливу.

Практично всі галузі народного господарства: промисловість, сільське господарство, автотранспорт, комунальні підприємства є зажерливими споживачами сировини, енергії, чистої води, повітря, земельних ресурсів та одночасно являють собою потужні джерела усіх відомих типів забруднення: фізичного, хімічного, біологічного, шумового і т.д.

Серед перелічених об'єктів особливо небезпечними забруднювачами навколишнього середовища є металургійні, хімічні, нафтопереробні та машинобудівні заводи, кар'єри та збагачувальні фабрики, деякі військові об'єкти.

Під забрудненням навколишнього середовища розуміють надходження в екосистему будь-яких твердих, рідких і газоподібних речовин або видів енергії (теплоти, звуку, радіоактивності і т.п.) у кількостях, що шкідливо впливають на людину, тварин і рослини як безпосередньо, так і непрямым шляхом.

Забруднення довкілля поділяють на природні, викликані природними, часто катастрофічними, причинами (виверження вулканів, селеві потоки тощо), і антропогенні, які виникають у результаті діяльності людини.

Безпосередньо об'єктами забруднення (акцепторами забруднених речовин) є основні компоненти екотопу (місцеіснування біотичного угруповання):

- атмосфера,
- вода,
- ґрунт.

Опосередкованими об'єктами забруднення (жертвами забруднення) є складові біогеоценозу:

- рослини,
- тварини,
- мікроорганізми.

За походженням забруднення поділяють на фізичні, хімічні та біологічні. **Найбільш масштабним та значимим на сьогодні є хімічне забруднення біосфери.** Під хімічним забрудненням розуміють збільшення кількості хімічних компонентів в певному середовищі, а також введення в нього хімічних речовин не притаманних йому раніше або в концентраціях, котрі перевищують норму.

За підрахунками спеціалістів, у наш час у природному середовищі міститься 7-8 млн. хімічних речовин, причому їхня кількість щорічно поповнюється ще на 250 тис. нових сполук. Тому саме хімічне забруднення, що зростаючими темпами отруює навколишнє середовище різноманітними токсикантами (важкі метали, пестициди, детергенти, кислоти, луги, нафтопродукти і т.д.) може розглядатися як надзвичайно небезпечне для природних екосистем.

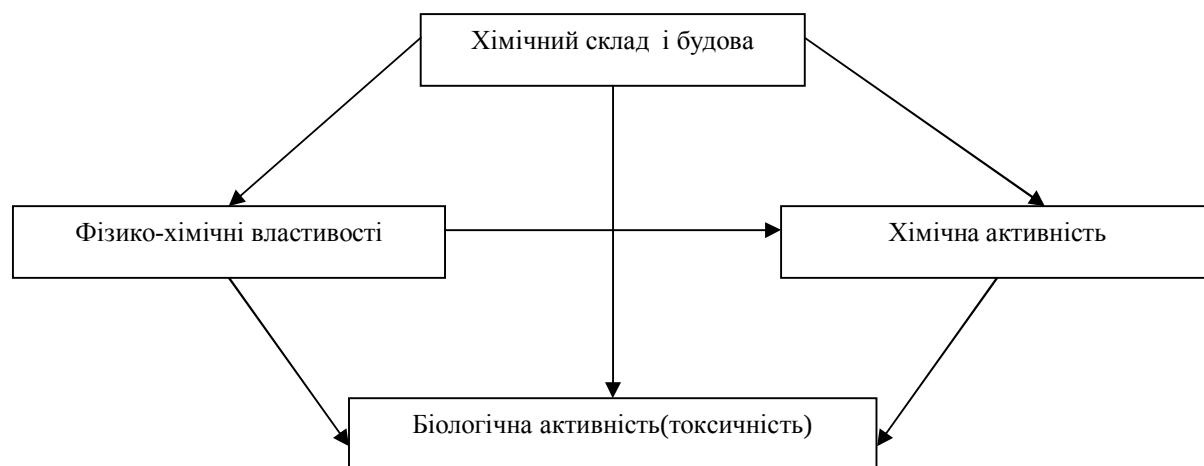
Багато хімічних речовин мають **канцерогенні та мутагенні властивості**, серед яких особливо небезпечними (за списком, складеним експертами ЮНЕСКО) є 200: бензол, бензапірен, азбест, пестициди, важкі метали (особливо ртуть, свинець та кадмій), різноманітні барвники та харчові добавки. Таким чином, в природних та штучних екосистемах виникає спровокований людиною мутагенез, що спричиняє штучну еволюцію видів, які найбільшим чином стикаються з мутагенами: сотні видів комах та інших шкідників (рослин, грибів, гризунів) пристосовуються до ядохімікатів, стають стійкими до них.

Велике занепокоєння викликає також **стійкість багатьох хімічних сполук до деградації у довкіллі.** Вони накопичуються в атмосфері, гідросфері та ґрунтах, придушуючи метаболічну активність живих організмів, що там мешкають. Все це негативно впливає на стабільність екосистем, оскільки суттєво порушуються процеси очищення та відновлення природних ресурсів, динаміка та гомеостаз популяцій, які входять до складу подібних екосистем.

Кількість хімічних забруднювачів води постійно зростає. У 1992 р. їх зафіксовано уже 959 різновидів. Про шкідливу дію багатьох з них ми нині лише здогадуємося, оскільки вони мають *пролонгований вплив*, тобто їхня дія виявляється в наступних поколіннях живих істот і полягає в виникненні шкідливих мутації, різноманітних (фізіологічних, генетичних) розладах тощо.

В умовах інтенсивного синтезу і впровадження в різні сфери життя нових хімічних речовин необхідним є швидке отримання їх токсикологічних характеристик. Реальні можливості відповідних установ не відповідають стрімко наростаючому створенню нових сполук. Тому дуже важливе значення набувають наукові дослідження по встановленню зв'язку між хімічною будовою і біологічною дією, які можуть надати первинну уяву про токсичність тих чи інших речовин.

Досвід токсикології свідчить, що хімічна будова певної сполуки обумовлює її хімічну активність і фізико-хімічні властивості, які, в свою чергу, впливають на токсичність.



Очевидно, що хімічна будова отруйної речовини буде зумовлювати і її поведінку в організмі.

Токсикологи розрізняють два типи шкідливих речовин

1. Хімічно інертні або такі, що дуже повільно перетворюються в організмі. Такі сполуки викликають загально токсичну дію, яка спричинює стан загального пригнічення. Дію таких сполук називають неспецифічною, наркотичною.
2. Хімічно-активні отрути – ті, що швидко трансформуються в організмі, вибірково впливають на певний орган або тканину. Таку дію називають специфічною.

Ще в XIX сторіччі дослідники Мейер і його учень на пуголовках встановили, що дія наркотичних речовин тим більша, чим більші їх коефіцієнт розподілення між маслиновим маслом і водою.

$$K = \frac{C_{p \text{ в маслі}}}{C_{p \text{ в воді}}} - \text{цей показник називається коефіцієнтом Овертона-Мейера}$$

По напрямку «структура – біологічна дія» відомо:

1. Введення до складу молекули гідроксильної групи (OH^-) як правило послаблює токсичність, в зв'язку із підвищенням розчинності сполуки у воді. Так, наприклад, спирти менш токсичні ніж відповідні вуглеводні. Наявність карбоксильної групи або ацетилювання різко зменшує токсичність. Як і у випадку з OH^- групою, вони підвищують гідрофільність речовини і заважають їй накопичуватись в клітинах.
2. Введення в молекулу нітро- NO_2 , нітросо- $-N=O$ і аміно- NH_2 груп впливає на токсичність в бік її підсилення. Особливо високу токсичність мають нітро- і аміно-похідні ароматичних вуглеводнів (нітробензол, анілін та ін.)
3. Введення в молекулу органічних сполук галогенів не тільки підсилює токсичність, але і викликає появу нових токсичних ефектів. Галогенування молекул змінює фізико-хімічні властивості речовин і їх

здатність до хімічних реакцій, а значить впливає і на її трансформацію в організмі.

Суттєве значення має і саме місце приєднання: так атом галогену, що знаходиться у відкритому ланцюгу більш активний ніж той, що приєднався до вуглецю циклічної або ароматичної молекули.

Підсилює дію галогенів наявність інших активних атомів або груп. Так атом хлору і атом кисню забезпечують високу токсичність простих ефірів.

Найбільш токсичними є фторорганічні речовини, слідом ідуть хлор-, бром, йод- похідні сполуки.

На рівень токсичності також впливає наявність ненасичених зв'язків, які підсилюють реактивність речовини. Наприклад, аліловий альдегід ($CH_2=CH-CHO$) дуже сильний лакриматор (сльозогінний газ), в той час, як пропіоновий альдегід (CH_3-CH_2-CHO) виявляє дуже слабку біологічну дію.

Сполуки з лінійним вуглецевим ланцюгом більш токсичні ніж їх розгалужені ізомери. У випадку циклічних вуглеводнів речовини, що мають один довгий бічний ланцюг токсичніші за їх ізомери з двома або більше бічними ланцюгами.

Має певне значення і просторове розташування в молекулі заміщуючих радикалів (ізомерія положення). Різну токсичність мають ізомери трикрезилфосфату і бензапірену тощо. Частіше більш токсичними виявляються пара-ізомери і менш токсичними є мета- і орто-ізомери, хоча це необхідно встановлювати окремо для різних речовин.

Певна закономірність, яка отримала назву – правило Річардсона, виявлена для багатьох гомологічних рядів. Гомологічні ряди різних типів (вуглеводнів, альдегідів, жирних кислот, спиртів) різняться між собою метиленовою групою $-CH_2-$.

Річардсон на прикладі спиртів жирного ряду показав, що наркотична дія зростає в гомологічному ряду із збільшенням числа атомів вуглецю. Далі

з'ясувалось, що ця закономірність підтвердилась в рядах насичених і ненасичених вуглеводнів, кетонів та інших.

Для деяких рядів було показано, що токсичні концентрації речовин із збільшенням величини молекули гомологів зменшується від гомолога до гомолога у відношенні 1: 3.

Коефіцієнт пропорції в різних гомологічних рядах має різну величину і, якщо він відомий, то виникає можливість для певного гомологічного ряду математично описати зміни токсичних властивостей відповідно зростанню вуглецевого ланцюга.

Правило Річардсона має два обмеження:

1. Перші члени більшості гомологічних рядів, які можна вважати похідними метана, мають більш сильну токсичну дію, ніж наступні. Добре відомо що для людини метанол, мурашиний альдегід і мурашина кислота ($CH_3OH, CHON, HCOOH$), значно токсичніші ніж етанол, оцтовий альдегід, оцтова кислота ($CH_3CH_2OH, CH_3OH, CH_3COOH$). Перші викликають смерть а етанол, оцтова кислота є продукти вжитку.
2. Сила токсичної дії в гомологічних рядах зростає лише до певного члена ряду, а потім різко падає. Схематично це показано на малюнку.

Якщо по вертикальній осі відкладати логарифми концентрацій або доз, що відповідають певному токсичному ефекту, то знаючи їх, хоча б для двох членів гомологічного ряду (крім першого), а також маючи уяву про коефіцієнт пропорції для даного ряду, шляхом інтер- і екстраполяції можна дізнатися про токсичність інших гомологів. Показниками токсичності можуть бути смертельні, порогові, гранично-допустимі концентрації і ін.

Для неорганічних речовин зв'язок між токсичністю і будовою вивчені недостатньо. В організмі неорганічні сполуки дисоціюють і їх токсичність визначається головним чином, токсичністю одного з йонів.

Було зроблено багато намагань зв'язати токсичність з їх положенням в періодичній системі Менделєєва, але чітких закономірностей не виявлено.

Деякі автори пов'язують токсичність з будовою кристалічної ґратки елементів або їх простих сполук. В межах періодичної системи Менделєєва виділяють декілька типів кристалічних ґраток, будова яких визначається електронною будовою атомів. Значення ГДК, як інтегрального показника токсичності корелює із типом ґратки. Зниження ступеня симетрії у ґратці характерне для підвищення токсичності речовини. Найменш токсичні речовини із об'ємно-центрованою кубічною ґраткою (Ti, Nb, W). ГДК для таких речовин знаходиться в межах $6-10 \text{ мг/м}^3$. При наявності гранецентрованої кубічної ґратки (Cu, Ag) ГДК встановлюється на рівні $3-5 \text{ мг/м}^3$. При дуже складній гексагональній ґратці ГДК складає $1-2 \text{ мг/м}^3$. Речовини із іншими типами малосиметричних ґраток (ромбічна, ромбоєдрична і інших) мають високу токсичність, ГДК не більше $0,5 \text{ мг/м}^3$.

Завдання для самостійного опрацювання:

- 1) Хімічні техногенні забруднення довкілля та їх класифікації.
- 2) Особливості розповсюдження та накопичення хімічних забруднювачів в довкіллі та їх біологічна дія.
- 3) Проблема утилізації побутових і промислових відходів.
- 4) Зв'язок між хімічною будовою органічних і неорганічних речовин і їх токсичністю.
- 5) Що характеризує коефіцієнт Овертона-Мейера? Чи впливає цей показник на токсичність речовини?
- 6) Як хімічна будова впливає на біологічну дію хімічної речовини? Введення яких функціональних груп здатне підвищити або знизити токсичність речовини?
- 7) Опишіть правило Річардсона.

Практична 3 Токсичний ефект і фактори середовища (2 год.)

Мета заняття: розглянути шляхи надходження та механізми перетворення отруйних сполук в організмі; ввести поняття про летальний синтез; ознайомитись із кумулятивним впливом токсикантів; навчитися відрізняти специфічну та неспецифічну дію токсичних речовин.

План семінару:

- Перетворення отруйних сполук в організмі.
- Рецептори токсичності.
- Поняття про летальний синтез.
- Кумуляція.

Загальні теоретичні відомості

Отруйні речовини проникають в організм через органи дихання *інгалаційним шляхом*, *пероральним шляхом* – через шлунково-кишковий тракт і *перкутаним шляхом* – через шкіру.

Кожний шлях надходження має свої особливості. Загальним є те, що перш ніж хімічна речовина попаде в кров'яне русло, по яким перенесеться в усі органи і тканини організму, вона повинна пройти через напівпроникні мембрани, такі як епітелій шлунково-кишкового тракту; епітелій дихальних шляхів або епідерміс шкіри.

Запропоновано декілька механізмів проходження хімічних речовин через біологічні мембрани. Серед них розрізняють:

1. **Пасивну дифузію.** Цей механізм вважається головним механізмом проникнення речовини. Оскільки мембрани складаються в основному із ліпопротеїдів, проникнення залежить від розчинності речовини в ліпідах.

2. **Фільтрацію** – процес, при якому хімічна речовина проходить через водні пори в мембрані, при цьому важливим є розмір і форма молекул.

3. **Транспорт за допомогою систем переносу**. Забезпечує кінетику великих жиронерозчинних молекул і іонів. Переносником виступає компонент мембрани, який з'єднується з речовиною і допомагає її проходженню крізь мембрану. Розрізняють активний перенос і полегшену дифузію. При ***полегшеному переносі*** спеціальна транспортна система з переносником забезпечує проходження молекули через мембрану проти градієнта концентрації і тому процес пов'язаний з витратою енергії. При ***полегшеній дифузії*** перенос здійснюється по градієнту концентрації без витрат енергії.

Для інгаляційних отруєнь характерним є найбільш швидке надходження отрути в кров. ***Слід зазначити, що більшість виробничих отруєнь є саме інгаляційними.***

При надходженні через дихальні шляхи шкідливі речовини проходять через носоглотку, трахею, бронхи і легені. На бронхах і легенях є альвеоли – мішечки, в яких здійснюється газообмін. Альвеоли мають тоненьку мембрану, насичену капілярами. Загальна поверхня всмоктування легеневих альвеол складає 100-150 м². Чим вище коефіцієнт Оствальда, яких показує розчинність пари отруйної речовини у воді, тим більше речовини із повітря надійде в кров, яка рознесе її по всьому організму.

Якщо забруднюючі речовини знаходяться у вигляді аерозолів і нерозчинні у воді, то 80-90% часток величиною до 10 мкм затримуються в верхніх дихальних шляхах, в альвеольну область поступають тільки частки розміром 1-2 мкм і менші. Вони видаляються з мокротою при кашлі і чханні.

За умови водорозчинності аерозолів вони проникають в кров. Цікаво, що деякі забруднювачі, наприклад, кварцевий пил, який практично нерозчинний у воді, частково розчиняється в альвеольній області.

Пероральні отруєння більш характерні для побутових умов, а на виробництвах отруєння здійснюватись при ковтанні пилу, палінні, прийманні їжі в непередбачених для цього місцях.

Деякі шкідливі речовини всмоктуються в кров вже у ротовій порожнині. На протязі шлунково-кишкового тракту існують значні градієнти рН, які визначають швидкість проникнення в кров отруйних речовин (так рН шлункового соку близький до 1, а в тонкому кишечнику рН – 7,5 – 8,0). Крім того тут багато додаткових факторів, що суттєво впливають на всмоктування отрут (травні ферменти, слиз; харчові маси; мікроорганізми). В основному всмоктування відбувається в тонкому кишечнику. При пероральному надходженні в шлунку і кишечнику можливі ферментативні перетворення отрут і зміна їх стану.

Отруєння через шкіру також є важливим шляхом надходження шкідливих речовин. Шкіра за хімічним складом містить білки (ферментні і опорні), вуглеводи, інші органічні і неорганічні сполуки. Шкіра має поверхневий кератиновий речовий шар, де є власні ліпіди і шкірне сало, яке заповнює проміжки між пластинками кератину.

Тому крізь шкіру краще проникають жиророзчинні сполуки. Для електrolітів шкіра малопроникна. Виключенням є певні важкі метали і солі. Наприклад, серед металів найкраще долають шкірний бар'єр солі Те і Cr (VI). Деякі сполуки проникають через потові, сальні залози або волосяні фолікули. На проходження через шкіру може впливати її рН, температура, кровопостачання, зволоженість.

Після проникнення шкідливих речовин в організм починається їх розподіл з током крові. На першому етапі розподіл залежить від інтенсивності кровопостачання певних органів, але далі він починає залежати від сорбційних властивостей органів і тканин. Отрути накопичуються (депонуються) в тканинах організму, сорбційна ємність яких для даної речовини є найбільшою. Паралельно починають працювати механізми по

інактивації і виведенню отрути із організму. Неорганічні отрути (електроліти) на відміну від органічних речовин, дисоціюють на катіони і аніони, які розподіляються власними шляхами.

Загальна схема руху отрут в організмі представлена на рис.1.

Депонування відбувається в різних органах і тканинах (біофазах) організму. Так свинець накопичується головним чином в кістках, де створюється його довготривале депо. Анілін зосереджується в нирках, поліциклічні ароматичні сполуки – в меланіні очей, деякі пестициди – в жировій тканині і т.д.

Нарешті отрута знаходить для себе на молекулярному рівні конкретну точку прикладання, яку називають – рецептор. При об'єднанні отрути з рецептором реалізується токсична дія речовини.

Рецепторами отрут є макромолекули організму, їх певні функціональні групи (гідроксильні, карбоксильні, сульфгідрильні, аміногрупи та інші). Рецепторами виступають ферменти, деякі амінокислоти, вітаміни, гормони, пуринові і піримідинові основи та інші складові клітини. Для того, щоб зв'язатися із своїм рецептором отрута повинна бути хімічно активною і мати спорідненість до рецептора, тобто здатність утворити з молекулою рецептора хімічний зв'язок певної міцності.

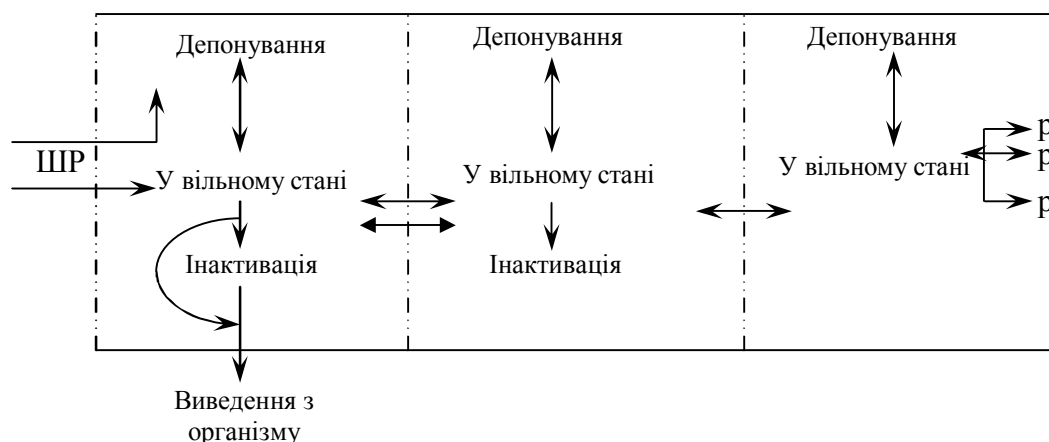


Рис. 1. ШР – шкідлива речовина; р – рецептор

Для розвитку отруєння має значення ступінь насиченості рецептора отрутою; швидкість утворення комплексу отрута – рецептор; стійкість цього комплексу і його здатність до зворотної дисоціації. За теорією Ерліха, багато отрут є структурними аналогами рецепторів, тобто вони підходять один одному як «ключ до замку».

При взаємодії отрут із рецепторами утворюються хімічні зв'язки різного типу (табл. 1).

Таблиця 1

**Хімічні зв'язки різного типу, що утворюються
при взаємодії отрут із рецепторами**

Тип зв'язку	Енергія зв'язку (ккал/моль)	Приклади
<i>Ковалентний</i>	50-140	1. Зв'язок As, Hg і Sb з SH-групами амінокислот в білках. 2. Зв'язок карбофосу з OH групою в активному центрі ферменту – ацетил-холінестерази
<i>Іонний</i>	5-10	Зв'язок діаміноакридину з фосфатом в молекулі ДНК
<i>Водневий</i>	2-5	Зв'язок фенолу з рецептором
<i>Ван-дер-Ваальса</i>	0,5-1	Зв'язок з рецептором речовини з наркотичною дією

Ковалентний зв'язок є найбільш міцним і практично необерненим. Отрут, що пов'язується з рецептором цим зв'язком небагато.

Водневі і Ван-дер-Ваальсові зв'язки не міцні, їх легше розірвати.

Живий організм є дуже досконалою системою і має багато механізмів знешкодження (інактивації) отрут. Перетворення чужорідних хімічних речовин в їх похідні (метаболіти) називають метаболічною трансформацією.

Самі шкідливі речовини можна поділити на 2 групи:

1. **Інертні сполуки** – ті що перетворюються в організмі дуже повільно або виділяються в первинному вигляді. Так найбільш сильні кислоти і луги виводяться із організму в незмінному вигляді.

2. **Сполуки, що підлягають біотрансформації.**

Процес метаболічної трансформації в більшості випадків веде до утворення більш полярних і водорозчинних метаболітів отрути.

Як правило, перетворення ведуть до появи менш токсичних ніж вихідна речовин, хоч в ряді випадків метаболіти можуть мати токсичність вищу за первинну сполуку.

Метаболічні перетворення отрут можна поділити на 4 головні типи:

- Окиснення.
- Відновлення.
- Реакції гідролізу.
- Реакції приєднання

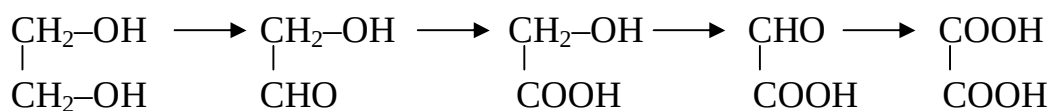
Явище, коли при метаболічній трансформації з малотоксичних речовин утворюються сполуки більш токсичні ніж вихідні називається «летальний синтез».

Прикладами є:

1. Метаболізм метилового спирту, токсичність якого визначається його окисненими продуктами (мурашиним альдегідом і мурашиною кислотою).



2. Токсичність етиленгліколю визначається ступенем його окиснення до щавелевої кислоти.



Фторацетат приєднується до КоА з кінцевим утворенням фторлимонної кислоти, поява якої веде до важких зрушень енергетичного обміну. Більш токсичні речовини виникають при метаболізмі тіофосу і т.д.

Будь-яку отруту організм намагається вивести назовні. Схему виведення можна представити наступним чином:

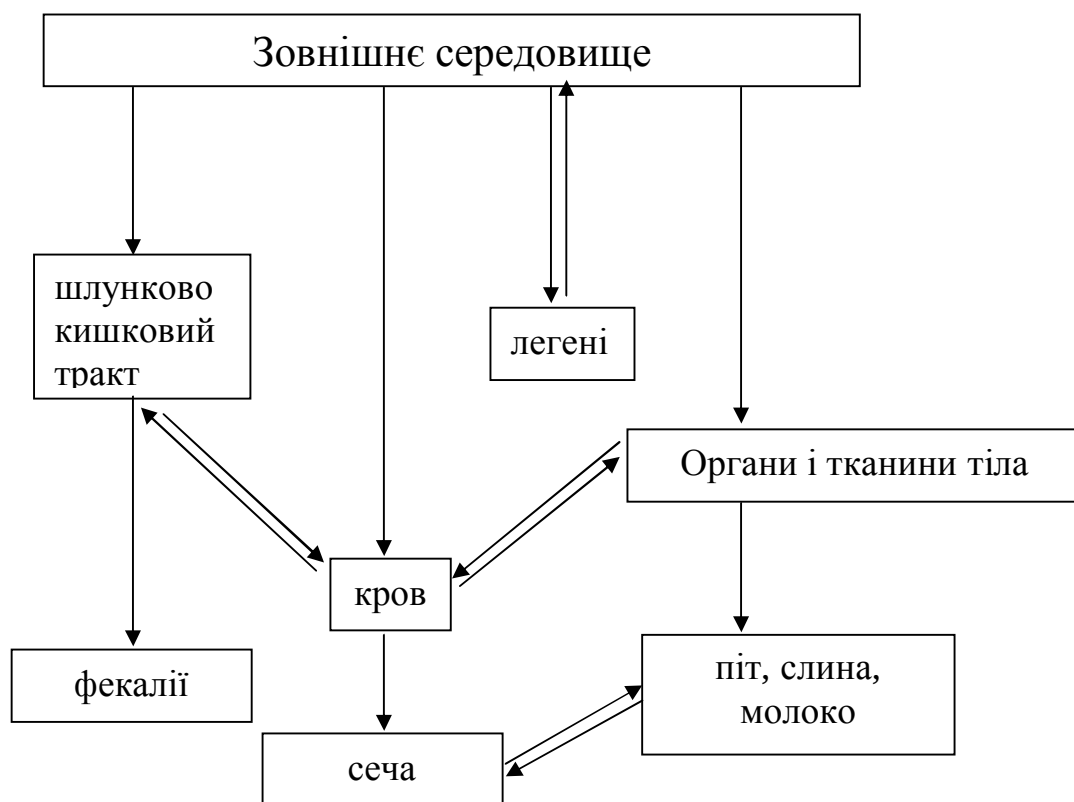


Схема показує, що виведення отрут здійснюється різними шляхами.

Елімінація летких і здебільшого важкорозчинних речовин і їх найближчих летких метаболітів може проходити при видиху з видихаємим повітрям. Так через легені видуляється ацетон, дихлоретан, чотирихлористий вуглець, частково етанол і інші органічні речовини.

Добре розчинні отрути і їх метаболіти виходять через нирки із сечею. Через кишечник виділяються солі важких металів.

Деякі шкідливі речовини виходять із слиною, потом. Суттєвим для токсикологію є вивід отруйних речовин з молоком. Молоко має водну і ліпідні фази, в ньому можуть концентруватися різні отруйні сполуки. Коров'яче молоко – це важливий продукт харчування, а материнське молоко для немовлят – головний продукт. Тому такий шлях виведення може стати причиною отруєння для споживача.

Таким чином токсикокінетика складається з таких етапів:

1. Надходження шкідливих речовин до організму різними шляхами і попадання в кров'яне русло.
2. Депонування.
3. Взаємодія з рецепторами.
4. Перетворення шляхом метаболічної трансформації.
5. Виведення.

Завдання для самостійного опрацювання:

1) Опишіть механізми, за допомогою яких хімічні речовини можуть долати мембранні бар'єри.

2) Чи можуть різноманітні фактори середовища (абіотичні та біотичні) впливати на токсичний ефект при надходженні отрути до організму та при розвитку отруєння?

3) Знайти та навести приклади метаболічних перетворень (знешкодження) отрут в організмі людини різними шляхами.

4) Навести приклади летального синтезу.

8) Шляхи виведення отрут з організму.

Тема 4 **Токсикокінетика і токсикометрія** (2 год.)

Мета заняття: встановити критерії порівняння різних речовин за їхньою токсичністю та небезпечністю; розглянути особливості комбінованої та комплексної дії забруднювачів довкілля; провести класифікацію небезпечності і токсичності речовин за токсикометричними показниками.

План семінару:

- Особливості взаємодії "доза–ефект".
- Комбінована і комплексна дія забруднювачів довкілля.
- Класифікації небезпечності і токсичності речовин за токсикометричними показниками.

Загальні теоретичні відомості

Токсикометрія – встановлення кількісних показників токсичності. В основі токсикометрії лежить визначення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин в різних середовищах – в повітрі, у воді, у ґрунті, в продуктах харчування. Токсикометричні показники дозволяють порівняти різні речовини за токсичністю і небезпечністю. До таких показників відносяться:

Летальні дози і концентрації встановлюють в гострих дослідах на тваринах. Такі досліди проводять на протязі короткого часу (одноразове отримання дози або багаторазові дози на протязі доби). Цифра при летальній дозі або концентрації характеризує відсоток піддослідних тварин, що померли від цієї дози. Встановлюється DL_{99} ; DL_{50} ; DL_{84} і т. д. Найбільш статистично достовірною і широкоживаною є напівлетальна доза або концентрація - DL_{50} (CL_{50}).

Порог гострої і порог хронічної дії – ці дози (концентрації) виявляють відповідно при одноразовому або довготривалому (6-8 місяців) контакті

піддослідних тварин із отрутою. Величину порогу встановлюють по інтеграційних показниках стану організму (наприклад по розвернутому аналізу крові). Порогові дози вважають мінімально ефективними. У гігієні навколишнього середовища при визначенні порогів шкідливої дії до уваги приймаються будь-які статистично-значущі зміни, якщо вони за своєю спрямованістю збігаються з ефектами вищих доз речовини.

Порог специфічної дії – це доза, що спричиняє ефективну дію на певну біофазу (орган або тканину) організму.

Максимально недіючі дози або концентрації – це підпорогові до порогу хронічної дії рівні (менші від Lim_{ch}).

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це така концентрація хімічної речовини в середовищі, при дії якої на організм людини періодично або на протязі всього життя, прямо або опосередковано через екологічні системи, а також через можливий економічний збиток , не виникає соматичних (тілесних) або психічних захворювань або змін стану здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень зразу же або в окремі терміни життя діючого і наступних поколінь.

В Україні ГДК є юридичною основою санітарного контролю. Вітчизняні науковці визначають пріоритет медичних і екологічних показників для встановлення рівня безпеки середовища.

Орієнтовний безпечний рівень дії (ОБРД) – це норматив на вміст шкідливих речовин в повітрі і воді у випадках коли ще не встановлена або не затверджена ГДК. ОБРД встановлюється розрахунковим шляхом.

Всі показники токсичності мають розмірність. Кількість шкідливої речовини в організмі рахується на кг ваги тіла.

Концентрація шкідливої речовини в довікллі визначається через їх вагові показники (г, мг) на одиницю об'єму (m^3) повітря, або (dm^3) води.

Шкідливі дози певних речовин бувають мізерними. Їх виражають в мікрограмах, нано- та пікограмах.

Показники небезпечності розмірності не мають. Показниками небезпечності є:

Зона гострої дії $Z_{ac} = \frac{DL_{50}}{Lim_{ac}}$ Чим вужча зона гострої дії, тим

небезпечніша речовина.

Зона хронічної дії $Z_{ch} = \frac{Lim_{ac}}{Lim_{ch}}$ Чим ширша Z_{ch} тим небезпечніша отруйна

речовина, так як можливий розвиток хронічного отруєння при впливі низьких (далеко відстоящих від Lim_{ac}) концентрацій речовини.

Z_{ch} для більшості відомих речовин ($\sim 81\%$) не перевищує 15, але для хлористого амілу Z_{ch} дорівнює 113; для хлористого бензилу – 100; для чотирьох хлористого вуглецю – 60. Сполуки з високим показником зони хронічної дії надзвичайно небезпечні.

Зона специфічної дії – $Z_{sp} = \frac{Lim_{ac}}{Lim_{sp}}$

Коефіцієнт вірогідного інгаляційного отруєння (КВІО) показує відношення концентрації насиченої пари речовини в повітрі при температурі

20°C до напівлетальної концентрації цієї речовини $KBIO = \frac{C^{20}}{CL_{50}}$

Коефіцієнт кумуляції (K_{cum}) – характеризує здатність отрути накопичуватись в організмі. Чим вища здатність до кумуляції, тим небезпечніша речовина.

Розрізняють матеріальну і функціональну кумуляцію. При матеріальній кумуляції – надходження речовини перевершує її виведення, внаслідок чого спостерігається накопичення отрути в організмі. Функціональна кумуляція – це сумація змін, що викликані отрутою. Виробничі хронічні отруєння є прикладом функціональної кумуляції, а інколи – матеріальної і функціональної разом.

Для кількісної оцінки кумуляції користуються коефіцієнтом кумуляції K_{cum} , який вираховують на основі середньосмертельної дози (DL_{50}).

Коефіцієнт кумуляції – відношення сумарної середньосмертельної дози (ΣDL_{50}), отриманої в досліді з повторним введенням шкідливої речовини до цієї ж дози при однократному введенні. При дробному введенні шкідливої речовини, починаючи з малих доз в організмі іде привикання і адаптація до отрути.

$$K_{cum} = \frac{\Sigma DL_{50}}{DL_{50}}$$

Таблиця 2

Класифікація кумуляційної дії наступна (за *Медведєм Л.І.*)

Класифікація	Коефіцієнт кумуляції
1. Зверхкумуляція	<1
2. Виражена кумуляція	1 – 3
3. Середня кумуляція	> 3 – 5
4. Слабка кумуляція	>5

Коефіцієнт кумуляції допомагає орієнтуватися у визначенні величини коефіцієнту запасу.

Коефіцієнт запасу – цим показником користуються лише при розрахунках ГДК в повітрі робочої зони і для визначення допустимих доз пестицидів і деяких інших речовин в продуктах харчування. Для повітря робочої зони коефіцієнт запасу встановлюється для гарантій безпеки на випадок несподіваних підйомів концентрації шкідливих речовин.

В цьому показнику не закладена поправка для компенсації помилок при екстраполяції на людину даних, отриманих в лабораторних експериментах на тваринах.

Коефіцієнт запасу показує наскільки ГДК менше порога хронічної дії.

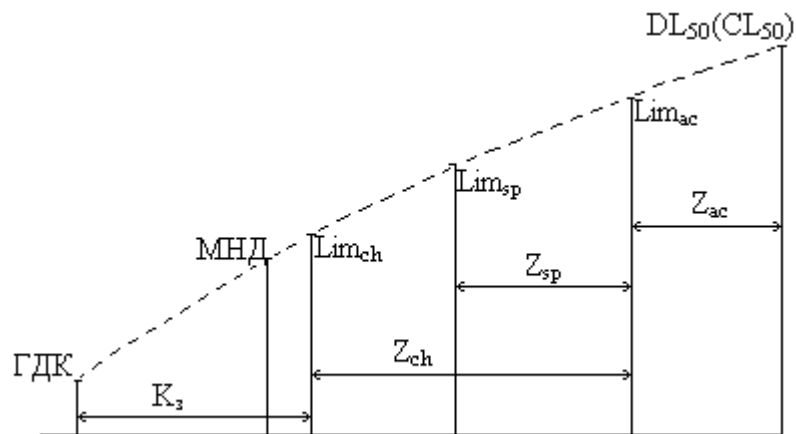
$$K_3 = \frac{Lim_{ch}}{ГДК}$$

Саноцьким І.В. для більш об'єктивного розрахунку коефіцієнту запасу запропонована формула, де задіяні доступні показники небезпечності при гострій і хронічній дії:

$$K_3 = \frac{Z_{ch} \cdot KBIO}{Z_{ac}} \cdot a, \text{ де}$$

a – коефіцієнт пропорційності, який залежить від групових властивостей певної речовини; $\frac{KBIO}{Z_{ac}} \leq 5$

Токсикометричні показники можна показати графічно:



В англійській літературі існують аналоги показників токсикометрії. Які прийняті в міжнародній практиці токсикологічної оцінки ксенобіотиків.

Еквівалентами порогових концентрацій є:

LOEL – lowest observed effect level

LOAEL – lowest observed adverse effect level

До показників в МНД близькі так звані неефективні рівні:

NOEL – no observed effect level

NOAEL – no observed adverse effect level

Аналогами нормативу ГДК в повітрі робочої зони є:

TLV – threshold limit value

PEL – permissible exposure level

Аналогом коефіцієнту запасу виступає:

SF – safety factor

За показниками токсичності і небезпечності побудовані наступні токсикологічні класифікації шкідливих речовин. Токсикологічна класифікація була затверджена в 1982 р. і згідно неї шкідливі речовини за рівнем дії на організм поділяються на 4 класи:

I клас – речовини надзвичайно токсичні;

II клас – речовини високо токсичні;

III клас – речовини помірно токсичні;

IV клас – малотоксичні речовини;

Таблиця 3

Класи токсичності речовин за токсикометричними показниками

Показник	Класи токсичності			
	I	II	III	IV
Середньосмертельна доза при введенні в шлунок, мг/кг DL_{50}	15	15-150	151–5000	> 5000
Середньосмертельна доза при нанесенні на шкіру, мг/кг DL_{50}	100	100-150	500–2500	> 2500
Середньосмертельна концентрація в повітрі, мг/м ³ CL_{50}	< 560	500-5000	5001–50000	> 50000
Гранично допустима концентрація, мг/м ³ ГДК	< 0,1	0,1-1	1,1–10	> 10

В таблиці показано встановлення класу токсичності по критеріям гострої токсичності (DL_{50} і CL_{50}) і за показником ГДК в повітрі. При встановленні класу токсичності по показникам гострої токсичності одна і та ж речовина може бути віднесена до різних класів в залежності від шляхів її введення до організму.

За показниками речовини також поділяють на 4 класи небезпечності (табл. 4):

Таблиця 4

Класифікація небезпечності за показниками Z_{ac} і КВІО

Клас небезпечності	Z_{ac}	КВІО
1 – речовини надзвичайно небезпечні	Менше 6	Більше 10000
2 – речовини високо небезпечні	6-18	9999-1000
3 – речовини помірно небезпечні	18,1-54	999-100
4 – малонебезпечні речовини	Більше 54	Менше 100

Для визначення ступеню відносної токсичності будь-яких речовин, токсикологами побудований графік, де на шкалі ординат вказана відносна токсичність (в %), а на абсцисі – CL_{50} (в мкмол/дм³). За речовини з 0 % токсичністю прийнятий вуглекислий газ (CL_{50} CO₂ 10000 мкмол/дм³), а речовиною із 100 % відотною токсичністю вважають найбільш отруйні фосфорорганічні сполуки (CL_{50} ФОС – 0,0001 мкмол/дм³).

Завдання для самостійної роботи:

- 1) Що вивчає токсикометрія? Які основні токсикометричні показники Вам відомі? Зобразіть їх графічне співвідношення.
- 2) Що таке кумуляція та адаптація? Коефіцієнт кумуляції. Класифікація кумулятивної дії.
- 3) В яких випадках використовують коефіцієнт запасу і як він розраховується?
- 4) В яких випадках і як встановлюється норматив ОБРД?
- 5) На скільки класів за токсикологічною небезпечністю діляться речовини? На основі яких токсикометричних показників визначається клас їхньої токсичності?

Тема 5
(2 год.)

Порушення стану екосистем під впливом техногенних забруднень

Мета заняття: встановити рівень компетенції екологічної токсикології та основне коло її завдань; провести порівняльний аналіз методів біоіндикації та біотестування, визначити можливості та межі застосування обох методів; вивчити основне коло організмів-біоіндикаторів, які використовуються для моніторингу основних об'єктів довкілля; з'ясувати особливості проведення досліджень по визначенню токсичності води, ґрунту, та повітря за допомогою фіто-, зоо- і мікробних тестів.

План семінару:

- Ў Екологічна токсикологія. Її мета, завдання та рівні дослідження.
- Ў Біоіндикація і біотестування.
- Ў Встановлення токсичності води, ґрунту, наявності токсичних речовин в повітрі за допомогою фіто-, зоо- і мікробних тестів.

Загальні теоретичні відомості

Екологічна токсикологія як самостійний напрямок сформувалась в 1969 році. Пізніші Міжнародний науковий комітет по проблемам довкілля (СКОПЕ) дав визначення екотоксикології як міжнародного наукового напрямку, пов'язаного з вивченням дії хімічних речовин на „живі організми, переважно на популяції організмів і біоценози, що входить до складу екосистем”. Це визначення підкреслили, що екологічна токсикологія вивчає токсичні ефекти не тільки на організменному рівні, но також на популяційному і біоценотичному.

Своїми цілями екологічна токсикологія ставить:

1. Вивчення границь стійкості екологічних систем до антропогенних навантажень;
2. Визначення поняття екологічної норми для екосистеми в цілому;
3. Вивчення адаптації екологічних систем до забруднення середовища;
4. Розробку методичних підходів і методів, для створення поряд з гігієнічним нормуванням (націленим на людину) екологічного нормування (націленого на популяцію і біоценози), а також екологічних регламентів для конкретних природних ситуацій.

Екологічна токсикологія знаходить в фазі розвитку, її успіхи залежать від об'єднання фундаментальних розробок загальної екології і різних напрямків гігієни і токсикології.

Дати оцінку хімічному забрудненню довкілля можливо не тільки за допомогою хімічних аналізів, а і за станом живих організмів. Так, здоров'я населення є інтегральним показником екологічного стану певної місцевості. Представники флори і фауни також реагують на вплив неблагоприємних факторів середовища. Серед рослин і тварин існують види більш і менш чутливі до впливу хімічного забруднення. Найбільш чутливі організми першими вказують на зміну умов середовища. Їх називають біоіндикаторами (лат. *Indicator* – вказівник).

Біоіндикатор – це живий організм наявність, стан або поведінка якого є показником природного або зміненого людиною стану довкілля. Біоіндикатором може виступати не тільки окремий організм, а і біологічне угруповання.

За допомогою біоіндикаторів, які

1 – мають достатньо високу чутливість до шкідливих речовин;

2 – здатні накопичувати шкідливі сполуки в тканинах організму;

3 – доступні до використання (добре культивуються в лабораторних умовах) можна скласти уяву про забрудненість середовища.

Така оцінка якості середовища називається біотестуванням, а сам живий організм – біотест (*test* – випробування, дослідження).

Головною відмінністю біоіндикаторів від біотестів є те, що біоіндикатори вказують на незадовільний стан середовища в природних умовах, а організми – біотести – в лабораторних або штучно змодельованих умовах.

Біотестування – це оцінка відповіді тест-організма на певну концентрацію шкідливої речовини в заданих умовах експерименту.

Серед живих організмів розрізняють фіто -, зоо – і мікробні тести.

Біоіндикація забруднення атмосферного повітря.

Біоіндикаторами на забрудненість повітря виступають, в першу чергу, рослини – організми не здатні до пересування; і комахи – рухомі організми.

На забруднення повітря хімічними домішками реагують вищі і нижчі рослини. У вищих рослин на листі з'являються хлорози (білувато – жовтуваті плями), некрози (відмерлі частки на листовій пластинці), закручування листя, деформація клітинних органел і інші симптоми. Деякі приклади наведені в таблиці 5:

Таблиця 5

Реакція рослин-індикаторів на деякі хімічні сполуки

Забруднення	Біоіндикатор	Симптоми
Фтористий водень(HF)	Гладіолус, Тюльпан, Ірис, Петрушка Кучерява	Некрози верхівок і країв листя. Накопичення F в сухій речовині рослин
Пероксиацетіл нітрат(ПАН)	Кропива жагуча, метелик однорічний.	Смугасті некрози на нижньому боці листа. Смугасті некрози листа
Диоксид сірки (SO₂)	Люцерна, гречиха, подорожник великий, горох, конюшина	Міжжилкові некрози і хлорози.
Етилен (C₂H₄)	Петунія	Відмирання квіткових бруньок, дрібні квіти
	Салат, томат	Закручування краю листя, підвищення пероксидазної активності
Іони металів(Pb, Zn, Cu, Cd, Mn, Cr), Фториди	Листова капуста, кульбаби, мохи	Накопичення в сухій речовині

Серед нижчих рослин відомими біоіндикаторами є лишайники. Ці рослини є симбіотичною спільністю мікроскопічного гриба і водорості. Лишайники потребують чистого повітря, на хімічні домішки вони реагують зменшенням вмісту хлорофілів „а” і „в”, відмиранням клітин водорості, відшаруванням від субстрату, зменшенням видового різноманіття.

Вибагливість до чистоти повітря зростає в ряду – накипні – листуваті – кущисті лишайники. Лишайники здатні акумулювати метали, вони реагують на присутність в повітрі кислотних газів.

В Англії був розроблений, а потім модифікований, метод оцінки повітря на вміст SO_2 по розповсюдженню лишайників. Місцевість від джерела забруднення поділили на декілька зон, де видове різноманіття і фізіологічний стан лишайників залежить від рівня SO_2 в повітрі. В зонах максимального забруднення лишайники зникали („лишайникова пустеля”). Із зменшенням концентрації поллютантів в повітрі, зростало видове різноманіття рослин. На базі таких досліджень складаються мапи забруднення в ізолініях.

В зоні дії алюмінієвого заводу, де в повітря викидалися фториди, на різних відстанях від джерела викиду розміщували стенди з корою дерев, оброслою лишайниками. По швидкості відмирання слоєвища судили про рівень забрудненості повітря і визначали межі присутності фторидів.

Відомі деревні породи (дуб, сосна) – індикатори присутності в повітрі фтору і металевого пилу. Деякі комахи по ряду показників (захворюваність, загибель дорослих особин або личинок, вплив на ферментативну активність) вказують на підвищений вміст певних забруднювачів. Це бджола медоносна (O_3 ; іони важких металів); тля і личинки синьої мухи (SO_2) і інші.

Біоіндикація забруднення води.

Відомо багато індикаторів, по стану яких можна судити про якість води. Дослідниками із багатьох країн світу було перевірено понад 1,5 тис. видів

прісноводних і морських гідробіонтів, що були представлені мешканцями планктону, нектону і бентосу.

Класичним організмом-біотестом виявились гіллястовусі рачки із роду *Daphnia*, за допомогою яких можна швидко отримати попередню уяву про токсичність питної, природної або стічної води. Критерієм токсичності є виживаємість рачків. Тестування води на дафніях, завдяки простоті і доступності метода поширене в лабораторіях світу. Токсичність води оцінюють за 5 бальною шкалою

1 бал – вода надгостротоксична (за добу або швидше гине 100% дафній)

2 бали – вода гостротоксична (100% дафній гине впродовж 5 діб)

3 бали – вода токсична (за 5 діб гине 70% дафній)

4 бали – вода малотоксична (за 5 діб гине не більше 30% дафній)

5 балів – вода умовнотоксична (виживаємість на рівні контролю)

Деякі біотести на забруднення води показані в таблиці 6:

Таблиця 6

Приклади біотестів при аналізі забруднення водних об'єктів

Організми – біотести	Досліджувана реакція	Тип тестуємих вод
<i>Daphnia</i> – <i> magna</i>	Виживаємість, плодючість	Стічні і природні води, питна вода
Медична п'явка	Зміна статичного стану динамічним	Стічні і природні води
Інфузорії	Активність руху, виживаємість, темпи росту, частота биття війок	Стічні і природні води
Двухстулкові молюски	Реакція закривання стулок раковин	Стічні води і морська вода
Гідра	Виживання і реакція регенерації	Природні води

Тестування води здійснюють не тільки на безхребетних організмах, а і на рибах. Досліди проводять на акваріумних видах – гуппі, „золота рибка”, і на представниках природних водойм. За допомогою акваріумних рибок виявляють токсичність стічної води і якість її очищення. А для природних водойм (річка Рейні Німеччина) розроблений і запроваджений метод, що

виявляє надходження забруднюючих речовин у воду. Кілька невеликих риб вміщують у замкнену проточну лоткову систему, яка на задній стінці має чутливі елементи – сенсори.

При скидах у річку токсичних стічних вод риби втрачають здатність протидіяти потоку і прибиваються до задньої стінки. Сигнали від неї подаються до самописців, і, далі, на диспетчерський пункт, який реєструє викиди забруднень.

Біотестування якості води розроблено і на водній рослинності. Під впливом хімічного забруднення у водоростей змінюється інтенсивність фотосинтезу; вміст хлорофілу і інших пігментів. У макрофітів додатково спостерігається зміна забарвленості листя, швидкість руху протоплазми (в клітинах елодеї). Наземні рослини, наприклад, корінці цибулі та проросле насіння салату реагують на токсичність води зниженням швидкості росту корінців та цитогенетичними порушеннями в процесі клітинного поділу, змінами клітинних ядерців і іншими реакціями.

Показником токсичного впливу може бути накопичення шкідливих сполук в фітомасі рослин. Так гідрофіти активно акумулюють із води важкі метали, за вмістом металу в рослинах визначають ступінь забрудненості води. Деякі приклади наведено в таблиці.

Таблиця 7

Коефіцієнти накопичення важких металів рослинною фітомасою

Рослини	Концентрація Ме у воді складає 0,25 мг/л		
	Cu^{2+}	Cd^{2+}	Ni^{2+}
	Коефіцієнти накопичення Ме гідрофітами		
<u>Погружні гідрофіти</u> <i>Elodea Canadensis</i> (Елодея канадська)	1423	—	—
<i>Zemna trisulka</i> (ряска трьохроздільна)	666	582	440
<u>Плаваючі гідрофіти</u> <i>Zemna gibba</i> (Ряска горбата)	465	320	123

<i>Hydrocharis morsus- ranae</i> (водокрас жаб'ячий)	366	276	282
---	-----	-----	-----

Інтенсивне накопичення важких металів водоростями може привести до їх зникнення із забрудненої водойми, внаслідок чого можна чекати змін видової структури угруповань гідрофітів.

В Європі випускають набори із тест організмів, що знаходяться в неактивному анабіотичному стані. В простій, переносній апаратурі (токскіти) вміщені сухі спори водоростей і яйця – ефіпіуми дафній і коловерток, які оживають в умовах оптимальної температури і освітленості. Після оживлення біоіндикатори використовуються в гострих 24 – годинних дослідах, головним чином для встановлення напівсмертельної концентрації.

Біотестами слугують і деякі штами бактерій. Найбільш відомі в цьому напрямку світні бактерії. Інтенсивність їх люмінесценції залежить від вмісту забруднювачів у воді.

Слід зауважити, що проведення біотестування забруднених вод в більшості випадків дає лише приблизну попередню уяву про рівень шкідливих забруднювачів і тому паралельно необхідний хімічний аналіз води. З іншого боку, в ряді випадків, коли забруднення знаходиться або в мізерних концентраціях або проведення аналізу затруднене, саме біотестування є показником наявності сторонніх домішок у воді.

Біоіндикація забруднення ґрунтів

Ґрунт є складною системою. Ґрунт насичений живими організмами – корінням рослин, численними ґрунтовими багатоклітинними і одноклітинними безхребетними, водоростями, цвільовими грибами, актиноміцетами, бактеріями.

Стан ґрунту (механічний склад, щільність, засоленість, кислотність, близькість ґрунтових вод, наявність корисних копалин) в першу чергу знаходять своє фізіономічне відображення у складі фітоценозу. Відома

фітоіндикація ґрунту на присутність корисних копалин. Так, фіалки акумулюють цинк і добре почуваються на ґрунтах з підвищеним вмістом цинку, злаки і мохи не бояться високих концентрацій міді, кобальту; вівсяниця і польовиця свідчать про наявність в ґрунті свинцю і т.п. Приклади біотестів надані в таблиці:

Таблиця 8

Реакція фіто- та зоотестів на забруднення ґрунту

Біотести	Забруднювач	Реакція
Фітотест : Насіння кукурудзи	Важкі метали	Зміна довжини корінців і стебла (в см.); % пророслого насіння
Фітотест : Крес-салат	Важкі метали, нафта	
Зоотест: Ногохвістки (колемболи) (<i>Folsomia candida</i>)	Цементний пил, нафта, інсектициди	Тривалість життя; % виживших особин на 5-й день

Досліди із пророслим насінням можуть свідчити про наявність в ґрунті токсичних концентрацій важких металів. Для цього насіння пророщують в стандартних умовах температури і освітленості в чашках Петрі з розчинами важких металів, або в наважках ґрунту з певною концентрацією металів. Про токсичність судять по інтенсивності проростання насіння, довжині корінців і стебла в порівнянні з контролем .

Зоотест – ногохвістки – постійні мешканці ґрунту. Вони дуже різноманітні за видовим складом. В ґрунтах інколи на 1 м² буває по декілька тисяч колембол. Многохвістки добре культивуються в лабораторії, добре видимі в ґрунті і на його поверхні. Тривалістю життя і відсотком виживших особин відповідають на різні концентрації шкідливих забруднювачів ґрунту.

Існує дуже багато розробок по біоіндикації ґрунту за допомогою живих організмів різних трофічних рівнів. Беручи до уваги складність ґрунту як системи, різноманітність біотичних взаємодій між мешканцями ґрунту, розгалуженість трофічних мереж, правильний вибір відповідних біотестів затруднений.

Біосенсорні методи

В останні десятиріччя активно розроблюються методи оцінювання якості середовища за допомогою біосенсорів. Перевагою біосенсорних методів є:

- 1) Їх спрямованість на визначення конкретних забруднювачів (селективність);
- 2) Відомий діапазон виявляємих концентрацій речовини (на відміну від біоіндикаторів).

Для цих методів конструюються електрохімічні (амперометричні, потенціометричні, кондуктометричні); оптичні (на основі абсорбції флюоресценції, люмінесценції); акустичні і оптикоелектронні прилади. Чутливим елементом таких приладів виступають ферменти, антитіла, нуклеїнові кислоти, мікроорганізми. Приклади біосенсорів наведені в таблиці 9.

Таблиця 9

Чутливість біосенсорів до токсичних речовин

Речовина	Біосенсор	Рівень реагування (мг/л)
Кобальт	Стафілококовий токсин	0,239
Цинк		0,015
Кадмій		0,05
Свинець	Каталітичний ДНК	0,002
Формальдегід	Алкогольдегідрогеназа	150
Додецилсульфат натрію	Бактерія <i>Pseudomonas rathonis T</i>	0,2-0,5
Фенол; п-крезол; п-хлорфенол	Ферменти	0,002-0,03

Завдання для самостійної роботи:

- 1) Що таке біоіндикація та чим вона відрізняється від біотестування?
- 2) Які особливості повинен мати вид-біоіндикатор?
- 3) Біоіндикація забруднення атмосферного повітря.
- 4) Біоіндикація забруднення води. Біотестування питної та стічних вод.
- 5) Біоіндикація та біотестування як методи оцінки забрудненості ґрунтів токсичними речовинами.

Тема 6 Шляхи визначення гранично-допустимих концентрацій (2 год.) хімічних речовин у воді водоймищ

Мета заняття: ознайомитись з основними типами екологічних систем Землі, особливостями їх формування та розповсюдження; ввести поняття біому, надати йому характеристику з точки зору теорії сукцесій.

План семінару:

- ü** Нормування вмісту хімічних забруднювачів у водоймах рибогосподарського призначення.
- ü** Екологічні підходи до встановлення ГДК у воді водойм.

Загальні теоретичні відомості

Важливим завданням екологічної токсикології є встановлення нормативів на вміст шкідливих речовин у воді об'єктів рибогосподарського призначення. Такі водойми є специфічною екологічною системою, де забруднювачі із води здатні мігрувати по трофічним ланцюгам всередині водойми, а далі з м'ясом риби можуть потрапити в організм споживачів (хижі птахи, людина).

При створенні підходів для визначення еколого-рибгосподарських нормативів, виходять із таких базових принципів:

1. Захисту підлягає багатокomпонентна в екологічному відношенні система, де основні елементи повинні бути захищені постійно
2. Водна екосистема при забрудненні втрачає стабільність внаслідок послідовного випадання найбільш чутливих ланок. Тому при визначенні допустимих рівнів для кожного компонента і системи в цілому необхідно орієнтуватись на найбільш чутливу ланку серед контролюємих показників.

3. Досліди по визначенню токсичності речовини проводяться на гідробіонтах – обов’язково представниках кожної із основних груп водного біоценозу.

4. Нормативи в якісному і кількісному відношенні повинні бути забезпечені хіміко-аналітичною базою

Визначення еколого-рибогосподарських нормативів приводять по таким показникам:

1. **Вплив речовини на хімічний склад і процеси самоочищення водного середовища.** (на гідрохімічний режим; чисельність і активність сапрофітної мікрофлори; органолептичні показники води).

Для оцінки стану мікроорганізмів визначають:

- чисельність сапрофітів і вплив на неї досліджуваної речовини;
- дихання бактерій по БСК₅;
- аеробність середовища за концентрацією розчинного у воді кисню;
- концентрацію амонійного азоту, яка вказує на активність мікроорганізмів-амоніфікаторів;
- концентрацію азоту нітритів і нітратів, яка свідчить про активність I і II фаз процесу нітрифікації;
- рН середовища.

Досліди тривають 20-25 діб до повної мінералізації азотовмісних органічних речовин.

2. **Вплив речовини на процеси первинної продукції органічної речовини і кисню.**

Ці дослідження показують, як хімічна речовина впливає на водну рослинність. Як тест-об’єкт використовують нижчі рослини – одноклітинні водорості із родів хлорела і сценедесмус – *Chlorella vulgaris*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Scenedesmus quadricauda* і інші.

Серед вищої водної рослинності (макрофітів) за тест-об’єкти вибрані два види у коріння *Elodea canadensis*, у якої основна частина стеблини

зависає в товщі води, і ряска - *Lemna minor*, що плаває на поверхні, а у воді знаходяться лише корінці.

Контрольовані параметри вказані в таблиці. Термін спостереження за цими рослинами становить 30 діб.

3. Вплив речовини на організми зоопланктону.

За тест-об'єкти зоопланктону прийняті одноклітинна інфузорія-туфелька *Paramecium caudatum*, яка об'єднує в собі ознаки і організму і клітини і гіллястовусі рачки – *Daphnia magna* (стандартний біотест для токсикологічних досліджень) і *Ceriodaphnia affinis*, цикл розвитку якої в 2 рази коротший, ніж у дафнії.

Для експериментальних досліджень церіодафнії потребують менші об'єму розчинів, менше посуду, але дафнії мають більший розмір і зручніші для спостережень, вони, крім того не такі вимогливі до кисневого режиму середовища.

4. Вплив речовини на представників зообентосу.

Тестування проводять на молюсках, які відіграють важливу роль у кругообігу органічної речовини в водних системах. Типовим об'єктом є прудовик болотний звичайний, що мешкає в прибережних зонах стоячих або повільно текучих водойм – *Limnea stagnalis*. Інший представник – личинка комара *Chironomus dorsalis*, яка мешкає в замуленому донному ґрунті.

5. Вплив речовини на рибу на різних стадіях їх розвитку.

Випробування проводять на різних видах риби. Високочутливими до дії хімічних речовин є лососеві риби, судак, голец та інші. Середньочутливими – гольян, лящ, окунь; слабочутливими – карп, карась та інші.

6. **Оцінка генотоксичності речовини** – передбачає облік генних мутацій і інші тести на ядерному і генному рівнях.

7. **Хімічна стійкість і стабільність токсичності речовини** в водних розчинах визначають хімічними методами і за допомогою біотестування. При необхідності до загальноприйнятих біотестів додають

випробування на чутливих, характерних для місцевої водойми гідро-біонтах.

Таблиця 10

Показники, що контролюються в процесі експериментального визначення еколого-рибогосподарських нормативів

Тест-об'єкт		Тест-параметри	
		Основні	Допоміжні
1	2	3	4
Організми-редуценти	Бактеріальна мікрофлора	Чисельність клітин, дихання бактерій (по БСК); концентрація O_2 ; NH_3 ; NO_2^- ; NO_3^-	
Організми-продуценти	Водорості	Загальна чисельність клітин, рН середовища концентрація O_2 ; співвідношення живих і мертвих клітин	Загальна біомаса, вміст пігментів, визначення інтенсивності фотосинтезу
	Макрофіти	Виживаємість, ріст стеблини, відростків, коренів	Інтенсивність фотосинтезу
Зоопланктон	Інфузорії	Виживаємість, розмноження	Поведінка
	Ракоподібні	Виживаємість, плодючість, чисельність і віковий склад модельних популяцій	Морфологічні зміни
Зообентос	Молюски	Виживаємість, плодючість, харчування, маса	Поведінка, морфологічні зміни, виділення слизу, споживання O_2
	Хірономіди	Виживаємість на різних стадіях розвитку і терміни їх проходження, морфологічні аномалії, плодючість	Поведінка, вага і загальний стан личинок і імаго
Риби	Ембріогенез	Виживаємість ембріонів, виклів передличинок і їх стан	Аномалії розвитку, біохімічні відхилення
	Дорослі	Виживаємість, маса тіла, анатомічні і клінічні зміни, харчування, частота дихання, органолептичні характеристики м'яса, матеріальна і функціональна кумуляція	Поведінка, біохімічні зміни

На основі обробки результатів для кожного із тест-параметрів відносно певного організму встановлюються максимально допустимі концентрації для конкретних тест-параметрів і тест-об'єкта в цілому.

Максимально допустима концентрація для найбільш чутливого тест-об'єкту може розглядатися в якості ГДК для досліджуваної речовини. У випадку, коли такою речовиною виступають пестициди, до МДК зменшується на коефіцієнт запасу.

При значенні ГДК речовини 0,00001 мг/л і менше, поступання її в водойму неприпустимо. Така речовина не рекомендується для впровадження у виробництво і в господарське використання.

На практиці у водойми часто попадають суміші речовин. На всю суміш постійного складу встановлюється така величина нормативу (ГДК, ОБРД), при якій не перевищуються нормативи ні на один із компонентів суміші.

Розрізняють 4 класи небезпечності речовин, що забруднюють водойми і є токсичними для гідробіонтів. Четвертий клас запропоновано поділити на два підкласи.

Таблиця 11

**Характеристика речовини, що відносяться до різних класів
небезпечності для водних екосистем**

Клас речовини	ГДК (мг/л)	Стабільність (t_{95}) (добы)	Матеріальна кумуляція (k_{cum})
1. Надзвичайно небезпечні	< 0,00001	> 180	> 200
2. Високонебезпечні	0,0001- 0,00001	61 – 180	51 – 200
3. Небезпечні	0,01 – 0,0001	< 60	1,1 – 50
4. Помірно небезпечні (екологічний)	> 0,01	< 10	–
	> 0,01	–	–

До екологічного підкласу включають органіку сапробного типу (тваринні і рослинні рештки), природні солі, біогенні елементи.

Таким чином, встановлення ГДК для речовин, що забруднюють водойми рибогосподарського призначення є комплексним складним дослідженням із застосуванням біотестування, мікробіологічних і фізіолого-біохімічних методів. Як правило, рибогосподарські ГДК на 1 – 2 порядки жорсткіші від гігієнічних ГДК і тому приймаються за основу при встановленні допустимих нормативів на скид стічних вод (ГДС) для кожного окремого підприємства, а також при попередній оцінці небезпеки різних речовин, які рекомендуються для широкого народного господарського використання і можуть надходити у водні об'єкти.

Завдання для самостійної роботи:

- 1) Які ознаки шкідливості встановлюються при нормуванні якості води водоймищ?
- 2) Якими є особливості при встановленні ГДК речовин у водоймищах рибогосподарського призначення?
- 3) Які організми-біотести задіяні в дослідках по встановленню ГДК для шкідливих речовин у воді водойми рибогосподарського призначення?
- 4) Що розглядається в якості ГДК для дослідження речовини у воді рибогосподарських водойм?

Тема 7 Нормування вмісту антропогенних забруднень
(2 год.) **в продуктах харчування**

Мета заняття: розглянути основні шляхи надходження токсикантів у ґрунт та продукти харчування; розглянути класифікацію відходів за токсичністю та небезпечністю; навчитися визначати сумарний індекс токсичності; ознайомитись з алгоритмом визначення токсичності промислових відходів; охарактеризувати ознаки шкідливості, за якими визначають ГДК шкідливих речовин у ґрунтах; визначити перелік найбільш небезпечних токсикантів, що контролюються в продуктах харчування.

План семінару:

- Основні шляхи надходження токсикантів у ґрунт та продукти харчування.
- Класифікація відходів за токсичністю та небезпечністю.
- Нормування вмісту токсичних речовин в продуктах харчування.
- Ознаки шкідливості, за якими визначають ГДК шкідливих речовин у ґрунтах.

Загальні теоретичні відомості

Велику небезпеку для довкілля становлять відходи. Відходи класифікують за різними ознаками. Так, за фазовим станом відходи бувають рідкі, тверді, газоподібні; за походженням – побутові, промислові, сільськогосподарські, будівельні. Відходи також розрізняють за тонажністю, за вартістю і іншими ознаками.

За токсичністю відходи поділяють на чотири класи. Перший клас токсичності посідають надзвичайно небезпечні відходи. Ці відходи зберігають у герметично закритих металевих контейнерах.

До другого класу токсичності належать високо небезпечні відходи, зберігання яких здійснюють в поліетіленових мішках.

Третій і четвертий клас токсичності – це відповідно помірно небезпечні і малонебезпечні відходи. Відходи третього класу токсичності дозволяється зберігати в паперових мішках, а малонебезпечні – зберігають на майданчиках у вигляді конусоподібних куп.

Промислові відходи поділяють на чотири класи небезпеки :

I клас – складають надзвичайно небезпечні відходи. До їх складу входять: **As; Cd; Hg; Se; Zn; Pb; F; бенз(а)пірен.**

II клас – високонебезпечні відходи – містять: **B; Co; Mo; Ni; Cu; Sb; Cr.**

III клас – помірно небезпечні, що містять **Ba; V; W; Mn; Sr; ацетофенон.**

IV клас – малонебезпечні відходи.

По даним американського агентства по охороні навколишнього середовища токсичними називають відходи, якщо вони містять забруднюючі речовини в концентраціях, які перевищують такі значення (мг/л):

As - 0.5	Hg – 0.02
Ba – 10.0	Se – 0.1
Cd – 0.1	Ag – 0.5
Cr – 0.5	Едрин – 0,002
Pb – 0.5	Ліндан – 0,04
	Метоксихлор – 1,0
	Токсафен – 0,02

До токсичних відносять також відходи, до складу яких входять хлоровані вуглеводні, мастила, нафта і нафтопродукти, лакофарбні покриття, емульсійні барвники, ціаніди, розчини кислот, стічні води електролітичного виробництва.

Тверді побутові відходи (ТПВ) підлягають або спалюванню, або вивозу на спеціально відведенні території – полігони. До складу ТПВ входять папір, старі газети і журнали, скло, скляні пляшки, металевий брухт, пластичні матеріали, поліетиленові пляшки, текстиль, шкіра, гума і т.п.

Часто до складу побутових відходів попадають токсичні речовини. Невпинно зростає кількість несанкціонованих звалищ ТПВ, які стають потужним джерелом забруднення ґрунту, вод і повітря.

Допускається спільне складування промислових відходів 3 і 4 класу токсичності з твердими побутовими відходами, якщо токсичність суміші не перевищує токсичність твердих побутових відходів.

Токсичність промислових відходів визначається за нормативними показниками (ГДК ґрунту або ГДК для води водойми, ГДК для атмосферного повітря і повітря робочої зони) і за токсикологічними показниками (DL_{50}).

Нижче наведено приклади встановлення класу токсичності відходів :

1) За показником ГДК ґрунту :

Спочатку визначають показник – індекс токсичності – K_i

$$K_i = \frac{ГДК_i}{(S + C_v)i}; \quad \text{де}$$

$ГДК_i$ - це ГДК для ґрунту токсичної речовини, що міститься у відході.

S – коефіцієнт розчинності токсичної речовини у воді.

C_v – вміст токсичної речовини в загальній масі відходу (т/т)

i - порядковий номер компоненту

Значення індексу токсичності (K_i) визначають до першого знаку після коми.

K_i розраховують для 1–3 ведучих компонентів відходів, які мають мінімальні значення $K_1 < K_2 < K_3$, при дотриманні умови $2K_1 \geq K_3$.

Проводять визначення сумарного індексу токсичності K_Σ :

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i, \quad \text{де } n \leq 3$$

За показником K_{Σ} визначають клас токсичності відходів.

2) Подібним чином, якщо відсутній затверджений норматив ГДК для ґрунту, встановлюють клас токсичності відходів по середньо смертельній дозі токсиканту – DL_{50} .

В такому випадку індекс токсичності розраховують по формулі :

$$K_i = \frac{\lg(DL_{50})}{(S + 0,1F + C_{\epsilon})_i}; \quad \text{де}$$

F – коефіцієнт летючості речовини;

S і C_{ϵ} – показники, як і у першому випадку;

Розрахунок K_i проводять для 1 –3 ведучих компонентів, якщо $K_1 < K_2 < K_3$ і $2K_1 \leq K_3$

Далі за вищенаведеною формулою визначають сумарний індекс токсичності, на основі якого будуть встановлювати клас токсичності відходів.

Таблиця 12

Визначення класу токсичності та спеня небезпечності відходів

<i>K_a за показником ГДК ґрунту</i>	<i>K_a за показником DL_{50}</i>	<i>Клас токсичності</i>	<i>Ступінь небезпечності відходів</i>
< 2	< 1.3	I	Надзвичайно небезпечні
2 – 16	1.3 – 3.3	II	Високо небезпечні
16.1 – 30.0	3.4 – 10.0	III	Помірно небезпечні
> 30.0	> 10.0	IV	Мало небезпечні

Ґрунт є середовищем звідки токсичні речовини можуть мігрувати в рослини. Сільськогосподарські рослини або безпосередньо споживаються людьми і тваринами, або виступають сировиною для виготовлення

численних продуктів харчування. Присутність токсикантів у продуктах харчування в кількостях, у 2 –3 рази перевищуючих фонові, небажане, а перевищуючих ГДК – неприпустиме.

Вісім токсикантів (*Hg; Cd; Pb; As; Cu; Sr; Zn; Fe*) об'єднана комісія ФАО та ВООЗ включила в число тих компонентів, вміст яких контролюється при міжнародній торгівлі продуктами харчування.

Важкі метали кумулюються в рослинах переходячи туди з техногенно-забруднених ґрунтів і вод. Не менш небезпечними забруднювачами рослинної продукції є пестициди – хімічні засоби захисту рослин, що навмисне вносяться в середовище для знищення комах, бур'янів, бактерій, вірусів, спор грибів, які завдають збитків рослинництву. По трофічним ланцюгам пестициди попадають в м'ясо і молоко тварин, постійно циркулюють в навколишньому середовищі. Абсолютна більшість пестицидів є стійкими органічними забруднювачами довкілля, оцінюванню їх реальної небезпечності надається велике значення.

Крім важких металів і пестицидів нормуванню в продуктах харчування підлягають харчові домішки, які додаються при технологічній обробці продуктів. До них належать – консерванти, стабілізатори, барвники, антиокислювачі, ароматизатори, емульгатори, тощо.

Особливістю нормування вмісту шкідливих речовин в харчових продуктах є те, що ГДК встановлюється із урахуванням допустимої добової дози (ДДД), або допустимого добового надходження (ДДН – аналог ADI – *acceptable daily intake*)

Добова допустима доза – це та максимальна кількість речовини (мг/кг) щоденне пероральне поступання якої на протязі всього життя людини не впливає неблагоприємно на її життєдіяльність, здоров'я і здоров'я майбутніх поколінь.

При нормуванні шкідливих речовин використовують специфічні показники шкідливості (ПШ) :

1. Органолептичний ПШ – показує вплив шкідливої речовини на зовнішній вигляд продукту, його запах і присмак. Продукт оцінюють позитивно, якщо середня інтенсивність стороннього запаху або присмаку не перевищує 1 бала.

2. Загальногігієнічний ПШ – показує можливий вплив шкідливих речовин на біологічну цінність продукта харчування. Біологічну цінність продукта обумовлюють білки, вітаміни, амінокислоти, макро- і мікроелементи, тобто пластичні і катаболічні сполуки, що забезпечують в макроорганізмі фізіологічну адекватність обміну речовин. Ці показники наведені в довідниках з хімічного складу харчових продуктів.

3. Технологічний ПШ – суттєвий для речовин – харчових домішок. Це така концентрація харчової домішки, яка забезпечує необхідний технологічний ефект, але не викликає неблагоприємної дії на організм тварини в токсикологічних дослідках.

4. Токсикологічний ПШ – встановлення його є головним етапом всього дослідження. В експериментах на тваринах, з'ясовують показники DL_{100} ; DL_{50} ; DL_{66} ; DL_{84} ; DL_0 ; Li_{Mac} ; Z_{ac} – в гострих дослідках і Z_{ch} ; K_{cum} ; Li_{Mch} – в хронічних дослідках ;

Результати токсикологічних експериментів дають змогу встановити ДДД.

$$ДДД = \frac{Li_{Mch}}{K_{запасу}};$$

Рекомендовано використання інтегрального коефіцієнту запасу, який дорівнює 100.

У випадках, коли $Li_{Mch} = 1 - 5$ і речовина не кумулюється K_3 можна зменшити до 50. Якщо $Li_{Mch} > 5$, речовина нестійка і слабо кумулюється K_3 знижують до 30.

Особливий підхід до величини коефіцієнту запасу здійснюється у випадку нормування вмісту пестицидів. Якщо відомо, що отрутохімікат має

віддалену канцерогенну, мутагенну, ембріотоксичну дію, добре кумулюється, стійкий в довкіллі, то величина K_3 значно вища за 100. K_3 встановлюється > 5000 . Продукти з такими речовинами заборонені для дієтичного і дитячого харчування. В ряді випадків застосування певних пестицидів забороняється або обмежується і підлягає суворій регламентації.

Після визначення ДДД, розраховують ДДП (допустиме добове постування).

$$ДДП = ДДД \times \text{маса тіла};$$

(для дорослого маса тіла береться 60 кг, для дитини 30 кг)

$$ГДК(\text{мг / кг}) = \frac{ДДП}{P};$$

P – кількість продуктів в добовому раціоні, в яких міститься шкідлива речовина, кг.

Показник ГДК для продуктів харчування тотожний показнику максимально допустимого рівня (МДР). МДР використовують тільки при нормуванні пестицидів.

Завдання для самостійної роботи:

- 1) Які класи токсичності відходів Вам відомі? Якими є правила щодо їх зберігання?
- 2) Як визначають токсичність промислових відходів?
- 3) Що таке індекс токсичності та як він визначається? Сумарний індекс токсичності.
- 4) Перерахуйте найбільш небезпечні групи токсикантів, що можуть зустрічатися в продуктах харчування.
- 5) За якими ознаками шкідливості визначають ГДК шкідливих речовин у ґрунтах?

Тема 8 Принципи нормування вмісту забруднень в довкіллі (2 год.) в різних країнах світу. Екологічний ризик

Мета заняття: дати визначення поняттю екологічного ризику; пов'язати між собою поняття «ризиків» та «надзвичайних ситуацій»; визначити коло показників, через які можна визначати (характеризувати) екологічний ризик.

План семінару:

- ü Здоров'я населення як показник стану довкілля.
- ü Екологічний ризик. Етапи визначення ризику.
- ü Відмінності в нормуванні шкідливих речовин в довкіллі у різних країнах світу.
- ü Перспективи розвитку профілактичної і екологічної токсикології.
- ü Ендемічні хвороби. Захворюваність людей в біогеохімічних провінціях.
- ü Антидоти.

Загальні теоретичні відомості

Кінець XX і початок XXI століть характеризується масовим хімічним забрудненням всіх компонентів біосфери, прогресуючим збільшенням техногенних аварій, катастроф, небезпечних природних явищ. Ця ситуація породжує потужні екологічні, економічні і соціальні втрати.

Можливість розвитку небезпечних і надзвичайних подій оцінюють через показники ризику. Під *ризиками* розуміють вірогідність випадкової чи закономірної події, що приносить суб'єктивно-негативні результати.

За джерелами походження небезпеки і ризику поділяються на природні, техногенні і природно-техногенні. Реалізація ризиків призводить до надзвичайних ситуацій.

Надзвичайні ситуації – це стан, при якому в результаті негативних дій від реалізації будь-якої небезпеки на об’єкті економіки, певної території чи акваторії порушуються нормальні умови життя і діяльності людей, виникає загроза їх життю і здоров’ю, наноситься збиток майну населення, економіці і навколишньому середовищу.

Техногенні надзвичайні ситуації виникають внаслідок транспортних аварій, аварій на трубо- і нафтогонах; аварій з викидами (загрозою викидів) радіоактивних речовин, небезпечних хімічних і біологічних речовин; аварій на електроенергетичних системах, комунальних системах життєзабезпечення, на очисних спорудах; внаслідок пожеж, вибухів на штучних об’єктах різного призначення, гідродинамічних аварій.

Аварії і надзвичайні ситуації, що виникають внаслідок природних катастроф пов’язані із:

1. геофізичними явищами (землетруси, виверження вулканів);
2. геологічними явищами (зсуви, обвали і т.д.);
3. метеорологічними явищами (бурі 9 – 11 балів, урагани 12 – 15 балів, смерчі, посухи, снігові лавини та інше);
4. морськими явищами (тропічні циклони, цунамі і інше);
5. гідрологічними небезпечними явищами (повені, коливання рівня ґрунтових вод та інше);
6. природними пожежами.

Ризик характеризується різними показниками:

1. Частотою (періодичністю) небезпечних подій;
2. Великою площею (км²), охопленої дією небезпечних факторів;
3. Кількістю людей, що постраждали від надзвичайної ситуації;
4. Числом осіб з порушеними умовами життєдіяльності (наприклад, переселенців);
5. Матеріальними збитками.

$$\text{Показники ризику} \left(\frac{\text{збиток}}{\text{час}^*} \right) = \text{частота} \left(\frac{\text{події}}{\text{час}} \right) \cdot \text{середній збиток} \left(\frac{\text{збиток}}{\text{події}} \right)$$

* - за час береться рік

Таблиця 13

Частота виникнення деяких небезпечних подій (на території Росії)

Небезпечна подія	Частота, 1/рік
<i>Техногенні надзвичайні ситуації:</i>	
аварії на трубопроводах	30 – 80
великі автомобільні катастрофи	80 – 150
<i>Природні надзвичайні ситуації</i>	200 - 500
<i>Тяжка аварія ядерного реактора</i>	$10^{-5} - 10^{-6}$

Такі самі критерії покладені в основу класифікації катастроф і надзвичайних ситуацій. В таблиці 14 наведені типи катастроф по масштабу.

Таблиця 14

Характеристика та ознаки катастроф різного масштабу

Тип	Періодичність	Збитки в дол. США	Число жертв	Об'єкти катастрофи
планетарна			Загибель життя	Зіткнення планети з космічним тілом; війна із застосуванням зброї масового знищення
глобальна	30-40 років	$10^9 - 10^{10}$	$10^4 - 2 \cdot 10^6$	Ядерні, військові, ракетно-космічні
національна	10-15 років	$10^8 - 10^9$	$10^3 - 10^5$	Ядерні, хімічні військові
регіональна	1 – 5 років	$10^7 - 10^8$	$10^2 - 10^4$	Хімічні, енергетичні транспортні
місцева	1 – 6 місяців	$10^6 - 10^7$	$10^1 - 10^3$	Технічні
на окремому об'єкті	1 – 30 днів	$10^5 - 10^6$	$10^0 - 10^2$	Технічні

Розрахунком ризиків, прогнозами, упередженнями, ліквідаціями техногенних катастроф і стихійних лих займаються спеціалісти по безпеці життєдіяльності, громадянської оборони тощо.

В токсикологію також прийшло поняття екологічного ризику. Доцільність розрахунку екологічного ризику для шкідливих речовин, в першу чергу, пов'язана з тими недоліками, які несе в собі показник ГДК.

На сьогоднішній день ГДК встановлені для тисяч речовин, але активно використовуються лише ~ 200 показниками ГДК для повітря робочої зони; ~ 100 – 130 показниками ГДК для атмосферного повітря; ~ 60 ГДК для шкідливих сполук у воді водойм.

Пріоритетними забруднювачами довкілля залишаються:

- нафта і нафтопродукти;
- оксид вуглецю;
- оксиди сірки і азоту;
- вуглеводні;
- важкі метали;
- ароматичні аміни;
- пестициди.

Для всіх цих речовин вже давно встановленні ГДК, але здоров'я населення, стан екосистем в цілому, невинно погіршуються.

Недоліки регламентації в довкіллі шкідливих речовин через показники ГДК зводяться до таких:

1. Велика кількість встановлених ГДК затруднює здійснення систематичного моніторингу по всім регламентованим забруднювачам;

2. ГДК у багатьох випадках це лише приблизний показник (всі ГДК встановлювались різними дослідниками в різних лабораторіях, тому можливі похибки). Між тим, навіть невеликі помилки при обґрунтуванні ГДК ведуть до негативного впливу на здоров'я людей або економічних збитків. Так, наприклад, при нормуванні впливу відомого інсектицида ДДТ, вода, де він

міститься в слідових кількостях вважались безпечною для риб. При цьому ігнорувався факт накопичування ДДТ в біоті при просуванні ДДТ по трофічних ланцюгах – планктон – дрібна риба – велика риба – людина чи велика птахи.

В жирі птахів концентрація ДДТ була в 10 млн. разів вища за концентрацією отрутохіміката в воді, а продаж риби був заборонений. Другий приклад: у випадках заниження ГДК_{р.з.} проектується більш потужні системи вентиляції, що веде до витрат електроенергії.

3. Показник ГДК не вирішує проблеми для комбінацій забруднювачів, не враховує хімічні взаємодії між різними речовинами, випадків аддитивності і синергізму.

4. Не існує загальноприйнятих розрахунків ГДК для речовин, що є забруднювачами різних компонентів геосфери (повітря, води, ґрунту, товарних частин рослин).

5. При організації заходів, пов'язаних з охороною довкілля, важко визначити (лише за показником ГДК), на ліквідацію яких шкідливих сполук необхідно першочергово направити кошти.

6. Показник ГДК майже не несе інформації про шкідливу речовину для пересічного громадянина.

Тому в ряді країн світу поряд із нормативом ГДК почали вводити показник – «оцінка ризику».

Оцінка ризику – це дослідження спрямовані на виявленні чи прогнозуванні ймовірності несприятливого для здоров'я населення (або частини населення) результату від впливу шкідливих речовин.

Як відомо, саме здоров'я населення є комплексним показником стану довкілля. «Оцінка ризику» активно розробляється в США агентством по охороні навколишнього середовища (ЕРА). Така інформація допомагає при вирішенні питань першочерговості в прийнятті рішень по природоохоронним заходам.

Орієнтиром виступає порівняльне оцінювання ситуації в різних місцевостях і вибір тієї, де найбільш високий ризик для здоров'я громадян.

Оцінка ризику від того чи іншого забруднювача здійснюється в 4 етапи. Як приклад беремо речовину з канцерогенною дією.

1 – **«Ідентифікація шкідливого фактора»** - це аналіз літературних відомостей або проведення додаткових токсикологічних досліджень на тваринах, по впливу певної речовини на організм. Дається якісна оцінка токсичного впливу.

2 – **«Оцінка експозиції (впливу)»** - група дослідників надає інформацію про: шляхи попадання речовини в організм, в який час і яка протяжність контакту людини із забруднювачем має або може мати місце; можлива оцінка доз; оцінювання чисельності людей, які контактують із шкідливою речовиною, або можуть підлягати її дії.

3 – **«Оцінка залежності «доза-відповідь»** - на цьому етапі ведеться пошук кількісних закономірностей, які зв'язують дозу речовини, що отримує населення, з розповсюдженням тих чи інших небажаних ефектів для здоров'я.

Цей етап вважається найбільш відповідальним. Для його вирішення залучають екстраполяцію результатів, отриманих на тваринах, на популяцію людей, використовуючи різні математичні моделі, побудовані на загальній теорії канцерогенеза.

Підсумком є встановлення так званих референтних концентрацій (RfC) і референтних доз (RfD). RfC близька до нашого показника ГДК_{с.д.}

4 – **«Характеристика ризику»** - це процес оцінювання можливого поширення шкідливої дії на здоров'я людей, які знаходяться в різних умовах впливу конкретної хімічної сполуки.

Приклад такого оцінювання із публікації EPA:

- 327 на 1000000 людей, експонованих до речовини А на протязі всього життя, помруть від раку

- Речовина А є канцерогеном для пацюків і мишей. Застосування моделей для екстраполяції на низькі дози і оцінок впливу на людину дозволяє думати, що ризик для людини знаходиться в діапазоні від 100 до 1000 смертей на 1000000 людей, що підлягали впливу
- Речовина А є канцерогеном для пацюків і мишей і благорозумною політикою в області здоров'я припущення, що ця речовина також канцерогенна для людей.

Таким чином, підхід через пояснення ризику захворіти на рак, є зрозумілим для спеціалістів різних галузей і допомагає чиновникам орієнтуватись в першочерговому розподілі коштів на оздоровлення території; зняття з виробництва або недопущення до застосування певних хімічних речовин.

На теренах України знаходяться багато зон, де існує підвищений екологічний ризик для здоров'я. Там медична статистика фіксує зв'язок між смертністю і захворюваністю населення і забрудненням середовища.

Величина екологічного ризику, виражена через кількість померлих, хворих, тих що можуть захворіти або через економічні показники, має величезний соціальний і політичний смисл.

Людина повинна знати чим вона ризикує, беручи участь в тій чи іншій роботі, споживаючи певну їжу чи ліки, проживаючи в тому чи іншому місці. Цей показник повинен відображатися на заробітній платі, на рівні житлових умов, якості відпочинку і т.п.

За думкою експертів, в сучасному суспільстві екологічний ризик вже ніколи не буде дорівнювати нулю.

Знизити екологічний ризик від хімічного забруднення середовища можна за допомогою фармакологічних природних препаратів. Східна медицина знає сотні таких рецептів. До їх складу входять рослинні екстракти із елеутерокока, женьшеню, лимоннику, солодки, аралії, золотого кореня (родіоли рожевої) та інші.

Більшість таких препаратів мають 3 типи дії:

1. Антистресорну – полегшує протікання важких стресів;
2. Детоксикуючу – підвищують здатність організму трансформувати і виводити шкідливі речовини;
3. Імуностимулюючу – активують імунну систему (наприклад, синтез інтерферону).

Всі компоненти препаратів діють системно, в різних органах і тканинах організму, створюючи сумарний ефект.

Завдання для самостійної роботи:

- 1) Що таке "екологічний ризик" ?
- 2) Які недоліки у нормативу ГДК?
- 3) Як визначають екологічний ризик?
- 4) Через які показники можна визначити екологічний ризик?
- 5) Які Ви знаєте антидоти?
- 6) Що таке біогеохімічні провінції?
- 7) Ендемічні захворювання.

Тема 9 **Біологічна і соціальна природа людини. Індивід**
(2 год.) **і особистість. Соціоекологія**

Мета заняття: проаналізувати значення понять «індивид» та «особистість» та сформулювати у чому полягає їх відмінність; звернути увагу на особливості взаємовідношень мікро- та макропопуляцій людей з навколишнім середовищем (природним та соціальним); з'ясувати, в чому полягає проблема демографічної кризи, якими є її причини та можливі наслідки; визначити потенційні шляхи та можливості подолання демографічної та соціальної кризи.

План семінару:

- Взаємний вплив соціумів людей (мікро- та макропопуляції) та навколишнього середовища (природного та соціального).
- Проблема демографічного вибуху у XX столітті та можливі демографічні сценарії розвитку людства в XXI ст.
- Проблеми скорочення природних екосистем, перенаселення та урбанізації.
- Проблеми планування сім'ї та здорового покоління.

Загальні теоретичні відомості

Серед живих організмів найбільший вплив на довкілля має людина. Людина – це біосоціальна істота. За походженням люди відносяться до царства тварин, з іншого боку – це суспільні істоти і саме соціум формує такі відмінні від тварин, риси людей, як працелюбність, моральність, світоглядні погляди, культуру, гуманізм, тощо. Дуже складні взаємовідносини склалися між людиною і природою. Час, коли люди розглядали природу як джерело корисностей давно минув. І сьогодні збереження природи, джерел

водопостачання, ґрунтів, чистого повітря, рослинного і тваринного світу, створення на всій планеті здорового, екологічно чистого, безпечного і соціально комфортного середовища є головними задачами людської спільноти.

Людина — родове поняття, що вказує на причетність істоти до вищого ступеня розвитку живої природи — людського роду; специфічна, унікальна єдність біологічного і соціального; система, в якій фізичне і психічне, природне й соціальне становлять нерозривну єдність.

Як істота біологічна, людина підпорядкована біологічним і фізіологічним законам, як істота соціальна — є частиною соціуму і продуктом суспільного розвитку.

Якщо поняття "людина" містить у собі всі людські якості незалежно від її наявності у конкретної людини, то поняття "індивід" характеризує конкретну людину, включає притаманні їй психологічні й біологічні властивості.

Індивід (лат. individuum — неподільне) — окрема людина, особа в групі або суспільстві, окремий представник людської спільноти.

Сутність індивіда визначає не тілесна окремість, а сукупність духовно-психологічних рис, які становлять його самобутність.

З метою цілісної характеристики окремої людини, її оригінальності, самобутності використовують поняття "індивідуальність", яке виникло ще в античній філософії (Левкіпп, Демокріт), і по-різному тлумачиться різними галузями гуманітарного знання.

Індивідуальність — сукупність своєрідних психологічних особливостей і властивостей людини, що характеризує людську неповторність і виявляється у рисах характеру, специфіці інтересів, якостей, здібностей, які відрізняють одну людину від іншої.

Індивідуальність формує ті важливі характеристики людини, котрі забезпечують властивий лише їй стиль взаємозв'язків з навколишнім світом.

Передумовою формування її є задатки. Індивідуальність є неодмінною і найважливішою ознакою особистості.

Особистість — людина, соціальний індивід, що поєднує в собі риси загальнолюдського, суспільнозначущого та індивідуально неповторного.

Особистість — найголовніше в людині, найважливіша її соціальна ознака. Вона представлена соціально зумовленими, психологічними характеристиками, які виявляються у суспільних зв'язках, відносинах, є стійкими, визначають поведінку людини, що має суттєве значення як для самої особи, так і для її оточення. Якщо людина є носієм найрізноманітніших властивостей, то особистість — основна властивість, у якій виявляється її суспільна сутність. Особистість виражає належність людини до певного суспільства, певної історичної епохи, культури, науки тощо.

Людина — це складна система, у якій фізичне і психічне, генетично зумовлене і набуте, природне і соціальне утворюють нерозривну єдність. Саме в громадському житті, в системі суспільних відносин, набуваючи соціальних якостей для самостійної діяльності й активності, для самопізнання і самоствердження в реальній дійсності вона стає особистістю.

Об'єктивною умовою формування особистісних властивостей, якостей, рис характеру людини є система суспільних відносин (економічних, політичних, моральних та ін.), до якої вона належить. Становлення її неможливе поза суспільними відносинами, взаємодією, спілкуванням і діяльністю, активний суб'єкт яких — особистість. Конкретний розгляд особистості, її життєвого шляху, руху в системі суспільних відносин дає змогу розкрити засади, на яких формуються особистісні властивості.

Сутнісні риси людини не є сталою данністю при народженні. Вони набуваються людиною у процесі її життєдіяльності, через взаємозв'язок із зовнішнім предметним світом. Природний організм людини є активним чинником формування її сутнісних рис і властивостей. Біологічне в людині — людський організм з його структурами і функціями, специфічною для

людини нейрофізіологічною організацією і властивою їй вищою нервовою діяльністю.

Біологічне є найвищим рівнем природного, який інтегрує в собі фізичне і хімічне, найзначущіша його частина. Це сукупність загальних суттєвих ознак і властивостей людей як виду. Особливостями людського організму є: пряма хода на двох ногах, розмаїття функцій рук, бінокулярний (стереоскопічний) зір, великий мозок (наявність глибоких звивин на мозку істотно визначає розумові здібності людини). Біологічні особливості людини передаються від покоління до покоління, записані в генетичній програмі, яку репрезентують молекули ДНК. Генетична програма розвитку організму забезпечує видову визначеність людини; расову належність; впливає на тип вищої нервової діяльності та численні індивідуальні особливості морфологічного характеру (ріст, колір волосся, форму обличчя, силу голосу, тривалість життя тощо).

Біологічно обумовлені не лише видова визначеність чи стійкі варіації виду, наприклад, раси, а й такі періоди індивідуального життя, як дитинство, зрілий вік, старість. Біологічно визначаються й певні підструктури особи, зокрема темперамент, окремі риси характеру, статеві та вікові властивості психіки, природні здібності (пам'ять, художня творчість, обдарованість у музиці, математиці тощо). Таким чином, людина, ставши істотою соціальною, не позбулася біологічної індивідуальності.

Хоч які були б соціальні умови, і вони не можуть усунути генетичної різноякісності людей згідно з хромосомною теорією спадковості. Натомість вроджені анатомо-фізіологічні особливості людини зумовлюють її здатність до засвоєння певних соціальних програм, до трудової діяльності та мовлення, особливо гнучкість, неспеціалізованість спадкової програми поведінки, яка робить людину слабшою порівняно з тваринами і одночасно дає їй величезні переваги. Отже, якість людини, її здібності у загальному вимірі є результатом поєднання трьох факторів: біологічного (здатків), соціального (соціальне

середовище і виховання) і психічного (внутрішнє «Я» людини, її воля тощо). Тобто людина підпорядкована як законам живої природи, так і суспільним законам, законам власної цілісності.

Людина не існує поза суспільством, але її немає і без особливого роду природних якостей. Біологічне і соціальне в людині нерозривно пов'язані. Біологічне в людині здійснюється і задовольняється в соціальній формі. Природно-біологічний бік існування людини опосередковується й «олюднюється» соціокультурними чинниками. Це стосується і задоволення таких суто біологічних потреб, як продовження роду, харчування тощо. Та за будь-яких обставин новонароджена людина стає людиною тільки за умови своєчасного проходження певного періоду соціалізації. Якою вона буде – доброю чи злою, байдужою чи співчутливою, щедрою чи жадібною – залежить від якості соціального середовища. Отже, людина є цілісністю, якій внутрішньо притаманні діяльність і варіативність (унікальність) як наслідок поєднання взаємодії її соціальності та природності.

Як суб'єкт людина прагне насамперед мисли ти й діяти. Поза діяльністю соціального не існує. Завдяки діяльності людина поборолла вихідну, початкову тотожність з природою й піднялась над нею, набувши надприродного статусу і форми свого буття. Отже, діяльність є джерелом формування соціальності. Майже в кожній філософській системі соціальність пов'язується саме з діяльністю, яка розглядається як засіб, умова, рушійна сила й основне джерело формування соціальності. Соціальне живе лише в діяльності й завдяки їй.

Діяльністю людина перетворює природу і створює свій особливий світ – культуру. Таким чином, діяльність є засобом формування соціального та культурного середовища життя людини. Вона виконує соціокультурну творчу функцію, творить соціум як культуру.

Характеризуючи діяльність як засіб існування соціального, вчені підкреслюють таку її особливість, як інституціональність. Інститут (від лат.

institutum – устрій, становлення) це система, що забезпечує відносну стабільність зв'язків і відносин між людьми в рамках соціальної організації суспільства. В економічній сфері суспільної діяльності є такі інститути, як розподіл праці, власність, заробітна плата та ін.; в політичній – держава, армія, партія і т. ін.; в духовній – мораль, право, мистецтво, наука, релігія тощо. Існують також такі інститути, як сім'я, виховання, екологічна культура.

Функції цих інститутів досить своєрідні: вони заохочують діяльність осіб, що входять до них, і приймають як свої їхні домінантні норми. Інститути регулюють поведінку та діяльність, що суперечать цим нормам, контролюють та упорядковують їх згідно із своїми принципами. Розгалужена система інституціональності притаманна лише людству. Тваринний світ не має подібної системи. Інституціональність діяльності – характерна риса соціальності людського життя. Вивчення його з цього боку – надзвичайно складне й актуальне завдання.

Розгляд діяльності з боку інституціональності людського спілкування дає змогу говорити про суспільство як систему різноманітних та розгалужених стосунків між людьми – систему суспільних відносин.

Вони виникають між людьми в процесі їхньої діяльності та спілкування, закріплюються (й охороняються) певними соціальними інститутами, постають як своєрідні магістралі (нормативні системи), у відповідності з якими здійснюються діяльність і стосунки людей між собою.

Суспільство (соціум) можна визначити як найзагальнішу систему зв'язків і відносин між людьми, що складається в процесі їхньої життєдіяльності. Суспільство, як система взаємодії людей, відзначається певними внутрішніми суперечностями – між природою і суспільством, між різними соціальними спільнотами, між суспільством і особистістю.

Структура і функції суспільства

Суспільство як система взаємозв'язків і взаємодій індивідів має певну структуру. Структура суспільства має два аспекти. По-перше, це те, що має назву "соціальної структури суспільства", тобто сукупність "мікросоціумів" – соціальних груп, спільнот, які є суб'єктами суспільного життя. По-друге, це є система основних сфер життєдіяльності суспільства (матеріально-економічна, соціально-політична і духовно-культурна) і відповідних до них суспільних відносин (економічних, політичних, правових, моральних, релігійних тощо).

Суб'єктами суспільного життя є самі люди, саме вони творять історію. Творцями соціального процесу вони є разом з іншими людьми, у взаємозв'язку з ними. Кожна людина включена в певну соціальну спільноту чи групу (або в декілька соціальних груп). Тому суб'єктами історичного процесу є не тільки індивіди, але й соціальні спільноти, що формуються на засадах єдності історичної долі, обставин життя, інтересів та цілей індивідуального та суспільного розвитку. Сукупність різноманітних соціальних спільнот, зв'язків між ними складають соціальну структуру суспільства.

Серед факторів, що обумовлюють формування соціальних спільнот та груп, є і природні (ознаки статі, віку, раси), і соціальні (професійні, культурні та інші ознаки). Так, можна виділити соціально-територіальні спільноти (мешканці міста і мешканці села), соціально-демографічні (чоловіки, жінки, діти, молодь, пенсіонери), соціально-етнічні (сім'я, рід, плем'я, народність, нація, етнос).

Суспільство, як єдність соціального і індивідуального, спрямоване, по-перше, на забезпечення умов для збереження і розвитку самого соціуму і, по-друге, на забезпечення умов для реалізації і розвитку здібностей індивідів, для задоволення ними своїх потреб. Основні сфери людської життєдіяльності обумовлюють основні функції суспільства: забезпечення і відтворення матеріально-економічних умов життя (зростання добробуту, матеріального достатку); регулювання і організацію суспільних відносин (соціально-політичні,

етичні гарантії виживання людства, упорядкування і нормалізації політичних, правових, моральних відносин); духовно-культурний розвиток людей.

Основні чинники суспільного розвитку та їх взаємозв'язок

У сучасному світі існують різноманітні форми суспільства, що суттєво відрізняються одне від одного за багатьма параметрами. Так само і в історії людства можна помітити, що суспільство пройшло в своєму розвитку різні етапи.

Потребам більш досконалого осмислення сучасного суспільства відповідає цивілізаційний підхід, що утверджується в сучасній науці. В його основі лежить факт перетворення історії людства в глобальну, загальнолюдську історію. Раніше вона була історією окремих народів, племен, країн, регіонів, культур. Створення планетарної цивілізації – складний і досить суперечливий процес. Не випадково, що все частіше йдеться про цивілізаційну кризу сучасності. Вже став традиційним та загальноприйнятим поділ історії на період *традиційної* (аграрної), *техногенної* (індустріальної) цивілізації і нової, яка лише формується, але деякі ознаки якої дають підставу називати її *постіндустріальною* (інформаційною).

Глобальні проблеми суспільного розвитку людства

Сучасна цивілізація знаходиться в критичному періоді свого розвитку. Становлення глобальної цивілізації стикається з протиріччями, що обумовлені внутрішніми суперечностями техногенної цивілізації, нерівномірністю економічного, технічного, політичного, культурного розвитку людства. Основні чинники техногенної цивілізації – неухильне економічне зростання, науково-технічний прогрес – виявили свої негативні наслідки. Наприкінці XX століття загострилися проблеми, які набули загальнопланетарного значення і котрі загрожують самому існуванню людства, – так звані глобальні проблеми.

Наприклад – проблема виживання людства в умовах розвитку принципово нового типу військової техніки і нагромадження зброї масового знищення. Сучасна науково-технічна революція призвела до небаченого

стрибку у розвитку засобів руйнування і військової справи, в результаті якого людина стала фізично здатна знищити все живе на нашій планеті. Вже накопичених арсеналів, як вважають вчені, достатньо для того, щоб знищити 58 мільярдів людей, або в 8 разів більше, ніж живе людей на Землі.

Крім військової загрози, дуже важливою є проблема глобальної екологічної кризи і пов'язані з нею сировинні, енергетичні, економічні проблеми. Постійна хімізація життя людей в наш час є достатнім приводом для хвилювання. З продуктами харчування, медикаментами, забрудненим повітрям різноманітні речовини, шкідливі для людини, потрапляють в її організм. Це не тільки погано впливає на стан здоров'я людей, але й дуже негативно діє на фізичну повноцінність майбутніх поколінь.

Важливими глобальними проблемами також є – загроза демографічної кризи, проблема збереження особистості як біосоціальної істоти в умовах деформуючого впливу техногенної цивілізації та її масової культури, зростаючих процесів відчуження (накопичення шкідливих мутацій, інформаційні перевантаження, стреси, наркоманія, маніпуляція свідомістю тощо).

Гострота глобальних проблем залежить не лише від того, що непередбачені екологічні та соціально-економічні наслідки глибоко впливають на всі боки життя сучасної людини. Істотним є й те, що ці проблеми настільки взаємопов'язані, що практично неможливо добитися успіху у вирішенні однієї з них, ігноруючи або приділяючи недостатню увагу іншим. Крім того, однобічний підхід до вирішення глобальних проблем може призвести до тяжких наслідків, які негативно позначаються на перспективах розвитку усього людства.

Характерною рисою глобальних проблем є їх динамізм. Можливим є як збільшення кількості глобальних проблем з часом, так і їх зменшення.

Вирішення глобальних проблем можливе лише зусиллями світового співтовариства. Навіть найбільш могутня держава не в змозі вирішити

самостійно загальнолюдські проблеми. Для їх подолання потрібно спільне використання економічних, інтелектуальних, науково-технічних і культурних ресурсів всього людства. Необхідні також політична воля урядів і народів різних країн, широке розповсюдження у світі нового політичного мислення. На теперішній час різні країни по-різному ставляться до вирішення глобальних проблем: одні ігнорують ці проблеми, інші витрачають великі кошти на їх подолання.

Дослідити шляхи подальшого розвитку людства, осмислити ознаки і риси нової цивілізації, яка ще знаходиться в процесі формування, – це основне завдання соціального передбачення і прогнозування. "Прогноз" в сучасному значенні слова – це не просто передбачення, а особливий вид його, який суттєво відрізняється від усіх інших видів високим ступенем обґрунтованості, об'єктивності. Прогнозування є процесом отримання знань про майбутнє на ґрунті спеціальних наукових методів. Соціальне прогнозування проводиться, як правило, на основі міждисциплінарних досліджень, в процесі інтеграції гуманітарного, технічного знання і природознавства. До основних методів соціального прогнозування належать методи екстраполяції, метод історичної аналогії, комп'ютерного моделювання, метод побудови сценарію майбутнього і методи експертних оцінок. За своїми видами соціальні прогнози бувають пошуковими, нормативними, аналітичними і застерігаючими.

Щодо соціального передбачення, створення моделей майбутньої цивілізації, то особливо активно ця проблема починає розроблятися починаючи з 60-х років нашого століття. Численні моделі нової цивілізації породжують і численні її назви – постіндустріальне суспільство, суспільство третьої хвилі, технотронне, споживацьке, трансформаційне тощо. Останнім часом все частіше використовується термін "інформаційна цивілізація". Незважаючи на те, що залишаються ще технократичні сподівання на

вирішальне значення техніки і науки, пріоритетними стають інші варіанти розвитку майбутнього суспільства. Які ж контури нової цивілізації ?

По-перше, очевидним стає принципово інший тип детермінації нової цивілізації. Це будуть вже не соціально-економічні і техніко-технологічні чинники, а фактори людської самодетермінації – свідомості, вільного вибору, соціально-культурних пріоритетів.

По-друге, така цивілізація буде ґрунтуватися на іншій, ніж техногенна, системі культурних цінностей: на етиці ненасильства, на відмові від культу сили і панування, на толерантному ставленні до різних культурних традицій, на принципово інших засадах відношення до природи. Зростаюча цілісність і єдність людства буде супроводжуватися зростанням багатоваріантності і різноманітності культурного розвитку.

По-третє, нове суспільство буде засноване на розвитку нового типу соціальних зв'язків людей. Суспільство розрізнених, «атомізованих» індивідів зміниться на суспільство вільних соціальних спільнот, де людина стане будувати свої зв'язки, виходячи з міркувань вільного вибору, орієнтуючись на власні смаки і потреби.

По-четверте, технологічною основою майбутньої цивілізації будуть принципово нові процеси і об'єкти, які набули назви "синергетичних", тобто таких, що здатні до саморозвитку (комп'ютерні системи, біотехнологічні комплекси).

Попри всі соціальні прогнози, теоретичні доводи, емпіричні прояви цих тенденцій, чи реалізуються вони – це питання, на яке може відповісти лише історія.

Висновок

Базуючись на наведених фактах, можна зробити наступні висновки та узагальнення. В розумінні поняття "суспільство" потрібно виділяти два аспекти, два виміри – індивідуальний і соціальний. По-перше, суспільство – це самі люди в їх суспільних відносинах. Всі суспільні явища є врешті-решт результатом дій індивідів, їхніх цілей, бажань, думок, вільного вибору. Причому діють ці індивіди не відокремлено один від одного, тому

суспільство є не просто сукупністю індивідів, а відкритою системою їх спілкування, взаємозв'язків і взаємодій. По-друге, суспільство є такою системою, що здатна до саморегуляції. Процес упорядкування та організації суспільних відносин породжує відносно самостійні і незалежні від індивідів форми суспільної інтеграції і регулювання відносин між індивідами, між соціальними спільнотами, між людиною і природою (виникає система норм і правил, прав і обов'язків, заборон і дозволів).

Саме така суперечлива особливість суспільної реальності – бути продуктом взаємодії індивідів, відбитком їх суб'єктивності (цілей, інтересів, бажань) і разом з тим незалежним від них надіндивидним, об'єктивним утворенням – обумовлює специфіку соціальної закономірності (соціальної детермінації), що якісно відрізняється від закономірностей природи. Суспільне буття та історія людства, оточуючий нас предметний світ складаються з зусиль конкретних індивідів, є результатом їх діяльності, продуктом конкретно-історичної форми відношення людей до природи. Проте саме цей результат стає об'єктивною умовою людського існування. Незважаючи на те, що люди самі творять свою історію і суспільне життя, форма "включення" їх в суспільно-історичний процес обумовлена не тільки ступенем освоєння ними культурної спадщини, не тільки їх суб'єктивними прагненнями, свободою вибору, але й об'єктивними умовами матеріального виробництва, досягнутим рівнем суспільного розвитку, в тому числі – рівнем суспільної свідомості. Отже, те, що має назву "соціальної детермінації", є фактором залежності людей від продуктів та результатів їх власної діяльності. Із сукупної діяльності індивідів розвиваються нові об'єктивні історичні обставини, які, в свою чергу, визначають наступний розвиток людей. Тим самим, не існує закономірних тенденцій історії без діяльності людей. Люди знаходяться в залежності від об'єктивних умов і обставин життя, але разом з тим створюють і змінюють ці обставини.

У центрі суспільства – людина. Без неї воно не існує. Якби матеріальні цінності не нагромадили люди – будівлі, знаряддя праці тощо – все це вмирає після того, як його залишили люди. Людина – суб'єкт і головна дійова особа суспільства. Цей висновок лишається незаперечним незалежно від теоретичних побудов та ідеологічних домінант суспільного розвитку.

Отже, можна констатувати, що на сучасному етапі розвитку людство еволюціонує усе більш швидкими темпами, але ця еволюція відбувається не за рахунок прискореного розвитку окремих індивідів, а за рахунок розвитку людського суспільства, як надіндивідуальної системи. Такий розвиток має надзвичайно важливе значення, оскільки кількість людства зростає надзвичайно швидкими темпами – вже наприкінці нашого століття кількість людей може досягти 11 млрд. В подібних умовах перенаселення планети людство буде вимушене передивитися свої уявлення про природу та суспільство та в екстремальному режимі перебудовувати свою систему відносин та цінностей.

Завдання для самостійної роботи:

- 1) Чим відрізняються поняття «індивід» та «особистість»?
- 2) Які складові можна виділити в показниках здоров'я людини?
- 3) Мікропопуляція людей (сім'я) та її взаємовідношення з природним та соціальним середовищем.
- 4) Проблема демографічного вибуху.
- 5) Проблеми скорочення природних екосистем, перенаселення та урбанізації.
- 6) Проблеми планування сім'ї та здорового покоління.
- 7) Макропопуляція людей (суспільні структури) та їх взаємовідношення з навколишнім середовищем (природним та соціальним).

Методика проведення розрахунків при токсикологічному та санітарному аналізі води

Задача № 1

Розрахуйте та проаналізуйте, чи перевищено поріг шкідливої дії по впливу забруднювачів на санітарний режим водойми після потрапляння туди нафтопродуктів, якщо титрування проб природної та забрудненої води розчином тіосульфату натрію при визначенні кисню методом Вінклера дало наступні результати:

	Z , об'єм розчину тіосульфату натрію, що витратили на титрування проби води		K , поправочний коефіцієнт для приведення розчин у тіосульфату натрію до точної нормальності	N , нормальність розчину тіосульфату натрію	V , об'єм проби, що взяли на титрування, мл
	до інкубації	після інкубації впродовж 5 діб			
Проба природної води до забруднення	6,1	3,9	1,125	0,01	50
Проба природної забрудненої води	5,4	1,8	—	—	—

Як називається показник, який розраховується за аналізом зміни вмісту кисню у пробі води? Про які процеси у водоймі свідчать подібні зміни?

Методичні вказівки до рішення.

Забруднення природних водойм обумовлене як процесами природного характеру так і антропогенного. Більшість забруднювачів попадає в водойми із стічними водами. При цьому поріг шкідливої дії по впливу різноманітних забруднювачів на санітарний режим водойми визначається за загально-санітарним показником шкідливості.

Загально-санітарний показник шкідливості характеризує здатність водойми до самоочищення. Для визначення екологічної небезпеки забруднення води та перспектив її очистки в природних водоймищах потрібно знати не лише загальний вміст в ній органічних речовин, а й можливість їх біологічного руйнування.

Тому за основний показник загального санітарного стану водойми прийнятий показник біохімічного споживання кисню (БСК). БСК – кількість кисню, виражена у міліграмах, яка необхідна для окислення органічних речовин, що містяться в 1 л води, за аеробних умов під впливом біологічних процесів. Використання цього показника підкреслює той факт, що в процесі самоочищення водойми від забруднюючих речовин провідна роль належить мікроорганізмам.

Сутність методу полягає в тому, що відібраний зразок води насичують киснем повітря і визначають вміст кисню відразу та після деякого терміну інкубування. Зменшення вмісту кисню у кисневих склянках через 5 діб (БСК₅) зумовлене, головним чином, біохімічними процесами, що відбуваються в аеробних умовах і призводять до розпаду (мінералізації) органічних забрудників води.

Якщо процесам самоочищення заважають забруднюючі речовини, це негативно відображається на санітарному режимі водойми.

За характером впливу на процес БСК речовини, що потрапляють в природну водойму, можуть бути поділені на 3 групи:

- 1 – ті, що не впливають на БСК;
- 2 – ті, що пригнічують БСК;
- 3 – ті, що підвищують рівень БСК.

Наявність у воді забруднюючих речовин 3-ої групи, на окиснення яких додатково витрачається кисень, може, при певних концентраціях цих сполук призвести до дефіциту кисню у воді і створенню анаеробних умов. У водоймах можуть розвинути гнилісні процеси, утворюватись плівки на поверхні води, змінитися зовнішній вигляд водойми, виділятися пухирці газів тощо.

Речовини 2-ої групи, що пригнічують БСК, будуть негативно впливати на розвиток водної сапрофітної мікрофлори.

За поріг шкідливої дії по впливу забруднювачів на санітарний режим водойми, приймають таку концентрацію шкідливої речовини, при якій вплив на БСК (в сторону підвищення або пригнічення) не перевищує 10-15 % відносно контролю.

Отже, для визначення факту перевищення (або не перевищення) порогу шкідливої дії нам спочатку необхідно визначити БСК у природній воді до її забруднення чужорідною речовиною та після нього:

Розрахунок значення БСК природної води проводиться за формулою:

$$БСК_{np.} = A - B, \quad (1)$$

де A – концентрація розчиненого кисню у природній воді до інкубації, $мг/л$;
 B – концентрація розчиненого кисню у природній воді після інкубації, $мг/л$.

Розрахунок значення БСК природної забрудненої води:

$$БСК_{забр.} = C - D, \quad (2)$$

де C – концентрація розчиненого кисню у природній забрудненій воді до інкубації, $мг/л$;
 D – концентрація розчиненого кисню у природній забрудненій воді після інкубації, $мг/л$.

Вміст розчиненого кисню (x) у методиці визначення БСК визначається за методом Вінклера та розраховується за формулою (в $мг/л$):

$$x = \frac{z \cdot K \cdot N \cdot 8 \cdot 1000}{V}, \quad (3)$$

де z – об'єм розчину тіосульфату натрію, що витратився на титрування, $мл$;
 K – поправочний коефіцієнт для приведення концентрації розчину тіосульфата до точної нормальності;
 N – нормальність розчину тіосульфату;
 V – об'єм взятої на титрування проби;
 8 – еквівалент кисню.

Підставивши до формули (3) вихідні табличні значення, отримаємо величини A , B , C та D , які необхідні нам для розрахунку БСК:

$$A = 10,98 \text{ мг/л } O_2;$$

$$B = 7,02 \text{ мг/л } O_2;$$

$$C = 9,72 \text{ мг/л } O_2;$$

$$D = 3,24 \text{ мг/л } O_2.$$

Отримані проміжні значення підставляємо у формули (1) та (2), визначивши таким чином показник $БСК_{np.}$ та $БСК_{забр.}$:

$$БСК_{np.} = 3,96 \text{ мг/л } O_2;$$

$$БСК_{забр.} = 6,48 \text{ мг/л } O_2.$$

Прийнявши $БСК_{np.}$ за 100%, розраховуємо на скільки відсотків змінився показник БСК у водоймі після її забруднення:

$$ЗСПШ = \frac{БСК_{забр.} \cdot 100\%}{БСК_{np.}} = 163,64 \text{ \%}.$$

Отже, в результаті потрапляння до природної водойми нафтопродуктів, БСК у ній підвищилось майже на 64% порівняно з незабрудненою водою, взятою з того ж самого джерела. Оскільки зміна величини

БСК перевищує 15% можна говорити про перевищення порогу шкідливої дії по впливу даної кількості забрудника на санітарний режим водойми.

Задача № 2

Визначте величину біохімічного показника (БП) та оцініть здатність стічної води піддаватися біологічному окисненню, якщо значення ХСК для даної проби води складає 84,0 мг/л O₂, а в результаті визначення БСК_{повн.} були отримані наступні результати:

	Z, об'єм розчину тіосульфату натрію, що витратили на титрування проби води		K, поправочний коефіцієнт для приведення розчин у тіосульфату натрію до точної нормальності	N, нормальність розчину тіосульфату натрію	V, об'єм проби, що взяли на титрування, мл	Показник розведення стічної води*
	до інкубації	після інкубації				
Проба стічної води	7,8	3,6	0,985	0,01	100	?
Вода для розведення	11,2	10,1	—	—	—	—

*Необхідний для розрахунків показник розведення стічної води розрахуйте самостійно.

Методичні вказівки до рішення.

Значення біохімічного показника (БП) дуже важливе при виборі методів очистки стічних вод і проектуванні очисних споруд.

За допомогою біохімічного показника визначають здатність забрудників стічної води розкладатися за допомогою мікроорганізмів. Величину БП розраховують як відношення БСК_{повн.} до ХСК:

$$БП = \frac{БСК_{повн.}}{ХСК} \cdot 100\% . \quad (1)$$

Величина біохімічного показника може коливатися у діапазоні від 100 до 0%.

Промислові стічні води, що містять стійкі до біологічної деструкції речовини, мають низький біохімічний показник (5–30%), а побутові – значно вищий (50% і більше).

Вважається, що якщо біохімічний показник вищий за 50%, то забрудники стічної води піддаються біологічному окисненню.

Оскільки показник ХСК нам відомий, в даному випадку необхідно обчислити значення БСК_{повн.} (БСК повне), для проходження якого необхідно 20 діб.

Розрахунок значення БСК стічної води проводиться за формулою:

$$БСК = [(A - B) - (a - e)] \cdot N, \quad (2)$$

де A – концентрація розчиненого кисню у стічній воді до інкубації, мг/л;

B – концентрація розчиненого кисню у стічній воді після інкубації, мг/л;

a – концентрація розчиненого кисню у воді для розведення до інкубації, мг/л;

e – концентрація розчиненого кисню у воді для розведення після інкубації, мг/л;

N – величина розведення.

Величину розведення проби стічної води (N) можна орієнтовно розрахувати за результатами ХСК (вираженими в $мг/л$), розділивши його на чотири. Отже, в нашому випадку величина розведення проби стічної води становитиме:

$$N = \frac{XCK}{4} = \frac{84,0}{4} = 21,0. \quad (3)$$

Вміст розчиненого кисню (x) у методиці визначення БСК визначається за методом Вінклера та розраховується за формулою (в $мг/л$):

$$x = \frac{z \cdot K \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 1000}{V}, \quad (4)$$

де z – об'єм розчину тіосульфату натрію, що витратився на титрування, $мл$;
 K – поправочний коефіцієнт для приведення концентрації розчину тіосульфата до точної нормальності;
 $0,01$ – нормальність розчину тіосульфату;
 V – об'єм взятої на титрування проби;
 8 – еквівалент кисню.

Підставивши до формули (4) вихідні табличні значення, отримаємо величини A , B , a та b , які необхідні нам для розрахунку БСК:

$$A = \frac{7,8 \cdot 0,985 \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 1000}{100} = 6,15 \text{ мг/л } O_2$$

$$B = \frac{3,6 \cdot 0,985 \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 1000}{100} = 2,84 \text{ мг/л } O_2$$

$$a = \frac{11,2 \cdot 0,985 \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 1000}{100} = 8,83 \text{ мг/л } O_2$$

$$b = \frac{10,1 \cdot 0,985 \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 1000}{100} = 7,96 \text{ мг/л } O_2.$$

Отримані розрахункові значення підставляємо у формулу (2), визначивши таким чином показник БСК_{повн.}:

$$БСК_{повн.} = [(6,15 - 2,84) - (8,83 - 7,96)] \cdot 21,0 = 51,24 \text{ мг/л } O_2.$$

Тепер ми маємо усі необхідні проміжні значення, необхідні для визначення біохімічного показника, який в нашому випадку становитиме:

$$БП = \frac{51,24}{84,0} \cdot 100\% = 61,0.$$

Оскільки значення БП вище 50%, можемо зробити висновок про те, що забрудники, які знаходяться в запропонованій стічній воді будуть добре піддаватися біологічному окисненню.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Абрамов М.С.* Окружающая среда и физическое состояние населения. – М.: Наука, 1985.
2. *Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М.* Основи екології: теорія та практикум. – Київ: Лібра, 2002. – 351 с.
3. *Буштуева К.А., Случанко И.С.* Методы и критерии оценки состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды. – М., 1979.
4. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов: Метрол. аспекты: [Справочник] (в 2 т.) / Под ред. *Исаева Л.К.* – М.: ПАИМС, 1997. – 509 с.
5. *Ісасько В.М. та ін.* Екологічна біохімія. – Київ: НАУ, 2005.
6. *Микатюк О.М., Злотін О.З., Бровдій В.М.* Екологія людини. – Харків: ОВС, 2004.
7. *Кораблева А.И., Чесанов Л.Г., Шапарь А.Г.* Введение в экологическую токсикологию. – Днепропетровск: Центр экономического образования, 2001. – 308 с.
8. *Перепелиця О.П.* Екохімія та ендоекологія елементів: довідник з екологічного захисту – Київ: НУХТ, 2004.
9. *Пішак В.П., Бажора Ю.І., Брагін Б. та ін.* Медична біологія. – Вінниця: Нова книга, 2004.
10. *Прохоров Б.Б.* Прикладная антропоэкология. – М.: МНЭПУ, 1998. – 312 с. М.: МНЭПУ, 1998. – 312 с.
11. *Прохоров Б.Б.* Экология человека: понятийно-терминологический словарь. – М.: МНЭПУ, 1999. – 346 с.
12. *Фостер К.Ф., Джонстон Д.В.М., Барнес Д. и др.* Экологическая биотехнология. – Л.: Химия, 1990.
13. *Шандала М.Г., Звиняцковский Я.И.* Окружающая среда и здоровье населения. – Киев, 1988.
14. *Шумейко В.М., Глуховський І.А., Овруцький В.М. та ін.* Екологічна токсикологія. – Київ: Столиця, 1998. – 235 с.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що є предметом вивчення наукової дисципліни «Екологія людини»?
2. З якими основними науками та галузями знань пов'язана сьогодні «Екологія людини»? Зробіть висновок про її комплексність.
3. Якими були передумови для виникнення нової дисципліни «Екологія людини»? Коли і з яких причин вона почала оформлюватися в самостійний напрямок?
4. Коротко сформулюйте основні тези, що лежать в основі 13 аксіом «Екології людини».
5. Сформулюйте основне коло питань, на яких сфокусована гігієна. Якими є її основні підрозділи?
6. Як пов'язані між собою санітарія та гігієна? Якою є сфера компетенції цих наук?
7. Що називають гігієнічним нормативом? Які фактори середовища підлягають гігієнічній регламентації?
8. Що вивчає токсикологія? Які основні напрямки та підрозділи цієї науки Вам відомі?
9. Опишіть структуру токсикології. Що вирізняє екологічну токсикологію серед інших напрямків токсикології?
10. Що вивчає промислова токсикологія та якими є її головні завдання?
11. Якими термінами в сучасній токсикології позначають шкідливу речовину? Якими є особливості вживання цих термінів?
12. Що називають летальною дозою (концентрацією) та як їх визначають? Наведіть позначення цих величин та вкажіть в яких одиницях їх зазвичай вимірюють.
13. Які речовини називають ксенобіотиками? Як приналежність до цієї групи речовин пов'язана з отруйністю?

14. Яка різниця між шкідливою і нешкідливою дією певної речовини на живий організм?
15. Що означає термін «гомеостаз»? За рахунок чого підтримується гомеостаз в окремих організмах та в екологічних системах?
16. Що називають «порогом шкідливої дії» та «напругою адаптації»? Як пов'язані ці поняття між собою та з поняттям гомеостазу?
17. Опишіть різницю між гострим і хронічним отруєнням та фази отруєння.
18. За якими принципами будують класифікацію отрут?
19. Які фактори впливають на розвиток отруєнь?
20. Що характеризує коефіцієнт Овертона-Мейера? Чи впливає цей показник на токсичність речовини?
21. Як хімічна будова впливає на біологічну дію хімічної речовини? Введення яких функціональних груп здатне підвищити або знизити токсичність речовини?
22. Як будова органічних та неорганічних речовини впливає на токсичність та біологічну дію? Опишіть правило Річардсона.
23. Що вивчає токсикометрія? Які основні токсикометричні показники Вам відомі? Зобразіть їх графічне співвідношення.
24. Наведіть схематичне зображення процесу надходження та виведення отрут з організму. Наведіть приклади випадків «летального синтезу». В чому полягає дане явище?
25. Чи існує зв'язок між хімічною будовою речовин і їх токсичністю? У чому він полягає? В чому полягає різниця між сполуками з загально-токсичним неспецифічним впливом та отрутами із специфічною дією?
26. Проаналізуйте, які процеси та закономірності мають значення для розвитку отруєння? Зв'язки якого типу утворюються при взаємодії отрут з рецепторами?
27. У чому полягає відмінність між зонами гострої, хронічної та специфічної дії? Продемонструйте дані співвідношення на графіку токсикометричних показників.
28. Що таке кумуляція та адаптація? Коефіцієнт кумуляції. Класифікація кумулятивної дії.

29. В яких випадках використовують коефіцієнт запасу і як він розраховується?
30. В яких випадках і як встановлюється норматив ОБРД?
31. До яких наслідків може призвести одночасна або послідовна дія на організм декількох речовин при одному шляху потрапляння?
32. Що називають комбінованою дією та якими є її наслідки?
33. Чим явище адитивності відрізняється від синергізму та антагонізму?
34. За якими принципами визначають пріоритетність у відборі сполук для токсикологічної оцінки згідно з нормативами Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ)?
35. Як відбувається нормування професійних отрут у повітрі робочої зони? Які санітарно-гігієнічні та токсикологічні показники для цього використовують?
36. У яких випадках використовують показники Середньозмінної та Максимально-разової ГДК? Що вони означають?
37. Що таке біоіндикація та чим вона відрізняється від біотестування?
38. Біоіндикація забруднення атмосферного повітря.
39. Біоіндикація забруднення води. Біотестування питної та стічних вод.
40. Біоіндикація та біотестування як методи оцінки забрудненості ґрунтів токсичними речовинами.
41. Нормування вмісту забруднюючих речовин у воді водойм рибогосподарського призначення.
42. За якими ознаками шкідливості встановлюють ГДК шкідливих речовин у воді водойм?
43. Який показник характеризує інтенсивність процесів самоочищення у воді?
44. Яке перевищення нормативу вважається надзвичайним забрудненням поверхневих вод суходолу?
45. Встановлення порогу шкідливої дії у воді водойм по органолептичному показнику шкідливості.

46. Встановлення порогу шкідливої дії у воді водойм по впливу на здоров'я населення.
47. Як визначається величина ГДК для води водойм господарсько-питного водопостачання?
48. На яких принципах базується встановлення еколого-рибогосподарських нормативів?
49. Які організми-біотести задіяні в дослідках по встановленню ГДК для шкідливих речовин у воді водойм рибогосподарського призначення?
50. Що розглядається в якості ГДК для дослідження речовини у воді рибогосподарських водойм?
51. Нормування вмісту екзогенних хімічних речовин в ґрунтах.
52. За якими показниками шкідливості відбувається встановлення ГДК для ґрунтових токсикантів в лабораторних умовах?
53. Що таке допустима залишкова концентрація (ДЗК) екзогенної хімічної речовини у ґрунті?
54. Як визначають лімітуючий показник шкідливості для екзогенних хімічних речовин (ЕХР) у ґрунті?
55. В яких випадках говорять про надзвичайне забруднення ґрунтів екзогенними хімічними речовинами?
56. Нормування вмісту шкідливих речовин в продуктах харчування.
57. Встановлення класу токсичності відходів.
58. Яке забруднення стічної води можна визначити за методом БСК? Чим БСК відрізняється від ХСК?
59. В чому полягає суть метода визначення БСК?
60. Яким чином можна визначити перспективність застосування біологічної очистки стічних вод?
61. Шумове забруднення довкілля та його вплив на здоров'я та самопочуття.
62. Вплив електромагнітного випромінювання на організм. Розвиток телекомунікацій та екологічна безпека.

63. Ультрафіолетове опромінення та механізми захисту від нього.
64. Вплив іонізуючого опромінення на живі організми. Радіоактивне забруднення навколишнього середовища. Екологічні, економічні та медичні наслідки даного явища.
65. Природні отрути тварин, рослин та мікроорганізмів. Їх екологічне та санітарно-гігієнічне значення.
66. Мікотоксини як продукти вторинного метаболізму мікроміцетів. Проблема забруднення мікотоксинами продуктів харчування.
67. Антибіотики у сучасному світі. Значення, переваги використання та проблеми виникнення резистентності до них.
68. Демографічні проблеми сучасності. Їх різноманіття. Можливі сценарії розвитку та шляхи вирішення.
69. Проблеми скорочення природних систем, перенаселення та урбанізації. Чи існує взаємозв'язок між цими процесами? У чому він полягає?
70. Вплив на людину важких металів. Механізм їхньої токсичної дії на живі організми. Джерела розповсюдження іонів важких металів у довкіллі.
71. Проаналізуйте причини та наслідки забруднення атмосферного повітря шкідливими речовинами. Які з них є найбільш небезпечними забруднювачами. Охарактеризуйте їхній вплив на здоров'я людей та екологічну ситуацію в цілому.
72. Пестициди та здоров'я людини. Проаналізуйте економічну доцільність використання пестицидів в сучасному аграрному секторі, екологічну небезпеку та можливі альтернативи їхнього використання.
73. Діоксини – небезпечні забруднювачі довкілля. Шляхи потрапляння та механізм накопичення діоксинів в різних частинах оточуючого середовища.
74. Екологічна сертифікація та маркування. Розвиток та розповсюдження екологічного маркування як крок до впровадження екологічної безпеки.
75. Мутації як чинник спадкових захворювань. Фактори середовища, що мають найвищий мутагенний потенціал.
76. Гострі та хронічні отруєння нітратами.

77. Як визначають екологічний ризик?
78. Що таке антидоти і які основні механізми їх взаємодії з отруйними речовинами?
79. Опишіть основні шляхи температурної адаптації людини. Наведіть перелік можливих наслідків потепління чи похолодання на стан здоров'я людини.
80. В чому полягає радіотоксичність та від яких чинників вона залежить? Перерахуйте основні шляхи надходження радіоактивних речовин до організму людини. Які біологічні ефекти можливі внаслідок впливу на організм іонізуючого опромінення?
81. Опишіть особливості мутагенної, тератогенної та бластомогенної дії на організм.