

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

А.І. Горова, С.М. Лисицька

ОСНОВИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
студентами спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»

Дніпро
НТУ «ДП»
2021

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ТА ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра хімії

А.І. Горова, С.М. Лисицька

ОСНОВИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
студентами спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»

Дніпро
НТУ «ДП»
2021

Основи хімічного захисту довкілля. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / А.І. Горова, С.М. Лисицька; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2021. – 27 с.

Автори:

А.І. Горова, д-р. біол. наук, проф.

С.М. Лисицька, канд. с.-г. наук, доц.

Затверджено методичною комісією зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» (протокол № 2 від 22.02.2021) за поданням кафедри хімії (протокол № 10 від 17.02.2021).

Методичні матеріали містять відомості про проблеми та необхідність хімічного захисту довкілля, а також практичні методики його реалізації щодо підвищення рівня хімічної безпеки, пояснення хімічних процесів, що супроводжують такі дослідження. Зміст видання відповідає вимогам освітньо-кваліфікаційної програми спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія».

Відповідальна за випуск завідувач кафедри хімії, проф., д-р техн. наук,
О.Ю. Светкіна.

ПЕРЕДМОВА

Пропоновані методичні рекомендації покликані допомагати студентам у вивченні спеціальної дисципліни «Основи хімічного захисту довкілля», положення якої слугують теоретичною основою засвоєння фундаментальних теорій та методів природничих і технічних наук, принципів міждисциплінарності та концепції сталого розвитку, комплексності й системності в оцінці стану довкілля, розуміння сутності та параметрів технологічних процесів для розроблення нових та удосконалення існуючих технологій захисту довкілля, застосування чинної законодавчої і нормативної бази.

Метою вивчення дисципліни «Основи хімічного захисту довкілля» є формування у студентів основ інженерно-технічних знань і практичних навичок в засвоєнні методів та особливостей хімічних технологій захисту довкілля від техногенних та антропогенних навантажень, для розвитку та пошуку нових природоохоронних рішень, що забезпечать високі екологічні показники та захист природного середовища.

Завдання дисципліни: засвоєння здобувачами сучасних методів й технологій для обґрунтування комплексу заходів від техногенних й антропогенних навантажень, спрямованих на збереження екологічної рівноваги та покращення якості стану довкілля.

Опанування теоретичних і практичних основ дозволить майбутньому інженеру-технологу хімічної промисловості проводити теоретичні, польові та лабораторні дослідження, використовуючи спеціальний інструментарій, а саме методи моделювання систем та процесів техногенно-екологічної безпеки, якісні та кількісні хімічні, фізичні, фізико-хімічні, біологічні, мікробіологічні, методи проектування систем та технологій захисту навколишнього середовища; сучасне технологічне і лабораторне обладнання, прилади, комп'ютерну техніку та програмне забезпечення.

Така компетентність сприяє формуванню у здобувачів освіти усвідомлення процесів та чіткого уявлення про об'єкти інженерної діяльності.

Методичні матеріали містять тематику й зміст практичних робіт, контрольні завдання, виконання яких допомагає засвоїти теоретичні основи дисципліни, а також доповнюють і пояснюють матеріал курсу, дають поради до вивчення спеціальної літератури.

Виконання практикуму з дисципліни передбачає опрацювання студентами лекційного курсу та самостійно опанованого матеріалу і включає такі форми контролю набутих знань: виконання тестових завдань, складання аналітичних таблиць, схем, підготовка індивідуального презентаційного матеріалу про хімічні технології, проведення модульних контрольних робіт.

1. ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

1. Під час проведення дослідів хімічні реактиви, необхідні для роботи, розміщують на столах, а реактиви загального користування - у витяжній шафі.
2. Після цільового використання будь-якого розчину склянку з його залишком закривають і ставлять на місце.
3. Заборонено зливати невикористаний реактив у ту саму склянку.
4. Під час виконання дослідів стежать, щоб хімічні реактиви не потрапили на обличчя, руки, одяг.
5. Належить бережно поводитись зі скляним хімічним посудом, у тому числі з предметними та покривними, якими можна легко порізатись.
6. Робоче місце слід підтримувати в чистоті, не захащувати його зайвими речами.
7. Кожний студент повинен працювати на закріпленому за ним місці, не допускається перехід на інше місце без дозволу викладача.
8. Забороняється працювати в лабораторії без присутності викладача або лаборанта, а також у невстановлений час без дозволу викладача.
9. Виконання лабораторної роботи студенти можуть тільки після отримання інструктажу з техніки безпеки та дозволу викладача.
10. Перед початком роботи необхідно усвідомити методику її виконання та правила безпеки.
11. Роботу виконувати потрібно акуратно, уважно, чітко дотримуватись методичних рекомендацій, раціонально використовувати відведений для дослідів час.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Хімія довкілля або *навколишнього середовища* (англ. *Environmental chemistry*) – являє собою галузь науки, яка вивчає хімічні перетворення, що відбуваються у довкіллі. *Хімія довкілля* поділяється на більш вузькі розділи хімії такі, як геохімія, хімія ґрунтів, гідрохімія, хімія атмосфери, хімія природних сполук органічного походження та ін. *Хімія довкілля* вивчає хімічні процеси в усіх оболонках Землі, в тому числі в біосфері, а також міграції та перетворення усіх хімічних сполук, в тому числі природних та антропогенних забруднювачів.

Внаслідок господарчої діяльності людини збільшився вплив на довкілля, значно підвищилася кількість забруднюючих речовин антропогенного походження.

В хімії довкілля як окремий розділ виділяють екологічну хімію, що вивчає хімічні процеси у межах земних оболонок, які відбуваються за участю людини. Ці поняття настільки близькі, тому дослідники розглядають терміни «екологічна хімія» та «хімія довкілля», як синоніми. *Хімія довкілля* вивчає комплексні хімічні процеси – джерела надходження і міграцію хімічних речовин в земних оболонках, їх трансформацію, стоки з земних оболонок («глобальні цикли»), взаємодію сполук й елементів між собою. Отже, вона є основою для розробки та вдосконалення методів захисту довкілля від забруднень тощо.

За статистичними даними у промисловості використовується близько 70 тис. найменувань хімічних речовин. Щороку в кругообіг надходить майже 1,5 тис. таких речовин, більшість з яких за певних умов становить загрозу для життя і здоров'я людей та довкілля.

Внаслідок нещасних випадків, пов'язаних з неналежним поведінням з небезпечними хімічними речовинами і відходами, гине або страждає на різні хвороби значна кількість осіб, забруднюється довкілля.

Підприємства хімічного комплексу, які є постійними джерелами забруднення довкілля викидами в атмосферу Гідроген хлориду, оксидів Нітрогену та Сульфуру, сірководню, чотирехлориду вуглецю, дихлоретану, формальдегіду, амоніаку, хлору, діоксинів, поліхлоридних біфенілів та поліхлоридних дибензофуранів, органічних розчинників, а також скидами, що містять важкі метали, ціаніди, органічні речовини, нафтопродукти, а також підприємства нафтопереробного комплексу, нафто-, газо- та амоніакопроводи, атомні й теплові електростанції, гірничопереробні підприємства, становлять значну потенційну загрозу для життя і здоров'я людей та довкілля, виникнення хімічних аварій, зокрема, транскордонного характеру. Небезпечними є також холодоагенти, технологічна рідина, трансформаторні мастила, розчинники, хімічні речовини для водопідготовки та обробки матеріалів й виробів, побутові, медичні і фармацевтичні відходи. Актуальною залишається проблема накопичення та використання багатотоннажних відходів у гірничохімічній та металургійній промисловості (37 млн. т), основна хімія (47 млн. т), виробництво та переробка полімерних матеріалів (близько 1 млн. т).

Крім того, потенційною загрозою для життя і здоров'я людей та довкілля є перевезення хімічних речовин, значну частину яких становлять токсичні, корозійні, легкозаймисті та інші небезпечні речовини. За даними Мінприроди, у 2001–2007 рр. тільки особливо небезпечних хімічних речовин перевезено понад 23 млн. т, з них: металевої ртуті – 367 т, фенолу – близько 53,4 тис. т (транзитні перевезення – 50 тис. т), формальдегіду – 280,7 тис. т, сполук шестивалентного хрому – 60,8 тис. т (транзитні перевезення – 53,8 тис. т), концентрованих неорганічних кислот й галогеновмісних вуглеводнів – близько 6 млн. т, метилового спирту – понад 8,6 млн. т (транзитні перевезення – понад 6 млн. т), зрідженого амоніаку – 9,3 млн. т (транзитні перевезення – понад 6,8 млн. т).

Значну загрозу для життя і здоров'я людей та довкілля становлять непридатні до використання пестициди, яких за результатами інвентаризації, проведеної протягом 2005–2006 рр., накопичено близько 21,38 тис. т. Пестициди зберігаються суб'єктами господарювання майже на 5 тис. складів, з яких паспортизовано лише 2 тисячі. У незадовільному стані перебуває 46 % складських приміщень, в яких 52 % непридатних до використання пестицидів зберігається у пошкодженій упаковці (тарі).

Підґрунтям для вирішення і розв'язання проблем антропогенного характеру є затверджена МОЗ, Мінпромполітики та іншими центральними органами виконавчої влади *Концепція підвищення рівня хімічної безпеки*.

Метою Концепції є визначення основних шляхів і способів формування збалансованої державної політики з питань підвищення рівня хімічної безпеки з урахуванням світового досвіду у сфері поводження з хімічними речовинами, налагодження співпраці з відповідними органами іноземних держав і міжнародними організаціями для зниження вірогідності заподіяння шкоди життю й здоров'ю людей та довкіллю у процесі поводження з хімічними речовинами.

Питання щодо забезпечення хімічної безпеки та поводження з хімічними речовинами регулюється законодавством про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, об'єктів підвищеної небезпеки, охорону праці, охорону навколишнього природного середовища, перевезення небезпечних вантажів, захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і цивільний захист населення та міжнародними актами, ратифікованими Верховною Радою України. Розроблено ряд загальнодержавних програм, прийнято відповідні нормативно-правові акти, зокрема, з питань охорони праці, пожежної та екологічної безпеки, запроваджено санітарно-гігієнічні норми та правила, визначено перелік центральних органів виконавчої влади, які здійснюють державне регулювання у сфері хімічної безпеки та поводження з хімічними речовинами. Однак при цьому охоплено лише окремі напрями забезпечення хімічної безпеки, виконання програм у повному обсязі не забезпечено, дії центральних і місцевих органів виконавчої влади та їх підрозділів не координуються, має місце дублювання їх функцій.

Підвищення рівня хімічної безпеки, дотримання вимог щодо безпечного поводження з хімічними речовинами та запобігання їх незаконному обігу,

виникненню хімічного забруднення й аварій потребує здійснення системних скоординованих запобіжних заходів під час виробництва, зберігання, транспортування, використання, торгівлі, вилучення з обігу та утилізації або знешкодження хімічних речовин.

Особливої уваги заслуговує стратегічна екологічна оцінка та прогноз стану довкілля України. На сучасному етапі реформування економіки України стратегічна екологічна оцінка території для забезпечення хімічної безпеки є одним з найефективніших інструментів підвищення якості життя як окремої людини, так і суспільства в цілому, переходу до екологічно безпечної економіки, захисту конституційних прав людини на екологічне безпечне життя.

Теоретичною основою технологій хімічного захисту довкілля є комп'ютеризована система екологічної безпеки, яка передбачає застосування новітніх технологій дослідження сучасного та прогнозування майбутнього стану довкілля, виявлення причин його негативних змін та розробки еколого безпечних реабілітаційних хімічних технологій, що поєднує природну й технічну складові, має забезпечити гармонійний розвиток системи «господарство – природа – людина», яка є основою стійкого розвитку територій.

До розв'язання проблеми забезпечення хімічної безпеки довкілля та поводження з хімічними речовинами в основних галузях економіки на основі системного підходу до єдиної концептуально узгодженої та науково обґрунтованої політики у відповідній сфері на національному, галузевому, регіональному і об'єктовому рівні можуть тільки професійно підготовлені, висококваліфіковані інженери-хіміки-технологи.

Контрольні питання

1. Визначить поняття «хімічний захист довкілля».
2. Які розділи знань включає дисципліна «Основи хімічного захисту довкілля»?
3. Які речовини відносять до природних, антропогенних та техногенних забруднювачів довкілля?
4. В чому проявляється шкідлива дія речовин-забруднювачів на стан атмосфери, гідросфери, педосфери та життєдіяльності усіх живих організмів планети?
5. Які існують механізми спостереження за якістю об'єктів довкілля?
6. Назвіть заходи щодо підвищення рівня хімічної безпеки довкілля.
7. Що є теоретичною основою технологій хімічного захисту довкілля?
8. В чому полягає принцип забезпечення стійкого розвитку територій навколишнього середовища?
9. Вирішення яких проблем захисту довкілля і людини є на сьогодні найбільш актуальним?
10. Назвіть відомі хімічні, біохімічні або інші технології, які використовують для захисту довкілля й людини.

3. ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ

Лабораторна робота № 1

Тема: Еколого-гігієнічна оціна токсико-мутагенного фону атмосферного повітря

Мета роботи: дати оцінку токсико-мутагенному фону атмосферного повітря за тестом «Стерильність пилку індикаторних рослин», які зростають на дослідній території, а також за «Мікроядерним тестом» в соматичних клітинах біоіндикаторів, якими можуть бути рослини, тварини та людина.

Теоретичні положення

За допомогою цитогенетичних методів біотестування можна швидко оцінити сумарну дію всієї сукупності забруднювачів біосфери, спрогнозувати очікувані зміни в екосистемах та своєчасно прийняти управлінські рішення щодо покращення стану довкілля. Окрім того, є можливість встановити не тільки наслідки техногенезу, але й визначити ефективність реабілітаційних хімічних та біотехнологічних заходів захисту довкілля.

Використання таких методів у державній системі моніторингу довкілля України дозволяє формувати банк даних, необхідних для розроблення екологічних карт за показниками, що характеризують загальну токсичність та мутагенність об'єктів навколишнього середовища.

Структурна схема комплексного еколого-гігієнічного моніторингу довкілля, яка дозволяє оцінити стан природних об'єктів за токсико-мутагенним фоном, показана на рис. 1.

Як видно зі схеми, верхній структурний рівень складається із трьох показників екологічного стану окремих об'єктів навколишнього середовища (атмосфери, гідросфери та педосфери) за токсико-мутагенним фоном.

Стан атмосферного повітря визначають за біотестами: «Стерильність пилку індикаторних рослин», «Мікроядерний тест» у соматичних клітинах біоіндикаторів та «Ростовий фітотест».

Стан гідросфери, а також рідких промислових відходів визначають за Allium-тестом, Мітотичним індексом та Частотою аберантних хромосом у кореневій меристемі вищих водних рослин, Мікроядерним тестом в соматичних клітинах гідробіонтів та «Ростовим фітотестом».

Стан педосфери (грунтів), а також твердих промислових відходів визначають за Allium-тестом на зразках ґрунтів, Мікроядерним тестом в клітинах тканин біоіндикаторів та Ростовим фітотестом на зразках досліджуваних ґрунтів.

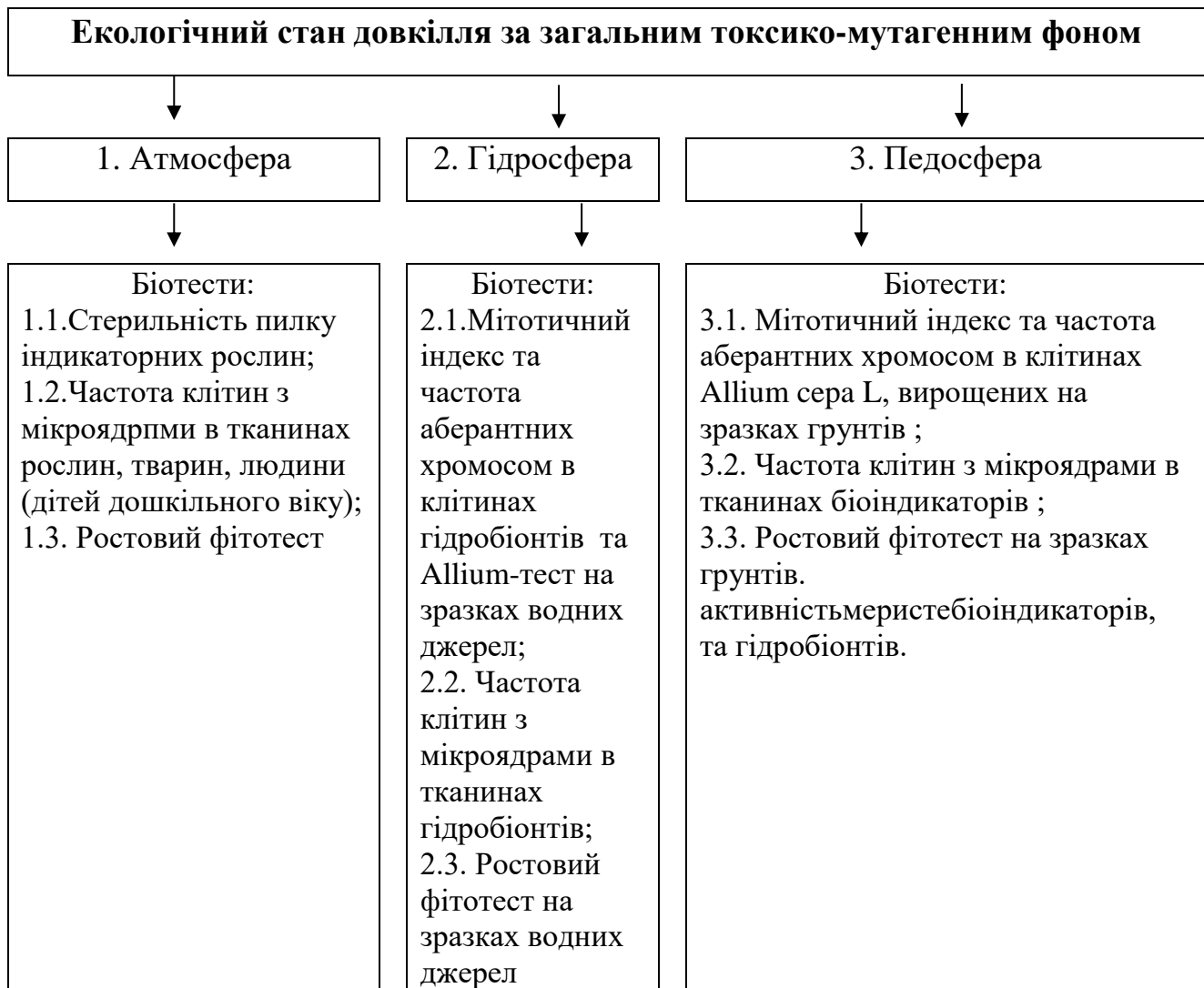


Рис. 1. Структурна схема еколого-гігієнічного моніторингу об'єктів довкілля

Показники, що характеризують стан об'єктів довкілля за токсико-мутагенним фоном, можуть бути використані для визначення загального екологічного та генетичного ризиків для людини і біоти, що дозволить розробити еколого-оптимальні нормативи якості довкілля й здоров'я населення та розробити шляхи досягнення цих нормативів.

Порядок виконання роботи

1. Вибір тест-полігонів.

Для проведення еколого-гігієнічного моніторингу об'єктів довкілля на дослідній території виділяють тест-полігони. Тест-полігони вибирають таким чином, щоб, у першу чергу, були досліджені найбільш небезпечні та надзвичайно техногенно навантажені райони.

Відбір проб проводять як в промислових зонах, так і в житлових масивах, віддалених від підприємств.

Навколо підприємств-забруднювачів обстеження земель проводять за системою концентричних кіл, розташованих на відстанях 0,5; 1; 1,5 ; 2,5; 5; 10 км від джерела забруднення з урахуванням панівних вітрів.

При відборі проб ґрунту з ділянок уздовж дорожніх смуг, розташованих поблизу автомобільних магістралей, враховують те, що газопиловий потік викидів автотранспорту викидається в повітря невисоко над ґрунтом, а відстань переносу викидних газів, у тому числі й аерозолів важких металів, сажі та інших речовин, не перевищує 100 м у напрямках дії панівних вітрів. Ділянки для відбору зразків довжиною 200–500 м розмічають на відстанях 0–10, 10–50 і 50–100 м від полотна дороги, враховуючи рельєф, ґрунтовий і рослинний покрив, гідрологічні умови місцевості. На кожній із них відбирають 20–25 індивідуальних зразків для отримання змішаного (середнього) зразка ґрунтів.

На першому етапі комплексного моніторингу навколишнього природного середовища із застосуванням цитогенетичних методів оцінювання рекомендується проводити великомасштабні рекогносцирувальні дослідження. Вони повинні бути прив'язані до стаціонарних постів спостереження Держгідрометслужби та Санітарно-епідеміологічної служби, а також включати найбільш екологічно небезпечні і чисті території (за рекомендаціями обласних управлінь Мінприроди України та санітарноепідеміологічної служби).

Далі переходять до середньо- та маломасштабних досліджень відносно оцінки стану ґрунтів та інших об'єктів навколишнього середовища за сумарним токсико-мутагенним фоном. Такі дослідження, як правило, завершуються картографуванням території за даною ознакою .

Великомасштабне картографування дозволяє встановити орієнтовні рівні мутагенного фону, а середньо- та маломасштабне картографування – диференціювати райони в середині окремих регіонів за ступенем мутагенного впливу та виявити джерела впливу на одиницю площі. При великомасштабному картографуванні за одиницю площі рекомендується ділянка розміром 10 000 км², при середньо- та маломасштабному – 1000 і 100 км², відповідно. На кожній одиниці площі повинно бути не менше 10 пунктів спостережень. У випадку впливу окремих джерел забруднень (підприємств, електростанцій та ін.) на об'єкти довкілля рекомендовано застосовувати метод концентричних кіл через кожні 0,5 км до 2,5 км.

При оцінюванні екологічного стану міста з населенням в 1 млн. чоловік рекомендовано поділити його територію на 20 квадратів з виділенням у кожному від 10 до 20 пунктів спостережень залежно від рівня екологічної напруженості. У кожному пункті пробу відбирають за правилом «конверта». Сторона конверта може складати 10–100 м. Об'єднана проба ґрунту формується з 9–12 проб, розміщується у відповідну тару, складається в ящик, ставиться печатка та наклеюється етикетка. На відібрані зразки складається супровідна відомість. Періодичність обстеження ґрунтів встановлюється диференційовано з урахуванням особливостей території – в середньому через

кожні 5 років. Зазначений термін може бути збільшений, якщо різниця між показниками попереднього обстеження не істотна.

2. Оцінка токсико-мутагенного фону атмосферного повітря за фітотестом «Стерильність пилку індикаторних рослин».

Пилок рослин це чоловічі статеві клітини, які утворюються у процесі мійозу. Вони відрізняються високою чутливістю до впливів різноманітних факторів навколишнього середовища. Життєздатні пилкові клітини (зерна) називають фертильними, а нежиттєздатні – стерильними.

Встановлено, що фертильні і стерильні клітини пилку рослин відрізняються за вмістом крохмалю. Нормальний його вміст відповідає стадії завершення формування сперміїв. Фертильні пилкові зерна цілком заповнені крохмалем, а стерильні – не містять його або мають його сліди. Забарвлення препаратів проводять йодним розчином за Грамом, для приготування якого необхідно розчинити 2 г йодистого калію в 5 мл дистильованої води при нагріванні з наступним додаванням 1 г металевого йоду. Об'єм готового до використання розчину доводять до 300 мл і зберігають у темному посуді.

Фертильні пилкові зерна фарбуються у вохристо-коричневі кольори, а стерильні – або зовсім не фарбуються, або фарбуються фрагментарно на 20–30%, набуваючи слабкого, майже прозорого жовтого тону. Пилок з рослин, які мають квіти у вигляді сережек, струшується на предметне скло, забарвлюється йодним розчином, накривається покривним склом і аналізується за допомогою мікроскопа. Зрілі бутони квіткових рослин після фіксації у 70%-му етанолі (або без неї) препарують на предметному склі. Тичинки відокремлюють від усіх елементів квітки за допомогою пінцета та препарувальної голки і переносять у краплю йодного розчину. Пильовики дрібних квітів розкривають препарувальною голкою на предметному склі в краплі йодного розчину і, видаливши зайві тканини, накривають покривним склом. За необхідності додають ще 1–2 краплі йодного розчину. Через 2–3 хв. приготовлений препарат аналізують під мікроскопом. У кожному препараті переглядають від 1000 до 3000 пилових зерен. Стерильні і фертильні пилкові зерна підраховуються під мікроскопом (збільшення 7×20 чи 7×40) із застосуванням лічильника.

Стерильність пилових зерен M визначають у відсотках за формулою:

$$M = G \cdot 100 / N \quad (3.1)$$

Вірогідність підрахунку (m) визначають за формулою :

$$m = \pm \sqrt{\frac{M \cdot (100 - M)}{N}}, \quad (3.2)$$

де m – вірогідність розрахунку; M – кількість (або відсоток) стерильних клітин на 100 клітин всього; G – стерильні зерна; N – всі зерна.

При цьому повинна виконуватися умова $3 \cdot m < M$, в іншому разі необхідно збільшувати кількість спостережень.

Рекомендовані біоіндикатори, класифікація за групами чутливості та їх характеристика наводиться у табл. 1 і 2.

Таблиця 1 – Класифікація фітоіндикаторів за спонтанною (природною) стійкістю пилку до дії несприятливих екологічних факторів

Біоіндикатор		Група стійкості
<i>Tilia cordata</i> Mill.	Липа серцелиста	1
<i>Tilia platyphyllos</i> Soop.	Липа широколиста	1
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Льонок звичайний	1
<i>Calendula officinalis</i> L.	Календула лікарська	1
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Березка польова	1
<i>Cirsium oleraceum</i> Scop.	Осот горідний	1
<i>Medicago sativa</i> L.	Люцерна посівна	1
<i>Syringa vulgaris</i> L.	Сирень звичайна	2
<i>Betula pendula</i> Roth.	Береза повисла	2
<i>Capsela bursa pastoris</i> L. Medik.	Грицики звичайні	2
<i>Taraxacum officinale</i> Webb.	Кульбаба лікарська	2
<i>Campanula patula</i> L.	Дзвоники розлогі	2
<i>Matricaria perforata</i> Merat	Ромашка продірявлена	2
<i>Plantago major</i> L.	Подорожник великий	2
<i>Mentha arvensis</i> L.	М'ята польова	2
<i>Vicia cracca</i> L.	Горошок мишачий	2
<i>Saponaria officinalis</i> L.	Мильнянка лікарська	2
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	Суріпиця звичайна	2
<i>Chelidonium majus</i> L.	Чистотіл великий	2
<i>Centaurea cyanus</i> L.	Волошка синя	2
<i>Matricaria perforata</i> Merat.	Ромашка продірявлена	2
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Чина лучна	2
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Пижмо звичайне	2
<i>Populus italica</i> Du Poi.	Тополя пірамідальна	2
<i>Sambucus nigra</i> L.	Бузина чорна	3
<i>Castanea vulgaris</i> Lam.	Каштан кінський	3
<i>Jasminum fruticans</i> L.	Жасмин чагарниковий	3
<i>Paslus avium</i> Mill.	Черемха звичайна	3
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Буркун лікарський	3
<i>Convallaria majalis</i> L.	Конвалія звичайна	3

<i>Viola tricolor</i> L.	Фіалка триколірна	3
<i>Sonchus arvensis</i> L.	Жовтий осот польовий	3
<i>Lotus tauricum</i> Juz.	Лядвенець кримський	3
<i>Crepis tectorum</i> L.	Скереда покрівельна	3
<i>Solanum nigrum</i> L.	Паслін чорний	3
<i>Melilotus albus</i> Medik	Буркун білий	3
<i>Trifolium pratense</i> L.	Конюшина лугова	3
<i>Acer platanoides</i> L.	Клен звичайний	4
<i>Acer negundo</i> L.	Клен ясенелистий	4
<i>Malus domestica</i> Borkh.	Яблуня домашня	4
<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	Вишня звичайна	4
<i>Prunus domestica</i> L.	Слива домашня	4
<i>Reseda lutea</i> L.	Резеда жовта	4
<i>Ranunculus acris</i> L.	Жовтець їдкий	4
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Акація біла	4
<i>Anthyllis polyphylla</i> W. et K.	Заяча конюшина багатоліста	5
<i>Lamium maculatum</i> L.	Глуха кропива плямкова	5
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Ясень звичайний	5

Таблиця 2. – Характеристика фітоіндикаторів різних груп стійкості за тестом «Стерильність пилку індикаторних рослин»

№ групи	Характеристика групи стійкості	Стерильність пилку, %	
		П _{комф.+_м}	П _{крит.+_м}
1	Високостійкі	0,2±0,14	10,0±0,95
2	Стійкі	0,5±0,22	20,0±1,26
3	Середньостійкі	1,0±0,30	30,0±1,45
4	Чутливі	1,5±0,38	40,0±1,55
5	Високочутливі	2,0±0,44	50,0±1,58

3. Оцінка токсико-мутагенного фону повітря за «Мікроядерним тестом» в соматичних клітинах дітей дошкільного віку.

Для оцінки мутагенності атмосфери і території в цілому використовують тест «Частота епітеліоцитів з мікроядрами в слизовій оболонці ротової порожнини дітей дошкільного віку» (далі МЯ-тест), а також в клітинах еритроцитів периферійної крові та інших соматичних клітинах індикаторних тварин. Кількість клітин з мікроядрами характеризує ступінь забруднення навколишнього середовища мутагенами, оскільки мікроядра утворюються як результат патологічного мітозу.

Для аналізу частоти появи клітин з мікроядрами відбирають мазки епітеліоцитів зі слизової оболонки ротової порожнини та проводять первинну фіксацію у 96%-му етанолі. У лабораторних умовах досліджувані мазки фіксують в ацетоалкоголі за Карнуа протягом години та фарбують реактивом Шифа за Фельгеном, або ацетоарсеїном. Мазки аналізують за допомогою біологічного мікроскопу при збільшенні в 7×60 ; 15×90 . При визначенні частоти появи клітин з мікроядрами враховують їхню кількість і відносять до загальної кількості переглянутих клітин. У кожному варіанті аналізують не менше 1000 клітин.

Мікроядерний індекс (МЯ) розраховують за частотою появи клітин з мікроядрами, тобто

$$МЯ = \frac{n}{m} \quad (3.3)$$

де n – кількість клітин з мікроядрами; m – загальна кількість проаналізованих клітин.

Потім обчислюють показник абсолютного розкиду даних, виходячи з величини відносної помилки (A), яку визначають за таким рівнянням:

$$A = 1,385 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (n - m)}{n \cdot m}}, \quad (3.4)$$

де A – відносна помилка; 1,385 – коефіцієнт при кількості вимірів більше 100.

Абсолютний розкид даних (a) визначають за формулою:

$$a = A \cdot МЯ, \quad (3.5)$$

Кінцевий результат мікроядерного тестування має такий вигляд: (МЯ \pm a).

Зручними об'єктами у цитогенетичному моніторингу екологічного стану суходолу є ящірки та жаби. Для оцінки стану водойм є представники хребетних тварин: костисті риби – плотва (*Rutilus rutilus* L.), карась срібний (*Carassius gibelio* Block), амфібії – жаба озерна (*Rana ridibunda* Pall.), жаба ставкова (*Rana esculenta* L.), жаба гостромордна (*Rana terrestris* Andr.). Вони є кінцевою ланкою трофічного ланцюга водойм, акумулюють різні токсиканти у своєму організмі і постійно піддаються дії поллютантів, розчинених у воді. Слід зазначити, що безхвості амфібії можуть служити для цілей моніторингу генетичних наслідків забруднення як водного, так і наземного середовища. У біоіндикаторних тварин (ящірки, жаби, риби прісноводні й морські) мікроядерні фрагменти досліджувалися в клітинах еритроцитів. Цитологічні препарати з периферичної крові ящірок виготовляли в момент примусового відділення хвоста, а у амфібій – в результаті надсікання носової частини голови. Фіксація мазків проводилася в оцтовому алкоголі (3:1) протягом однієї години. Зафарбовують препарати

ацетоарсеїном або реактивом Шифа за Фельгеном. Відбір біопроб здійснюється у весняноосінній період.

Контрольні питання

1. Які особливості та основні принципи проведення еколого-гігієнічного моніторингу довкілля?
2. Назвіть основні принципи проведення біоіндикації хімічного забруднення довкілля за допомогою індикаторів рослинного та тваринного походження?
3. На чому засновані цитогенетичні методи біотестування?
4. Що є критерієм прояви токсичності і мутагенності об'єктів довкілля?
5. Яким чином оцінюється токсико-мутагенний фон атмосферного повітря?
6. Які види цитогенетичних тестів застосовуються при визначенні токсико-мутагенного фону повітря?
7. За допомогою яких методів оцінюється токсико-мутагенний фон гідросфери?
8. Охарактеризуйте цитологічний фітотест «Стерильність пилку індикаторних рослин».
9. Охарактеризуйте цитогенетичний «Мікроядерний біотест» в соматичних клітинах дітей.
10. Назвіть методи, за якими оцінюється токсико-мутагенний фон педосфери?

Лабораторна робота №2

Тема: Еколого-гігієнічна оцінка токсико-мутагенного фону ґрунтів та водних джерел

Мета роботи: дати оцінку токсико-мутагенного фону ґрунтів та водних джерел за допомогою біотестів «Мітотичний індекс» та «Частота аберантних хромосом» у клітинах кореневої меристеми рослин-індикаторів.

1. Відбір ґрунтів для проведення цитогенетичних досліджень.

Серед рослин-індикаторів найчастіше використовують *Allium cepa* L., тому метод носить назву *Allium*-тест.

На зразках ґрунту або водних джерел проводять пророщування насіння цибулі на фільтрувальному папері в чашках Петрі при температурі 25 °С, в умовах термостата. В чашку Петрі на фільтрувальний папір насипають 1 г висушеного та подрібненого ґрунту, який зволожують 5 мл дистильованої води та висаджують по 50 насінин індикаторної рослини. Через кожні шість годин проводять провітрювання. Дослід триває 72 години. Для контролю використовують дистильовану воду.

При появі первинних корінців довжиною 7–9 мм їх фіксують в ацетоалкоголі за Карнуа протягом години, а потім переносять для зберігання у 70 %-й етанол.

Фарбування препаратів проводять реактивом Шифа за Фельгеном. Для приготування реактиву Шифа 1 г основного фуксину для фуксиносірчистої кислоти розчиняють у 200 мл киплячої води, охолоджують до 50 °С та додають 20 мл 1 н. соляної кислоти, охолоджують до 25 °С, додають 1 г сухого метабісульфіту натрію ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) і виливають у герметичну колбу. Через добу рідина знебарвлюється та має слабкожовтий колір. Фарбування за Фельгеном передбачає попередній гарячий гідроліз біооб'єктів у 1 Н НСІ з температурою 60 °С протягом 6–8 хвилин та фарбування реактивом Шифа 0,5–1,5 години. Після забарвлення мазки проводять через три порції сірчаних вод з тривалістю 5–10 хвилин у кожній, промивають у проточній воді та підсушують на повітрі.

Цитологічні препарати готують з кінчиків корінців довжиною 1 мм (меристем), поміщених у краплю 45 %-ї оцтової кислоти. Препарат накривають покривним склом, роздавлюють меристеми до отримання моношару клітин. Кінці покривного скла заливають розплавленим парафіном. Приготовлений таким чином препарат використовують для мікроскопічного аналізу зі збільшенням 7×60 та 15×90.

На цитологічних препаратах враховують усі фігури мітозу: профазу, метафазу, анафазу, телофазу, що зустрічаються серед 5–6 тисяч переглянутих меристематичних клітин.

Величину мітотичного індексу ($\text{MI} \pm \alpha$) визначають як відношення кількості клітин, що діляться, до загальної кількості переглянутих меристематичних клітин та виражають у проміле (‰):

$$MI = \frac{m}{n} \cdot 1000 \quad , \quad (3.6)$$

де n – кількість досліджуваних клітин; m – кількість клітин, що діляться.

Абсолютний розкид α визначається, виходячи з величини відносної помилки A за формулою:

$$\alpha = MI \cdot A, \% \quad (3.7)$$

Величина відносної помилки A визначається за формулою:

$$A = 1,385 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (n - m)}{n \cdot m}} \quad , \quad (3.8)$$

де 1,385 – коефіцієнт при вимірах більше 100.

Зниження мітотичного індексу в порівнянні з контролем вважається результатом загальнотоксичної дії забруднювачів ґрунтів та водних джерел.

Для уточнення механізму дії еколого-небезпечних факторів довкілля на мітоз досліджують також частоту розподілу клітин в залежності від фази мітозу.

Мутагенність зразків ґрунтів та водних джерел визначають за тестом «Частота аберацій хромосом» у клітинах меристематичних тканин фітоіндикаторів на тих же цитологічних препаратах, на яких визначалась токсичність досліджуваних зразків за тестом «Мітотичний індекс».

На цих же препаратах ураховують клітини з аберантними (патологічними) хромосомами. Частота появи патологічних фігур мітозу виражається у відсотках від клітин, що поділяються, а частота патологічних анафаз і телофаз – від переглянутих аналогічних фаз мітозу (не менш 200).

Загальну частоту аберантних хромосом ($A_{xp} \pm S$) визначають у відсотках за формулою:

$$A_{xp} = \frac{G}{m} \cdot 100 \quad , \% \quad (3.9)$$

де G – кількість аберантних клітин; m – кількість клітин, що діляться.

Аберантність анафаз і телофаз $A_{фаз}$ визначають аналогічно попередньому:

$$A_{фаз} = \frac{G'}{m'} \cdot 100 \quad , \% \quad (3.10)$$

де G' – кількість аберантних ана- та телофаз; m' – загальна кількість ана- та телофаз (не менш 200).

Помилка загальної кількості аберантних хромосом S :

$$S = \sqrt{\frac{A_{xp} \cdot (100 - A_{xp})}{m}} \quad , \% \quad (3.11)$$

За зростанням кількості патологічних фігур мітозу у порівнянні з контролем судять про збільшення мутагенності ґрунтів або водних джерел.

Контрольні питання

1. За якими показниками можна оцінити токсико-мутагенний фон ґрунтів?
2. Що являють собою фіксовані цитологічні препарати, які слугують для проведення мікроскопічних досліджень?
3. Як можна визначити токсико-мутагенний фон твердих відходів?
4. За допомогою якого методу визначається токсико-мутагенний фон забруднених водних джерел?
5. Охарактеризуйте основні принципи проведення біоіндикації ґрунтів та водних джерел за допомогою *Allium*-тесту.
6. Що може виступати чинниками появи патологічних фігур мітозу в клітинах біоіндикатора?
7. За яким тестом проводиться уточнення механізму дії еколого-небезпечних факторів довкілля?
8. Яке значення для оцінки стану довкілля має визначення мітотичного індексу в тестовій культурі, яка вирощена на відкритому ґрунті або у водному середовищі?
9. Що характеризує показник частоти хромосомних аберацій в меристематичних клітинах біоіндикаторів?
10. Яким чином визначається величина сумарного токсико-мутагенного фону водних або ґрунтових зразків?

Лабораторна робота № 3

Тема: Еколого-гігієнічна оцінка токсичності об'єктів довкілля за допомогою «ростового фітотесту»

Мета: визначити токсичність атмосферного повітря шляхом вимірювання величин річного приросту гілок минулого року деревинних рослин, які зростають на прилеглих промислових територіях.

Теоретичні положення

Для визначення токсичності різних субстратних об'єктів довкілля: ґрунтів, водних джерел, мулу, відходів та ін. використовують *ростовий фітотест*. Цей тест можна використовувати в різних варіантах:

- пророщування насіння рослин на досліджуваних зразках субстратів;
- полив рослин досліджуваними рідинами при вирощуванні їх на піску або ґрунтовому субстраті;
- водна культура рослин на природних, питних, стічних водах, витяжках з ґрунтів, відходів тощо;
- рулонна культура – насіння індикаторів розкладають на вологий папір, який скручують у рулон та ставлять у колбу з досліджуваною рідиною.

Як тест-культури можна використовувати рослини *Allium cepa L.*, *Raparus sativus L.*, *Triticum durum L.* тощо.

Порядок виконання роботи

При дослідженні токсичності ґрунту в кожному з експериментальних посудин вносять по 100 г субстрату, зволоженого до 70 % від повної вологості і висаджують 15–20 пророслих насінин тест-культури. Дослідження проводять не менше, ніж у трикратних повтореннях.

При дослідженні якості проб води і водних витягів лабораторні склянки заповнюють дослідною рідиною (250–500 мл). Насіння індикаторної культури вирощують на спеціальних кільцях, обтягнутих марлею, які плавають на поверхні (15–20 насінин на кожному кільці). Для цього випадку найбільш придатні культури з крупним насінням. Досліди проводять в умовах фітотрона, в якому регулюють світлові та температурні режими. Через 2 тижні проводять виміри довжини кореневої і стеблової систем, визначають вологу та суху масу паростків.

Тестування зразків ґрунту та води можна також проводити в умовах термостата при $t = 25^{\circ}\text{C}$, у чашках Петрі, на фільтрувальному папері, на якому розміщують 30–50 насінин тест-культури, які заливають 5–7 мл дослідної рідини. Якщо досліджують ґрунт, то у чашках на папері розміщують 1 г здрібненого ґрунту та заливають 5–7 мл вистояної кип'яченої водопровідної води. Найбільш зручними культурами є рослини з дрібним насінням. Через

48–96 годин виміряють довжини кореневої і стеблової систем, визначають вологу та сиру масу паростків. Для кожного з досліджуваних варіантів обчислюють середню довжину надземної і кореневої систем ($x \pm m$), де m – похибка середнього арифметичного, яку визначають так:

$$m = \sqrt{\frac{\sigma^2}{N}}, \quad (3.12)$$

де N – кількість результатів; σ^2 – дисперсія, яку визначають за таким рівнянням:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}, \quad (3.13)$$

Достовірність різниці середніх арифметичних t розраховується за критерієм Стьюдента-Фішера:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (3.14)$$

де \bar{x}_1 – середнє арифметичне значення показника в контролі; \bar{x}_2 – середнє арифметичне значення показника у варіанті; m_1 – помилка середнього арифметичного в контролі; m_2 – те ж у варіанті.

Фітотоксичний ефект (ФЕ) визначають у відсотках від маси рослин, довжини кореневої або стеблової системи, кількості ушкоджених рослин або кількості сходів. Виходячи з кількості рослинної маси, що утворилася, фітотоксичний ефект розраховують за такою формулою:

$$FE = \frac{M_o - M_x}{M_o} \cdot 100, \% \quad (3.15)$$

де M_o – значення біопараметру (маса рослини, довжина кореневої або стеблової системи, тощо) в ємності з контрольним ґрунтом чи водою; M_x – значення біопараметру в ємності з досліджуваним ґрунтом чи водою.

Контрольні питання

1. Як визначають токсичність атмосферного повітря за допомогою ростового фітотесту в природних умовах?
2. Які тест-культури використовують в лабораторних дослідах для визначення фітотоксичності забруднювачів ґрунтів та водних джерел?
3. Назвіть варіанти ростового фітотесту для визначення токсичності різних субстратів.
4. Як проводять дослідження фітотоксичності в термостатичних умовах?
5. За якими показниками розраховується фітотоксичний ефект?

Лабораторна робота № 4

Тема: Методика розрахунку умовних показників зміни стану навколишнього середовища за токсико-мутагенним фоном

Мета роботи: навчитись розраховувати умовні показники ушкодження стану довкілля за токсико-мутагенним фоном.

Теоретичні положення

У зв'язку з тим, що всі біоіндикаційні показники мають свої одиниці виміру, необхідно привести їх в єдину безрозмірну систему умовних показників ушкодженості (УПУ) біосистем. Це дасть можливість виконати інтегральну оцінку стану довкілля за токсико-мутагенним фоном. Умовний показник ушкодженості біоіндикаторів визначають за формулою:

$$УПУ_i = \frac{/ Преал - Пкомф /}{/ Пкрит - Пкомф /}, \quad (3.16)$$

де Пкомф і Пкрит – експериментально встановлені значення біопараметра в комфортних та критичних умовах відповідно; Преал – реальне значення біопараметра в досліджуваному варіанті.

Абсолютна різниця |Пкрит–Пкомф| дає уявлення про амплітуду зміни чисельного значення параметра під впливом шкідливих факторів навколишнього середовища. Визначаючи реальне значення біопараметра на дослідній території Преал та, знаючи величини Пкомф і Пкрит, можна оцінити ступінь зміни параметра під впливом несприятливих факторів. Так, різниця |Преал – Пкомф| дає уяву про ступінь порушення біопараметра під впливом шкідливих факторів.

Оскільки стан об'єктів навколишнього середовища характеризується набором ознак, їх можна охарактеризувати інтегральним показником (ІУПУ)

$$ІУПУ_j = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n УПУ_i = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \left[\frac{|Преал - Пкомф|}{|Пкрит - Пкомф|} \right] \quad (3.17)$$

де $УПУ_j$ – j -ий усереднений умовний показник ушкодженості стану навколишнього середовища ($i = 1; 2; 3...n$ – номери відповідних вибраних показників, що усереднювалися). Значення всіх УПУ змінюється в діапазоні від нуля ($Преал = Пкомф$ – сприятливі або комфортні умови) до одиниці ($Преал = Пкрит$ – небезпечні або критичні умови).

Інтегральний показник, що характеризує стан довкілля за загальним токсико-мутагенним фоном ($ІУПУ_{біоінд.}$ – інтегральний умовний показник

ушкодженості тест-систем біоіндикаторів), передбачав паритетність складових та обчислювався за формулою:

$$IУПУ_{\text{біоінд}} = \frac{1}{m} (УПУ_1 + УПУ_2 + УПУ_3 + \dots + УПУ_m), \quad (3.18)$$

де $УПУ_1, УПУ_2, УПУ_3 \dots УПУ_m$ – інтегровані показники біоіндикації якості атмосфери, гідросфери та педосфери (m = число вибраних тест-показників).

Для оцінки рівня ушкодженості об'єктів довкілля пропонується використовувати єдину уніфіковану шкалу (табл. 3).

Таблиця 3 – Шкала оцінки стану об'єктів навколишнього середовища за токсико-мутагенним фоном

Діапазон чисельних значень показників ушкодженості	Рівень ушкодженості біосистем	Стан біосистем	Оцінка екологічної ситуації
0,000 ÷ 0,150	Низький	Сприятливий	Еталонна
0,151 ÷ 0,300	Нижче середнього	Насторожуючий	Задовільна
0,301 ÷ 0,450	Середній	Конфліктний	Незадовільна
0,451 ÷ 0,600	Вище середнього	Загрозливий	Незадовільна
0,601 ÷ 0,750	Високий	Критичний	Катастрофічна
0,751 і вище	Максимальний	Небезпечний	Катастрофічна

За нормативні значення ушкодженості для всіх біопараметрів, що відповідають умовам стійкого розвитку території, приймають 30 %-й рівень (тобто $УПУ_{\text{норм}} = 0,300$), який знаходиться в межах гомеостазу біосистем та при якому можливе їх відновлення після припинення дії негативних факторів. Для більш точних оцінок вводять коефіцієнти значущості для кожної зі складових системи. Більші коефіцієнти встановлюють для найбільш чутливих до дії несприятливих факторів навколишнього середовища параметрів. З формули визначення УПУ обчислюють нормативні значення $П_{\text{норм}}$ для кожного показника при $УПУ = 0,300$:

$$УПП_{\text{норм}} = 0,3 \cdot (П_{\text{крит}} - П_{\text{комф}}) + П_{\text{комф}}, \quad (3.19)$$

$$УПП_{\text{норм}} = П_{\text{комф}} - 0,3 \cdot (П_{\text{комф}} - П_{\text{крит}}), \quad (3.20)$$

Формула 3.19 використовується при значеннях $П_{\text{крит}} > П_{\text{комф}}$, а формула 3.20 – при $П_{\text{комф}} > П_{\text{крит}}$.

Нормативні, комфортні та критичні значення цитогенетичних показників використовують у біологічному еколого-гігієнічному моніторингу навколишнього природного середовища.

Контрольні питання

1. Чому виникла необхідність переведення показників біоіндикації в систему умовних показників ушкодженості (УПУ) біосистем?
2. За допомогою яких параметрів розраховують показник УПУ ?
3. Яке значення для стану біосистем має інтегральний показник ушкодженості (ІУПП)?
4. Чому за нормативне значення ушкодженості всіх біопараметрів приймають 30 %-й рівень?
5. Яким чином визначають нормативні значення для кожного показника біоіндикації?
6. Як оцінюється ступінь зміни біопараметрів під впливом несприятливих факторів?
7. Як розраховується інтегральний показник, що характеризує стан довкілля за загальним токсико-мутагенним фоном?
8. В чому полягає соціальне значення контролювання токсико-мутагенного фону довкілля?

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ»

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «Дніпровська політехніка» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок здобувачів вищої освіти різних закладів.

Результати засвоєння студентом матеріалу визначають після виконання лабораторних робіт за рівнем сформованості його компетентностей, згідно зі схемою додатка до диплома європейського зразка (табл. 4).

Таблиця 4 – Шкала оцінювання результатів

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Рівні сформованості компетентностей

Відмінно виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання та вміння для виконання повного обсягу завдань, передбачених лабораторною роботою, а також знання матеріалу означеної теми на рівні його творчого використання.

Добре виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання та вміння для виконання завдань, передбачених лабораторною роботою, на рівні аналогічного відтворення.

Задовільно виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив знання та вміння для виконання завдань, передбачених лабораторною роботою, на рівні репродуктивного відтворення.

Незадовільно виставляється, якщо при відповіді на питання студент виявив серйозні пробіли в знаннях основного матеріалу, допустив принципові помилки при виконанні лабораторної роботи на рівні, нижчому від репродуктивного відтворення.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти затверджений і введений в дію наказом Міністерства освіти і науки № 1241 від 13.11.2018 р. – Київ : МОН.
2. Розпорядження про схвалення Концепції підвищення рівня хімічної безпеки № 1571-р від 17 грудня 2008 р. – Київ : МОН. – 5 с.
3. Методичні вказівки до самостійної та науково-дослідницької роботи студентів з курсу "Хімія навколишнього середовища" [Електронний ресурс] / О.В. Кофанова, Т.В. Девтерова, Т.М. Назарова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 56 с.
4. Екологічна безпека : підруч. Шмандій В.М., Кліменко М.О., Голік Ю.С. / В.М.Шмандій, М.О.Кліменко та ін. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 366 с.
5. Екологічна безпека територій : колективна монографія / за ред. О.М.Адаменка, Я.О.Адаменка; [О.М.Адаменко, Я. О. Адаменко, Л.М. Архіпова та ін.]; Івано-Франківський націон. технічн. ун-т нафти і газу .- Івано-Франківськ :Супрун В.П.,2014. – 444 с.
6. Тиск на біосферу: реанімація чи шлях на Марс : монографія / Г.І.Рудько, О.М. Адаменко. – Київ-Чернівці :Букрек, 2014. – 336 с.
7. Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учебное пособие для хим., хим.-технол. и биол. спец. вузов / Д.С. Орлов, Л.К.Садовникова, И.Н.Лозановская. – М. : Высш. шк., – 2002. – 334с.
8. Гришко В.М., Сищиков Д.В, Піскова О.М. та ін. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека: Монографія / В.М.Гришко, Д.В.Сищиков, О.М.Піскова, О.В.Данильчук, Н.В.Машталер–Донецьк-Донбас. – 2012. – 304 с.
9. Біотехнології в екології : навч. посіб. / А.І.Горова, С.М.Лисицька, А.В.Павличенко, Т.В.Скворцова – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 184с.
10. Моніторинг довкілля : підручник / В.М. Боголюбов, М.О. Кліменко, В.Б.Мокін та ін. – Вінниця ВНТУ. – 2010. – 234 с.,
14. Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів. Методичні рекомендації / С.А. Риженко, А.І. Горова, Т.В. Скворцова та ін. – Київ : МОЗ України – 2007. – 36 с.
15. Моніторинг довкілля : підручник / В.М. Боголюбов, М.О. Кліменко, А.І. Горова та ін.; за ред. В.М.Боголюбова і Т.А.Сафранова – Херсон; Грінь Д.С., 2011. – 530 с.
16. Стратегія сталого розвитку : навч. посіб. / В.М. Боголюбов, В.А. Прилипко. – Херсон: Олді-плюс, 2009. – 322 с.
17. Екологічна безпека територій: колективна монографія / за ред. О.М.Адаменка, Я.О.Адаменка; (О.М. Адаменко, О. Адаменко, Я.М.Архіпова та ін.); Івано-Франківський націон. технічн. ун-т нафти і газу.- Івано-Франківськ: Супрун В.П. 2014. – 444 с.

18. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна небезпека : монографія / за ред. Д.М. Гродзинського, В.М. Гришка, Д.В. Сищикова, О.М. Піскова та ін.; Донецьк , Вид-во «Донбас». 2012. – 302 с.

19. Рильський О.Ф. Біоіндикація забруднення довкілля важкими металами з використанням пігментосинтезувальних мікроорганізмів : монографія / О.Ф. Рильський, Ю.Ю. Петруша – Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2017. – 300 с.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	3
1. Правила техніки безпеки.....	4
2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ.....	5
3. ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ.....	8
Лабораторна робота № 1. Еколого-гігієнічна оціна токсико-мутагенного фону атмосферного повітря	8
Лабораторна робота № 2. Еколого-гігієнічна оцінка токсико-мутагенного фону ґрунтів та водних джерел	14
Лабораторна робота № 3. Еколого-гігієнічна оцінка токсичності об'єктів довкілля за допомогою «ростового фітотесту».....	17
Лабораторна робота № 4. Методика розрахунку умовних показників зміни стану навколишнього середовища за токсико-мутагенним фоном.....	19
4. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ».....	22
Перелік рекомендованої літератури.....	23
ЗМІСТ.....	25

Горова Алла Іванівна
Лисицька Світлана Майорівна

ОСНОВИ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
студентами спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»

Друкується у редакційній обробці авторів

Підп. до друку 06.2021. Формат 30 x 28/3.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 2,0.
Обл.-вид. арк. 2,2 . Тираж 6 пр. Зам. №

НТУ «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.