

Міністерство освіти і науки України
Житомирський державний університет імені Івана Франка
Природничий факультет
Кафедра екології, природокористування та біології людини

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт з навчальної
дисципліни «Екологія» для студентів
спеціальності 6.040102 Біологія*

Житомир
Вид-во ЖДУ імені Івана Франка
2018

УДК 613: 577.118 : 616 – 074 (075.8)
ББК 51.204.ОЯ73
М 59

Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету імені Івана Франка (протокол № 11 від 27.02.2018 р.)

Рецензенти:

Іщук О.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біоресурсів, аквакультури і природничих наук Житомирського національного агроекологічного університету

Бордюг Н.С. – директор Житомирського обласного центру еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді Житомирської обласної ради, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

М 59 Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Екологія» для студентів спеціальності 6.040102 Біологія* / Укладачі: Алпатова О.М., Костюк В. С. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2018. – 38 с.

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Екологія» для студентів спеціальності 6.040102 Біологія* включають теоретичні відомості, практичну частину, завдання для самостійного виконання.

УДК 613: 577.118 : 616 – 074 (075.8)
ББК 51.204.ОЯ73

©Алпатова О.М.,Костюк В. С. уклад., 2018

ЗМІСТ

Вступ.....	3
<i>Лабораторна робота №1. Пристосування організмів до середовища існування.....</i>	<i>6</i>
<i>Лабораторна робота №2. Вивчення екологічної ніші виду.....</i>	<i>10</i>
<i>Лабораторна робота №3. Біологічна індикація та біологічний моніторинг....</i>	<i>12</i>
<i>Лабораторна робота №4. Визначення завантаження ділянки вулиці автомобільним транспортом.....</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторна робота №5. Визначення кількості антропогенних забруднень, що потрапляють у навколишнє середовище в результаті роботи автотранспорту.....</i>	<i>19</i>
<i>Лабораторна робота №6. Вивчення демографічних показників.....</i>	<i>23</i>
<i>Лабораторна робота №7. Визначення рівня радіаційного забруднення.....</i>	<i>25</i>
<i>Лабораторна робота №8. Визначення рівня шумового забруднення.....</i>	<i>28</i>
<i>Лабораторна робота №9. Розв'язування задач з екології.....</i>	<i>33</i>
Використана література.....	36

ВСТУП

Прискорення темпів науково технічного прогресу здійснює потужний негативний вплив людини на навколишнє середовище. В той же час сама людина є часткою біосфери від стану якою залежить його майбутнє існування. Сучасна екологія являє собою комплексну науку яка досліджує середовище існування живих істот (включаючи людину), вплив людської діяльності на екологічні системи усіх ієрархічних рівнів та розробляє науково обґрунтованні інженерно-технічні заходи, які направлені на збереження якості навколишнього середовища в умовах зростаючого промислового виробництва.

До найактуальніших проблем сьогодення, від яких залежить існування людства, є екологічні проблеми. Для їх вирішення перш за все необхідні нові підходи до природного середовища. Із розвитком цивілізації та науково-технічного прогресу, обсягів виробництва та його відходів проблеми стосунків між природою і суспільством дедалі загострюються. Спричинений економічними, політичними та серйозними екологічними прорахунками стан природного середовища України оцінюється фахівцями як критичний. Ліквідація глобальної екологічної кризи є на сьогодні найважливішим завданням людства. Велике значення для його вирішення має організація всебічної екологічної освіти, виховання екологічної свідомості студентів. Важливе значення у навчальному процесі має самостійна робота, яка сприяє розвитку та творчому мисленню студента. Вона націлена на розширення знань, які студенти отримують на лекційних заняттях.

Набуття екологічного мислення, екологічних знань та уміння студентами дозволить у майбутньому розробляти заходи та технології, які зможуть поліпшити умови існування людства на Землі.

Використання лабораторних робіт у навчальному процесі дозволяє збільшувати частку самостійної пошуково-пізнавальної діяльності студентів й надає можливість поєднувати репродуктивне і пошукове навчання і саме у такому сенсі є потужним засобом підвищення самостійної пізнавальної активності. За своїм змістом лабораторні роботи мають безпосереднє

відношення до самостійної роботи, яку в теорії навчання визначають як дидактичний засіб навчання, штучну педагогічну ситуацію, за допомогою якої викладач організує діяльність студентів.

Проведення лабораторних робіт у процесі вивчення окремих тем підвищують інтенсивність і самостійність навчальної діяльності студентів. Проведення лабораторних робіт на заняттях з екології створює передумови усвідомлення ролі і практичного значення набутих знань, виявленню аналітичних, організаторських здібностей, підвищує комунікативну культуру учнів, а головне включає учнів у різні види самостійно-пізнавальної діяльності – практичної, інтелектуальної, предметної.

Головне завдання, що покладається на лабораторні роботи, полягає у подоланні розриву між теорією і практикою, посиленні міжпредметних зв'язків, формуванні пізнавальної активності, адже у процесі проведення таких занять знання, отримані на теоретичних заняттях коректуються, адаптуються, визначається можливість їхнього застосування у різних практичних і побутових ситуаціях.

Лабораторна робота № 1

Тема: Пристосування організмів до середовища існування

Мета: розширити уявлення щодо пристосувальних можливостей організмів до середовища існування; виявити механізми утворення пристосовань; розвинути уміння щодо виявлення пристосувальних ознак організмів.

Обладнання: колекції комах, опудала птахів і ссавців, гербарні екземпляри рослин, фотографії та малюнки рослин і тварин.

Теоретичні відомості

Живий організм постійно знаходиться у нерозривній єдності з середовищем. Фактори навколишнього середовища забезпечують існування організму в просторі і часі. Проте зовнішнє середовище, а отже, і потрібні для життя організму умови, нестабільні. Отже зміна зовнішнього середовища, спонукає до змін й живі організми у відповідності до змінених умов середовища. Організм адаптується до нових умов життя, тобто набуває здатність асимілювати нові, вже змінені, умови, тобто пристосовується до середовища. У такий спосіб зовнішнє середовище здійснює постійний контроль життєдіяльності й розвитку організмів не лише підтримуючи їх існування, а й через власні зміни, обумовлюючи виникнення змін і в самих організмах, що й визначає розвиток і еволюцію живого світу. Засвоєння і використання факторів здійснюється організмом через адаптації.

Адаптації (лат. – пристосування) – це пристосування або засоби, за допомогою яких організм здійснює взаємодію з середовищем для підтримання гомеостазу і забезпечує безперервність існування у часі через нащадків. Завдяки цій здатності організми набули механізми захисту проти шкідливих впливів зовнішнього середовища. На рівні організму при різкій зміні навколишнього середовища адаптації дозволяють вижити у результаті перебудови фізіологічних функцій поведінки. Вони спрямовані на підтримання гомеостазу.

Рівні адаптацій: морфологічний, фізіологічний, біохімічний, поведінковий

Шляхи адаптації до несприятливих умов середовища:

1. активний – перебудова функцій організму (наприклад, виникнення теплокровності (гомойотермності);
2. пасивний – підпорядкування функцій організму змінам зовнішнього середовища (наприклад, холоднокровні, або пойкилотермні, тварини);
3. уникнення – уникнення несприятливих умов (таксиси у рослин, міграція у тварин, вироблення циклів розвитку у тварин і рослин).

У мінливому середовищі наступне покоління кожного виду має шанс зустрітися із абсолютно новими умовами. Отже їм потрібні не тільки усталені реакції попередніх поколінь, а потенційна здатність формувати власні адаптації до змінюваних факторів. Таким чином генетична програма будь-якого організму (від найпростішого до високоорганізованого) передбачає не завчасно сформовану адаптацію, а здатність її реалізації під впливом середовища. Це забезпечує виявлення лише життєво необхідних адаптаційних реакцій, що й сприяє заощадливому використанню енергетичних і структурних ресурсів організму. Надійність організму виявляється в ефективності його захисних пристосовань, в його стійкості до дії несприятливих факторів зовнішнього

середовища: дефіциту води та кисню, високої і низької температури, засолення і загазованості довкілля, іонізуючого опромінювання, інфекції та інше. Неприятливі фактори довкілля називаються стресорами, а реакцію організму на будь-які відхилення від норми – стресом. Стрес є першим спонукальним чинником адаптації організмів до змінюваних умов середовища. Адаптації завжди розвиваються під впливом трьох провідних чинників – мінливості, спадковості і природного добору. Здатність до адаптацій є одним із головних властивостей живого, оскільки забезпечує можливість організмів виживати і розмножуватися. Адаптації можуть існувати на рівні клітини, угруповань та екологічних систем. Вони виникають і змінюються з перебігом еволюції видів. Перебіг формування тривалої адаптації має такі етапи:

1. збільшення фізіологічної функції клітин, які відповідають за адаптацію, викликає зростання швидкості транскрипції РНК на структурних генах ДНК в ядрах цих клітин;

2. збільшення кількості і-РНК призводить до збільшення кількості, програмованих цією РНК, рибосом і полісом, де інтенсивно протікає процес синтезу клітинних білків;

3. маса структур зростає й відбувається збільшення функціональних можливостей клітини, що і є основою довготривалої адаптації.

Відомо, що найбільш значущі адаптації до факторів зовнішнього середовища є спадково зумовленими й сформувалися протягом історико еволюційного шляху виду. Організми адаптовані до постійно діючих факторів середовища: відомий геронтолог К.Верцар підкреслює, що зменшенням адаптаційних можливостей організму до змінених умов існування, можна характеризувати старість.

Без адаптивних реакцій життя ні в якому разі неможливе. періодичних факторів, але серед них необхідно виокремлювати первинні і вторинні. Первинними є ті фактори, які існували на Землі ще до виникнення життя, зокрема: температура, вологість, освітленість, приливи і відливи тощо. Отже пристосованість до названих факторів є найбільш древньою, а відтак і найбільш досконалою. Вторинні періодичні фактори: вологість, яка залежить від температури; рослинна їжа, яка залежить від циклічності розвитку рослин тощо, є наслідками дії первинних, вони виникли пізніше, а отже адаптації до них не завжди чітко прослідковуються. У високоорганізованих живих істот старість є наслідком погіршення адаптаційних реакцій, а також адаптаційної спроможності нервової системи. Вивчення фізіологічних особливостей рослин, пристосованих до дії абіотичних факторів середовища, має велике значення для розуміння, як напрямів еволюційного процесу, так і механізмів адаптації, які можуть проявлятися на структурному та фізіологічному рівнях організації.

На думку більшості авторів, еволюційно первинним середовищем життя було саме *водне* середовище. Мешканці водного середовища мають назву гідробіонти.

Особливості водного середовища існування: 1. відносна консервативність (амплітуда сезонних або добових коливань температури у водному середовищі незначна); 2. незначний вміст кисню; 3. висока густина, щільність і в'язкість води; 4. із глибиною тиск збільшується, а освітленість зменшується.

Мешканці водного середовища мають сукупність пристосувальних адаптацій до водних умов середовища. Пристосування гідробіонтів до високої щільності води: - відсутність або недорозвиненість механічної тканини; - активне вегетативне розмноження; - розвиток гідрохорії; - обтічна форма тіла; - пристосування для підвищення плавучості: скупчення жиру в тканинах, плавальні міхури у риб, повітряності порожнини у сифонофор; - способи пересування: вигинання тіла, за допомогою джгутиків, вій, реактивний спосіб пересування (головоногих молосків); - у придонних тварин зникає або слабо розвинений скелет, збільшуються розміри тіла, звичайна редукція зору, розвиток дотикових органів. Пристосування до недостатнього освітлення у воді: - розвиток хроматофорів великих розмірів; - гетерофілія (латаття, глечики, стрілолист); - зміна забарвлення тварин. Пристосування гідробіонтів до солоності води: - осморегуляція; - міграція. Пристосування до рухливості води: - прикріплення до нерухомих предметів (органи фіксації); - форми тіла (плоска у донний форм та кругла у глибоководних).

Хід роботи

1. Уважно ознайомтесь із усіма об'єктами дослідження.
2. Визначте вид рослини або тварини, середовище існування і спосіб життя.
3. Назвіть особливості організму, які забезпечують пристосовуваність до відповідного середовища існування.
4. Визначте, які переваги набули рослини або тварини з появою названих пристосовань. Отримані результати занести у таблицю 1.

Таблиця 1 Пристосовуваність організмів до середовища існування

Назва об'єкту	Середовище й умови існування	Назва адаптації	Риси пристосування	Біологічне значення пристосування

5. Заповніть таблицю 2.

Таблиця 2 Екологічні групи живих організмів по відношенню до середовища існування

Середовища існування	Екологічні групи та приклади живих організмів	Адаптації до відповідного середовища існування

Наземно-повітряне		
Водне		
Ґрунтове		
Організм як середовище		

6. З'ясуйте анатомо-морфологічні показники адаптацій рослин, наведених у таблиці 3, до різних факторів навколишнього середовища

Таблиця 3 Анатомо-морфологічні показники адаптацій різних груп рослин

Екологічні групи	Анатомо-морфологічні показники	Види адаптацій	Забезпечувана дія
Геліофіти			
Галофіти			
Гігрофіти			
Мезофіти			
Ксерофіти			

7. Наземно-повітряний спосіб життя організмів характеризується величезною різноманітністю умов існування, екологічних ніш, а відтак вимагає сукупності адаптацій до такого способу життя. У таблиці 4. доповніть перелік особливостей наземно-повітряного середовища (колонка №2). Знайдіть відповідність між особливостями середовища й пристосуванням до цієї особливості та заповніть колонку №3.

Таблиця 4. Пристосування організмів до наземно-повітряного середовища життя

№ за/п	Особливості наземно-повітряного середовища:	Пристосування тварин до умов середовища
1	Велика амплітуда зміни екологічних чинників	механізми терморегуляції;
2	Неоднорідність середовища	періодичність і ритміка життєвих циклів;
3	Дія сил земного тяжіння;	цілеспрямована рухливість тварин у пошуках їжі та ін.
4	Низька щільність повітря.	складна будова тіла і його покривів;
5		

Висновки. Зробіть висновок про значення пристосування організмів до середовища. Поясніть, яким чином виникли певні пристосувальні ознаки.

Запитання

1. Яку роль відіграють адаптації у природі?
2. Назвіть найбільш поширені адаптації?
3. Що є джерелом адаптацій?
4. Як Ви вважаєте, чи виникають пристосувальні зміни у сучасних організмів?
5. У чому полягає правило Бергмана?
6. Яке середовище існування вимагає найбільшої кількості пристосувань?
7. Яку роль відіграють адаптації у житті людини?

Лабораторна робота №2

Тема: Вивчення екологічної ніші виду

Мета роботи: сформулювати поняття про екологічну нішу виду, навчитися складати опис екологічної ніші за результатами спостережень та літературними даними; вивчити вплив екологічних факторів на досліджуваний вид організму.

Обладнання: гербарій різних видів рослин, колекції комах, чучела тварин, визначники рослин, комахи, підручники.

Теоретичні відомості

Організми кожного виду вимагають певної сукупності умов навколишнього середовища – екологічної ніші, яку вони і займають, за умови якщо їм вдається знайти ділянку із прийнятними умовами існування. Тривалий час існування популяції в екологічній ніші можливо лише тоді, коли її не витискають вороги, проте коли конкуренція з боку інших видів посилюється, вид займає лише певну ділянку екологічної ніші.

Отже, екологічна ніша – це ті умови середовища, які є необхідними для підтримання життєдіяльності популяції, а також усі необхідні для цього ресурси у відповідній кількості. Тобто екологічна ніша є місцем виду у природі, переважно біоценозі, яке вбирає як його розташування у просторі, так і функціональну роль в угрупованні, відношення до абіотичних умов існування. Необхідно наголосити, що ніша не просто фізичний простір, який займає організм, але і його місце в угрупованні, яке залежить від екологічних функцій. Ю.Одум образно визначив екологічну нішу як —професію| організму у тій системі видів, до якої він належить, а його місце існування – назвав — адресою виду.

Екологічну нішу, яка є необхідною для виду за його фізіологічними показниками, називають фундаментальною, а ту, в межах якої вид реально зустрічається в природі, - реалізованою. Таким чином, реалізована ніша є тією частиною фундаментальної ніші, яку даний вид, популяція, здатні посісти в результаті конкурентної боротьби.

У той же час кожна ділянка може включати певну кількість ніш. Наприклад, масив лісу може створювати екологічні ніші дрібним птахам, дубам, павукам та іншим тваринам і рослинам.

Хід роботи

1. Розгляньте підготовлені для роботи види рослин і тварин.
2. Складіть опис екологічної ніші цих видів за таким планом.

План опису рослин

1. Назва виду: його систематичне положення: відділ, клас, родина, рід, вид.
2. Морфологічні особливості: коренева система і ступінь її розвитку, пагін – тип розгалуження гілок; лист – тип листа, форма листової пластинки, жилкування, листорозташування, розмір листової пластини (верхня і нижня межа); квітка – формула, тип суцвіття; плід – тип плоду.
3. Місцеіснування. Кліматичні фактори: температура (середня, мінімальна, максимальна), вологість, освітлення. Тип ґрунту. Які місця існування є найбільш сприятливими для цього виду: відкриті, закриті, рівнини, схили, гориста місцевість.
4. Фізіологічні особливості: час появи перших листків (сходів), час бутонізації, цвітіння (початок і тривалість); запилення – як відбувається, особливості, пристосовуваність до запилення; час утворення плодів, способи поширення плодів і насіння, пристосовуваність до поширення. Особливості вегетативного розмноження. Пристосовуваність до несприятливих умов. Сезонні явища виду.
5. Екологія виду. Положення виду у рослинному світі, інші близькородинні види у рослинному світі, конкуренція інших видів, її інтенсивність. Положення виду у ланцюгу харчування, якими тваринами використовується.

План опису тварин

1. Назва виду: його систематичне положення (тип, клас, загін, родина, рід, вид).
2. Морфологічні особливості: опис зовнішнього виду (характерні ознаки, розміри, спосіб пересування).
3. Фізіологія: особливості харчування, дихання, виділення, розмноження. Статева відмінність між особинами, особливості розвитку, піклування про потомство, середня тривалість життя, час настання статевої зрілості. Особливість поведінки: розвиток органів чуття, реакція на несприятливі фактори, види спілкування.
4. Середовище існування. Риси пристосування, спосіб життя.
5. Екологія виду. Місцеіснування тварини, взаємозв'язки з іншими видами, місце у ланцюгу харчування.
6. Запишіть результати дослідження.

Висновки. Зробіть висновки щодо умов існування певного виду рослин та тварин, взаємозв'язки, які забезпечують існування виду у природних умовах.

Лабораторна робота № 3

Тема: Біологічна індикація та біологічний моніторинг

Мета роботи: ознайомитися з теоретичними основами біологічної індикації й біологічного моніторингу, універсальними та спеціальними тест-організмами. Визначити основні чинники забруднення навколишнього середовища за допомогою тест-організмів.

Теоретичні відомості

Чутливість організмів до змін умов середовища й особливо до наявності конкретних хімічних домішок покладена в основу біологічної індикації й біотестування, яку використовують поряд з інструментальними методами оцінки забруднення природного середовища. Рідкі, як правило, стенобіонтні (потребуючі строго певних умов існування) види часто найкращі індикатори (показники) стану довкілля. Їх часткове або повне зникнення служить доказом дії несприятливих антропогенних чинників на середовище існування в конкретних локальних зонах.

Біоіндикація – оцінка стану навколишнього середовища за реакціями живого організму. Ці реакції дозволяють оцінити антропогенний вплив на довкілля в показниках, що мають біологічний зміст. Показником якості умов існування служить і загальна кількість видів, що мешкає у даній місцевості. Зменшення кількості видів може раніше, ніж виявиться зниження загальної чисельності особин або родючості ґрунтів, вказувати на зміну стану довкілля або забруднення.

У лісових масивах зручними індикаторами якості середовища служать жуки-короїди. Дуже ослаблені дерева, що відмирають, заселяються короїдами. Однак, якщо причиною загибелі дерев послужили фактори, не характерні для природного середовища, короїди не з'являються. Відмирання насаджень при відсутності заселення їх жуками-короїдами – надійний доказ антропогенного забруднення атмосфери.

Для біоіндикації довкілля використовуються рослини й тварини, які мають різну стійкість до антропогенних впливів. Рослини служать хорошим показником зміни якості середовища в результаті антропогенного забруднення (табл. 1).

Таблиця 1. Рослини-біоіндикатори антропогенного забруднення атмосфери

Індукований фактор забруднення довкілля	Рослина-біоіндикатор
Загальне забруднення	Лишайники й мохи
Важкі метали	Слива, квасоля звичайна
Діоксид сірки (SO ₂)	Ялина, люцерна
Фтористий водень (HF)	Кісточкові плоди, гладіолус
Хлористий водень (HCl)	Береза бородавчаста, суниця лісова
Аміак (NH ₃)	Соняшник, кінський каштан
Сірководень (H ₂ S)	Шпинат, горох
Фотосмог	Кропива, тютюн

Біоіндикація тварини більш цікава як об'єкту, фізіологічно близького до людини. За їх реакціями можна передбачати наслідки впливу забруднення не

лише для природи, але й для людини. Мікроби найбільш швидко реагують на зміни екологічного стану навколишнього середовища, тому в якості біоіндикаторів найкраще підходять для санітарно-медичних експериментів.

На сьогодні не для всіх шкідливих речовин встановлені гранично допустимі концентрації, водночас далеко не кожен з них можна визначити безпосередньо при хімічному аналізі. Біологічне тестування можна вважати обов'язковою умовою для отримання інтегральних оцінок забруднення ксенобіотиками – будь-якими речовинами, чужорідними для організму або групи організмів різного виду, що викликає порушення біотичних процесів, включаючи їх загибель. У ряді випадків, особливо в умовах аварійної ситуації, необхідний експрес-аналіз самого факту забруднення водою. Хоча біоіндикація не дозволяє встановити увесь спектр ксенобіотиків у воді (якщо вони не відомі з інших джерел), проте загальний висновок про якість води можна одержати швидко і досить надійно. Як правило, в якості організмів-індикаторів забруднення води, використовують бактерії, водорості, безхребетних (інфузорії, ракоподібні, молюски).

Спостереження за дикоростучими рослинами (табл. 2) дає можливість судити про характер і стан ґрунту, оскільки середовище існування рослин значною мірою визначається такими властивостями ґрунтів, як вологоємність, структура, щільність, температура, вміст кисню, поживних речовин, важких металів і солей.

Таблиця 2. Рослини-біоіндикатори стану ґрунтів

Індукований фактор забруднення довкілля	Рослина-біоіндикатор
Засоленість ґрунтів	Галофіти; наприклад, лобода
Застійна вологість ґрунтів	М'ята, польовий хвощ
Підвищена сухість ґрунтів	Ромашка, полинь
Підвищена вологість ґрунтів	М'ята, щавель, хвощі
Підвищена ущільненість ґрунтів	Пирій, жовтець повзучий
Піщаність ґрунтів	Мокриця, коров'як
Глинястість ґрунтів	Жовтець повзучий, кульбаба, дим'янка

Завдання 1

Ознайомтеся з таблицею 3 і виявіть спеціальні тест-організми, що реагують тільки на один забруднювач, та універсальні біоіндикатори, що одночасно реагують на велику кількість забруднювачів. На підставі зроблених висновків складіть власні таблиці рослин-індикаторів у лабораторному журналі.

Завдання 2

За допомогою складених таблиць визначте хімічний склад та ймовірні джерела забруднень, які призвели до хвороб рослин-індикаторів на присадибній ділянці або вздовж вулиці, неподалік від вашого будинку. Отримані дані занесіть до лабораторного журналу.

Таблиця 3. Організми-біоіндикатори стану довкілля

Вид забруднення	Біоіндикатори (тест-організми)	Ознаки хвороби, викликані дією ксенобіотиків
Діоксид сірки (SO ₂)	Люцерна, гречка, подорожник великий, горох, конюшина	Міжжилкові некрози й хлорози
Діоксиди азоту (NO, NO ₂)	Шпинат, махорка, селера	Міжжилкові некрози
Хлор (Cl ₂)	Шпинат	Збліднення листя
Етилен (C ₂ H ₄)	Петунія Салат, помідор	Відмирання квіткових бруньок, здрібніння квіток Закручування країв листя
Озон (O ₃)	Тютюн, смородина червона Шпинат	Некротичні плями на верхній стороні листя Некрози верхньої сторони листя
Фтористий водень (HF)	Гладіолус, тюльпан, петрушка кучерява Бджола медоносна	Некрози верхівок і країв листя Захворювання й загибель
Пероксиацетилнітрат	Кропива пекуча Метлиця однолітня	Смугасті некрози на нижній стороні листя Смугасті некрози листочків
Сполучення шкідливих речовин у повітрі (SO ₂ , HCl, NO, NO ₂ , HF)	Листуваті й кущуваті лишайники Ялиця, ялина, сосна звичайна	Зниження вмісту хлорофілу, зменшення вмісту живих клітин водоростей Зниження вмісту хлорофілу хвоїнок, зменшення й затримка росту дерев
Радіонукліди (Sr ⁹⁰ , Cs ¹³⁷)	Оленячі та ісландські мохи, лишайники	Нагромадження в сухій речовині рослини
Фторид-іон, іони	Мохи (сфагнум й ін.),	Нагромадження в сухій

важких металів (Pb, Zn, Cd, Mn, Cu)	мітлиця повзуча, мітлиця тонка, гірчиця біла, листова капуста, кінський каштан Бджола медоносна	речовині рослини Нагромадження в меді
-------------------------------------	---	--

Контрольні запитання і завдання:

1. Намалюйте в лабораторному журналі на вибір п'ять рослин з приведеної вище таблиці.
2. Перечисліть рослини-індикатори, які зустрічаються поблизу вашої оселі.
3. Які живі організми називають універсальними біоіндикаторами?

Лабораторна робота №4

Тема: Визначення завантаження ділянки вулиці автомобільним транспортом

Мета роботи: ознайомитись з факторами, які впливають на завантаження, рівнем шуму і концентрацією забруднюючих речовин поблизу автомобільної дороги. Освоїти методики визначення рівня шуму та інтенсивності руху автотранспорту.

Теоретичні відомості

Дослідження, проведені фахівцями багатьох країн, показують, що концентрації шкідливих речовин, які викидаються з вихлопними газами автомобільним транспортом, найбільш високі в районах, прилеглих до великих населених пунктів.

Дослідження швейцарських фахівців показують, що найбільш інтенсивне зменшення концентрації забруднюючих речовин відбувається в зоні 12–20 м від дороги. Таким чином, між будинками й у місцях з напівзамкнутою забудовою накопичуються значні концентрації ксенобіотиків. Тому в щільно забудованій приміській зоні чи в населених пунктах концентрації забруднюючих речовин значно вищі, ніж на відкритій місцевості.

У зв'язку з цим у ряді міст США та країн ЄС рекомендовано заборонити стоянку автомобілів у центрі міста, заборонити будь-який рух транспорту, (крім рейсових автобусів і електротранспорту) головними вулицями, обмежити пересування вантажного транспорту вдень, зменшити кількість таксі.

Значною мірою зменшити ступінь забруднення повітря вихлопними газами автомобілів можна за рахунок поліпшення технічних характеристик проєктованої автомобільної дороги. Так, за даними досліджень у США, магістральні дороги для швидкісного руху з невеликими подовжніми ухилами (до 3 %) дозволяють зменшити витрати бензину на 20 % для легкових і на 70 % для вантажних автомобілів у порівнянні з ухилом 6 %. Скорочення витрат

палива приводить, у свою чергу, до зменшення кількості викидів вихлопних газів.

Поблизу транспортних шляхів спостерігається високий рівень шумового навантаження. Як відомо, фізіологічної адаптації до шуму не існує. Шум призводить до зниження продуктивності праці на 5–30 % для різних категорій робітників і службовців. Зниження сприйняття навчальної інформації через негативний вплив транспортного шуму залежно від контингенту учнів складає 70–95 %. Частково зменшити рівень шуму можна за допомогою зелених насаджень (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив зелених насаджень на рівень шуму

<i>Вид насаджень</i>	<i>Ширина смуги, м</i>	<i>Зниження рівня шуму, дБ</i>
Однорядні шахові	10-15	4-5
	16-20	5-8
Дворядні з відстанню між рядами 3-5 м	21-25	8-10
Трирядні	26-30	10-12

Хід роботи

Студенти розподіляються на групи по троє в кожній (один підраховує, другий записує, третій оцінює ситуацію), які після інструктажу займають спостережні пункти по обидва боки вулиць із поживавленим рухом автотранспорту — в центрі міста на ділянках, де багато транспортних розв'язок і світлофорів тощо.

Збирати матеріал можна як упродовж одного практичного заняття, так і в різні години доби протягом тривалого часу. Під час роботи звертають увагу на наявність насаджень, які поглинають пил та інші забруднюючі речовини, зменшують шумове навантаження, регулюють мікроклімат (вміст вологи, кисню, оксидів вуглецю, іонів, фітонцидів).

В даній роботі інтенсивність руху автотранспорту визначають методом триразового підрахунку автомобілів різних типів — по 20 хв. під час кожного спостереження (о 8-й, 13-й і 18-й год.). Дані заносять у таблицю.

Таблиця. Кількість автомобілів на визначеному відрізку автодороги за час спостереження

Вул. _____

Тип автомобіля	Кількість автомобілів в різний період доби, шт.					
	8 год.		13 год.		18 год.	
	за 20 хв	за 1 год	за 20 хв.	за 1 год	за 20 хв.	за 1 год
Легкої вантажності,						

до 3т						
Середньої вантажності, до 5т						
Важкої вантажності						
Мікроавтобус						
Автобус						
Легковий автомобіль						

Завдання 1

Підрахуйте загальну кількість руху автотранспорту за одну годину в кожен відрізок часу спостереження. Визначте орієнтовну кількість автотранспорту, який проїжджає на даній ділянці вулиці за добу.

Оцінку завантаженості вулиць автотранспортом визначають за інтенсивністю руху:

- низька інтенсивність руху — 2,7—3,6 тис. автомобілів за добу;
- середня інтенсивність руху — 8—17 тис. автомобілів за добу;
- висока інтенсивність руху — 18—27 тис. автомобілів за добу.

У висновках здійсніть оцінку інтенсивності руху транспорту на окремих вулицях міста, побудуйте графіки, обговоріть заходи по зменшенню негативного впливу транспорту на стан довкілля. Результати роботи подайте у вигляді графіків.

Рекомендації:

При побудові графіка по осі ординат відкладають число машин, а по осі абсцис – час (в годинах для добової динаміки). Криві інтенсивності руху будують як окремо для кожного виду транспорту, так і для загальної їх кількості.

В результаті проведеного моніторингу руху транспорту за таблицею 2 визначте рівень шуму на автодорогах міста. Перед виконанням завдання ознайомтесь з наступною інформацією. Децибел – одиниця вимірювання інтенсивності звуку, рівна 0,1 бела. Інтенсивність звуку в 10 дБ перевищує поріг чутливості слуху в 10 разів. Больовий поріг в 120 дБ – в 1 трильйон (10¹²) раз вищий, а поріг чутливості слуху. Для аудиторії та квартири гігієнічною нормою рівня шуму вважають 40 дБ, для районів жилої забудови – 55 дБ вдень та 45 дБ – в нічний час, на транспортних магістралях – 80 дБ.

Таблиця 2. Рівень шуму (дБ) на автодорогах залежно від інтенсивності та швидкості руху

Кількість	Швидкість руху км/год
-----------	-----------------------

автомобілів за годину				
	30	40	50	60
	Рівень шуму, дБ			
50	63,5	65	66,5	68
100	66,5	68	69,5	71
230	69,5	71	72,5	74
400	71,5	73	74,5	76
880	74,5	76	77,5	79
1650	76,5	78	79,5	81
3000	78,5	80	81,5	83
5000	79,5	81	82,5	84

Проведіть аналіз шкали сили звуку (табл. 3) і оцініть рівень шуму в ситуаціях, які щоденно виникають у жителів даної території

Таблиця 3. Джерела шумового забруднення навколишнього середовища

Джерело шуму	Рівень шуму, дБ	Реакція організму на тривалу дію шуму
Шум листя. прибою	20	Заспокійлива
Середньої сили звуку в квартирі, аудиторії	40	Гігієнічна норма
Всередині приміщення, розташованого на автомагістралі	60	Прояви роздратованості, втомлюваності, головної болі
Телевізор	70	
Поїзд (в метро, на залізничній дорозі)	80	
Людина, що кричить	80	
Мотоцикл	90	
Дизельна вантажівка	90	
Реактивний літак, що летить на висоті 700 м	95	Поступове послаблення слуху, ознаки нервово-психічного стресу (пригніченість, збудженість, агресивність)
Шум на текстильній фабриці	110	
Ткацький верстат	120	Викликає шумове оп'яніння,
Відбійний молоток	120	

Реактивний двигун при злеті (на відстані 25 м)	150	порушення сну і психічного здоров'я. Виникає глухота.
На дискотеці	175	

Побудуйте узагальнений графік рівню шуму на ділянках автомагістралей, визначте вулиці міста з найбільшим рівнем шумового навантаження. Запропонуйте власні заходи щодо зменшення дії шуму на довкілля, які слід провести на певних ділянках автомагістралей. Вкажіть особливості конструкцій зелених насаджень, які використовують при проведенні шумозахисних заходів.

Контрольні запитання і завдання

- 1. Перечисліть фактори негативного впливу автотранспорту на довкілля.*
- 2. Запропонуйте заходи для зменшення шумового навантаження природного середовища?*
- 3. Назвіть особливості зелених насаджень, які потрібно враховувати для отримання їх максимального шумозахисного ефекту.*

Лабораторна робота № 5

Тема: Визначення кількості антропогенних забруднень, що потрапляють у навколишнє середовище в результаті роботи автотранспорту

Мета: Вивчити експрес-методику визначення ступеня забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, що містяться у вихлопних газах міського автотранспорту.

Теоретичні відомості

Суттєвою складовою забруднення повітряного середовища міст, особливо великих, є вихлопні гази автотранспорту, які в ряді столиць світу та країн СНД, містах-курортах складають 60-80% від загальних викидів (для порівняння: частка забруднення в викидах парникових газів - приблизно 10%, в скидах шкідливих речовин зі стічними водами - близько 3%). Багато країн, у тому числі й Україна, приймають різні заходи щодо зниження токсичності викидів шляхом кращого очищення бензину, заміни його на більш чисті джерела енергії (газове паливо, етанол, електрика), зниження свинцю в добавках до бензину.

Проектуються більш економічні двигуни з більш повним згорянням пального, створення в містах зон з обмеженим рухом автомобілів та ін. Незважаючи на вжиті заходи, з року в рік зростає кількість автомобілів, і забруднення повітря не знижується. Відомо, що автотранспорт викидає в повітряне середовище більше 200 компонентів, серед яких чадний газ, вуглекислий газ, оксиди азоту і сірки, альдегіди, свинець, кадмій і канцерогенна група вуглеводнів (бензопірен і бензоантроцен). При цьому найбільша кількість токсичних речовин викидається автотранспортом в повітря на малому ході, на

перехрестях, зупинках перед світлофорами. Так, на невеликій швидкості бензиновий двигун викидає в атмосферу 0,05% вуглеводнів (від загального викиду), а на малому ходу - 0,98%, окису вуглецю відповідно 5,1% і 13,8%. Підраховано, що середньорічний пробіг кожного автомобіля 15 тис. км. В середньому за цей час він збіднює атмосферу на 4350 кг кисню і збагачує її на 3250 кг вуглекислого газу, 530 кг окису вуглецю, 93 кг вуглеводнів і 7 кг окислів азоту.

У таблиці 1 наведено вплив складових вихлопних газів на здоров'я людини.

Таблиця 1. Вплив вихлопних газів автомобілів на здоров'я людини

Шкідливі речовини	Наслідки впливу на організм людини
Окис вуглецю (CO)	Перешкоджає адсорбуванню кров'ю кисню, що послаблює розумові здібності, сповільнює рефлекси, викликає сонливість і може стати причиною втрати свідомості і летального результату
Окисли азоту (NxOx)	Збільшують сприйнятливність організму до вірусних захворювань (типа грипу), дратують легені, викликають бронхіт і пневмонію, набряк легенів
Сірчастий ангідрид (SO ₂)	Подразнює слизову оболонку органів дихання, викликає кашель, порушує роботу легенів; знижує опірність до простудних захворювань, може загострити хронічні захворювання серця, а також викликає бронхіт
Свинець (Pb)	Сприяє появі відхилень у функціонуванні статевої системи, дефектів у новонароджених, уповільнення розвитку дітей з самого раннього віку, викликає безпліддя, спонтанні аборти та інші порушення

Дана лабораторна робота дає можливість оцінити завантаженість ділянки вулиці різними видами автотранспорту, оцінити рівень забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, що містяться у вихлопних газах міського автотранспорту.

Хід роботи

Виберіть кілька різних ділянок автотраси завдовжки близько 100 м.

Визначте число одиниць автотранспорту, що проходять по вибраній ділянці протягом 30 або 60 хв. При цьому враховуйте, скільки автомобілів певного типу (легкові, вантажні, автобуси, дизельні вантажні автомобілі) проїхало по вибраній ділянці. У тому випадку, якщо спостереження зайняло 30 хв., отриманий результат помножте на 2.

Розрахуйте середнє число врахованих автомобілів для кожного типу автотранспорту в залежності від кількості обраних ділянок траси, після чого заповніть таблицю 2.

Таблиця 2. Середнє число врахованих автомобілів

Тип автотранспорту	Всього за 1 годину
Легкові	
Вантажні	
Автобуси	
Дизельні	

Кількість викидів шкідливих речовин, що надходять від автотранспорту в атмосферу, можна оцінити розрахунковим методом. Вихідними даними для розрахунку кількості викидів є:

- число одиниць автотранспорту, що проїжджали по виділеній ділянці дороги в одиницю часу;
- норми витрати палива автотранспортом.

Середні норми витрати палива при русі в умовах міста наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Середні норми витрати палива

Тип автотранспорту	Середні норми витрати палива (л на 100 км)	Питома витрата палива Y_a (л на 1 км)
Легкові	8-14	0,08-0,14
Вантажні	29-33	0,29-0,33
Автобуси	41-44	0,41-0,44
Дизельні	31-34	0,31-0,34

Значення емпіричних коефіцієнтів (K), що визначають викид забруднюючих речовин від автотранспорту в залежності від виду пального, наведені в таблиці 4.

Таблиця 4. Значення емпіричних коефіцієнтів

Види палива	Значення коефіцієнта (K), г/кг				
	CO	SO ₂	NO ₂	Pb	CnHn
Бензин	395	1,6	20,0	0,7	34,0
Дизельне паливо	9,0	6,0	33,0	-	- 20,0

Коефіцієнт чисельно дорівнює кількості шкідливих викидів відповідного компонента при згоранні в двигуні автомашини кількості палива, рівного питомій витраті (л/км).

Обробка результатів

Розрахуйте загальний шлях, пройдений встановленим числом автомобілів кожного типу за 1 годину (La , км) за формулою:

$$La = Na L, (2.1)$$

де Na – число автомобілів кожного типу; L – довжина ділянки, км; a – позначення типу автомобіля.

Розрахуйте кількість палива різного виду (Qa), що спалюється при цьому двигунами автомашин, за формулою:

$$Qa = Ya \cdot La, (2.2)$$

де Y – питома витрата пального (л/км); L – довжина ділянки, км; a – позначення типу автомобіля.

Визначте загальну кількість спаленого пального кожного виду і занесіть результат в таблицю 5.

Таблиця 5. Загальна кількість спаленого пального

Тип автотранспорту	Qa	
	Бензин	Дизельне паливо
Легкові		
Вантажні		
Автобуси		
Дизельні		
Всього (ΣQ)		

Розрахуйте обсяг забруднюючих речовин, що виділилися, в літрах по кожному виду палива, перемноживши відповідні значення ΣQ та емпіричних коефіцієнтів K . Занесіть результати в таблицю 6.

Таблиця 6. Обсяг забруднюючих речовин, що виділилися

Види палива	Кількість шкідливих речовин, л				
	CO	SO ₂	NO ₂	Pb	CnHn
Бензин					
Дизельне паливо					
Всього (V)					

Контрольні запитання:

1. Які речовини відносяться до забруднювачів повітря?
2. Який вклад вносить автотранспорт у забруднення об'єктів навколишнього середовища в містах?
3. Порівняйте забруднюючі речовини, що виділяються бензиновими і дизельними двигунами. Який тип палива завдає більшої шкоди навколишньому середовищу?
4. Які прямі критерії оцінки стану атмосфери ви знаєте?

Лабораторна робота № 6

Тема: Вивчення демографічних показників

Мета: Навчитися збирати дані про тривалість життя, смертності і народжуваності людей; будувати з використанням цих даних криві виживання для різних періодів; пояснювати на основі графіків, як змінилася тривалість життя (за останні 80-100 років) і як це вплинуло на зростання населення.

Теоретичні відомості

Сучасний етап розвитку людства характеризується прискореним ростом народонаселення. Зростання населення Землі набуло стрімких темпів і отримало назву *демографічного вибуху*. В даний час на планеті кожну хвилину народжуються приблизно 180 осіб, кожну секунду народжується 21 і вмирають 19 осіб. Таким чином, населення Землі збільшується на 2 особи в секунду, на 250 тисяч щодня. За рік приріст складає приблизно 80 млн., причому він практично весь припадає на країни, що розвиваються. Так, темпи зростання населення Кенії (Східна Африка) – близько 4% на рік – більш високі, ніж в будь-якій країні світу. У той же час найбільші країни – США, Росія характеризуються зменшенням річного приросту до 0,5% і цей показник продовжує падати, а в Європі він близький до нульового.

У наш час подвоєння чисельності людей на планеті відбувається за 35 років, а виробництво їжі зростає на 2,3% в рік і подвоюється за 30 років.

Демографи зазвичай користуються загальними коефіцієнтами народжуваності та смертності. Загальний коефіцієнт народжуваності відображає число живонароджених дітей на 1000 жителів за рік до середини цього року (до 1 липня). Загальний коефіцієнт смертності – число смертей за рік на 1000 жителів до середини цього року. В Росії коефіцієнт смертності з початку 90-х років перевищував коефіцієнт народжуваності. Цей феномен отримав назву «Російського хреста».

Хід роботи

I. Зростання народонаселення і сумарний коефіцієнт народжуваності

Робота виконується парами.

- 1) Відрізки паперової стрічки будуть відповідати ступеням статевовікової піраміди. Нехай відрізок довжиною 1 (2) см відповідає 1000 чоловік. Домовимося, що в кожній віковій групі однакова кількість чоловіків і жінок.

2) Відкладіть по вертикальній осі вікову шкалу. Для цього наклейте вертикально смужку стрічки. Розмітьте на ній вікові інтервали по 10 років. Їх довжина повинна відповідати ширині стрічки. Вік збільшується знизу вгору: 0-9 років і т.д. до 90-100 років.

3) Припустимо, що дві популяції А і Б, що включають кожна 5000 чоловік віком 0-9 років, 4000 від 10 до 19 років і 3000 від 20 до 29 років, заселяють дві нещодавно відкриті і придатні для життя планети. За допомогою паперової стрічки представте склад обох популяцій праворуч і ліворуч від вікової шкали.

4) Вам потрібно побудувати криву зростання популяцій, враховуючи народження дітей, збільшення віку, смерть від старості. Для цього складіть для кожної популяції наступну таблицю 1.

Таблиця 1. Демографічні показники

Роки	Число новонароджених	Число померлих	Природний приріст (новонароджені мінус померлі)	Загальна чисельність (тис. чоловік)
0 10 20 й т.п.				

II. Припустимо, що в кожній популяції тривалість життя складає 60 років. У популяції А сумарний коефіцієнт народжуваності становить 4, а в популяції Б - 2. Припустимо, що відтворення відбувається у віковій групі 20-29 років. Пересувайте усі смужки паперової стрічки на одне ділення (інтервал в 10 років) вгору, додаючи знизу нову смужку, що позначає новонароджених. Майте на увазі, що їх число дорівнює половині кількості людей з віком 20-29 років (кількість жінок, здатних до дітородіння), помноженої на коефіцієнт народжуваності. Коли смужки перетинають позначку середньої тривалості життя, їх прибирають (люди старше 60 років вмирають).

Для кожного 10-річного інтервалу занесіть відповідні дані в таблицю. Не забувайте видаляти самі верхні смужки (що перетинають лінію 60 років). Зробіть записи для дев'яти інтервалів (періоду 90 років). При побудові графіка відкладайте по осі абсцис роки, а по осі ординат – чисельність людей. Обидві криві представте на одному графіку.

Дайте відповідь на питання:

1) Порівняйте зростання чисельності двох популяцій.

А. Чи припиниться коли-небудь зростання популяції А? Через який час її чисельність подвоїться?

Б. Чи подвоїться чисельність популяції Б?

В. Як впливає сумарний коефіцієнт народжуваності на зростання населення?

2) Порівняйте статевовікові межі двох популяцій.

А. Яка форма піраміди і кривої зростання популяції А?

Б. Яка форма піраміди і кривої зростання популяції Б?

3) Порівняйте ці статеві піраміди з ситуацією в розвинених країнах і країнах, що розвиваються.

4) Зростання населення і тривалість життя. Повторіть роботу, додавши смужки ще для трьох вікових груп, щоб показати збільшення тривалості життя до 90 років. Заповніть таблицю і представте дані графічно.

5) Як вплине на зростання двох популяцій збільшення пострепродуктивної тривалості життя? Чи буде популяція А рости набагато швидше? Чи буде безперервно зростати популяція Б?

6) За рахунок чого головним чином зростає населення (збільшення тривалості життя або коефіцієнта народжуваності)?

Зробіть загальний висновок по роботі.

Контрольні запитання:

1. Як впливають на чисельність населення коефіцієнти народжуваності, смертності та міграція?

2. Як впливає на чисельність населення середня кількість дітей у жінок в репродуктивному віці?

3. Як впливає на чисельність населення процентне співвідношення чоловіків і жінок у кожній віковій групі?

4. Які сучасні методи регулювання чисельності населення вам відомі?

5. Чи впливає проблема тривалості життя на проблему перенаселення?

Лабораторно-практична робота №7

Тема: Визначення рівня радіаційного забруднення

Мета: оволодіти знаннями, уміннями та навичками, пов'язаними із визначенням рівня радіаційного забруднення навколишнього середовища.

Обладнання: дозиметр побутовий ИРД – 0251 або - Белла, дозиметр - ЄКО або інші види дозиметрів.

Теоретичні відомості

З моменту виникнення життя на Землі завжди існувало під впливом іонізуючого випромінювання. Іонізуючим називають випромінювання, взаємодія якого із середовищем приводить до утворення позитивно і негативно заряджених частинок – іонів. У 1896 році французький вчений Анрі Беккерель уперше встановив явище радіоактивності – здатність окремих речовин самочинно розпадатися, яке супроводжується іонізуючим випромінюванням.

Згадаємо, що радіоактивний розпад – це явище самочинного перетворення ядер атому певного елемента у ядра атомів інших елементів, яке супроводжується виділенням альфа- і бета-частинок та гамма промінів.

Випромінювання буває корпускулярне (розпад супроводжується виділенням частинок альфа-, бета-, нейтронів, протонів, мезонів тощо) та

електромагнітне, за якого виділяється квант енергії, - рентгенівське або гамма випромінювання.

Радіаційний фон Землі складається із різних джерел. Приблизно 30% природного фону іонізуючого випромінювання складають космічні промені, коло 70% - випромінювання від розсіяних у ґрунті, атмосфері, воді, радіоактивних елементів – торію, урану, радію. Продукти їх розпаду утворюють α -, β - і γ -випромінювання.

Радіоактивні ізотопи ^{40}K , ^{14}C , ^3H входять до складу клітин і тканин організму і привносять свою частку до природного радіаційного фону

Активність радіонукліда визначається кількістю ядер атомів радіоактивного елемента, які розпадаються за одиницю часу. В системі одиниць СІ за одиницю радіоактивності прийнято беккерель (Бк). $1 \text{ Бк} = 1 \text{ розпад/с}$. Позасистемною одиницею, але зручною у користуванні є кюрі (Кі). $1 \text{ Кі} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$. $1 \text{ Бк} = 2,710^{-11} \text{ Кі}$.

Чим вища інтенсивність випромінювання, тим більшої шкоди завдає воно організму. Мірою дії будь-якого іонізуючого випромінювання на біологічні об'єкти є величина поглинутої енергії випромінювання, або *доза випромінювання*, — *кількість поглинутої енергії випромінювання одиницею маси опроміненої речовини*. В радіобіології розрізняють три види доз:

поглинуту — кількість енергії будь-якого випромінювання, що поглинається одиницею маси опроміненої речовини;

експозиційну, або *фізичну*, — кількість рентгенівського або гамма-випромінювання, що поглинається одиницею маси повітря;

еквівалентну, або *біологічну*, — що характеризує дію різних видів випромінювання на організм людини. Її введено для нормування дозових навантажень на людину в разі зовнішніх і внутрішніх опромінь та для прогнозування біологічних наслідків опромінення. Одиницею поглинутої дози випромінювання в СІ є джоуль на кілограм (Дж/кг), або грей (Гр). Різні види іонізуючого випромінювання чинять на організм різну дію. Так, при однаковій поглиненій дозі альфа-випромінювання набагато небезпечніше, ніж бета- та гамма-випромінювання. Ступінь небезпечності випромінювання для біологічних об'єктів враховано спеціальними коефіцієнтами (табл.1).

Таблиця 1. Коефіцієнт ступеня небезпечності різних видів випромінювань

Вид випромінювання	Коефіцієнт
Рентгенівське і гамма-випромінювання	1
Бета-випромінювання	1
Теплові (повільні) нейтрони	2
Швидкі нейтрони	10
Альфа-випромінювання	10-20

Помноживши поглинуту дозу на відповідний коефіцієнт, отримуємо еквівалентну дозу іонізуючого випромінювання.

Таблиця 2. Середні індивідуальні дози опромінювання від різних джерел

Джерело випромінювання	Доза, мЗв/рік	Частка сумарної дозы, %
Природний радіаційний фон	1,1	44,7
Медична рентгенодіагностична апаратура	0,72	29,3
Будівельні матеріали	0,6	24,4
Глобальні випадання	0,02	0,8
Годинники із світлоскладом	0,01	0,4
Авіатранспорт	$5 \cdot 10^{-3}$	0,2
Телевізори	$2 \cdot 10^{-3}$	0,1
Атомні електростанції	10^{-5}	0,1

Залежно від виду випромінювання, дози і способу опромінення можна спостерігати різні реакції організму на променеву дію: від прискорення росту і розвитку до його загибелі.

Потужність дози, яку поглинає організм людини всередині житлових приміщень, у різних регіонах коливається від 42 до 112 нГр/год.

Хід роботи

1. Ознайомитися з приладом та принципом роботи дозиметра. Підготувати прилад до роботи.
2. Встановити прилад у місці обстеження. Встановити перемикач режиму роботи в положення —мкВ/год, ввімкнути прилад. Встановити періодичність сигналу.
3. Через 25-30 с на цифровому табло отримайте дані, які відповідають потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання, виражені у мікрозівртах за годину (мкВ/год) або мікро рентгенах за годину (мкР/год). Замірювання слід повторити 3-5 разів і взяти середнє значення із послідовних даних. Визначте радіаційний фон в аудиторії.
4. Обстежте приміщення щодо радіаційного забруднення. Проведіть декілька замірів радіаційного фону у будинку.
5. Результати обстежень внесіть у таблицю 3.

Місце замірювання, № досліду	Дані приладу	Потужність дози		Середнє значення	
		мкВ/год	мкР/год	мкВ/год	мкР/год

Таблиця 4. Ступені опромінення людини

Доза опромінення	Наслідки опромінення
4,5 Зв (450 бер)	Тяжкий ступінь променевої хвороби
1,0 (100 бер)	Нижній рівень розвитку легкого ступеня променевої хвороби
0,75 Зв (75 бер)	Короткочасні незначні зміни складу крові
0,30 Зв (30 бер)	Опромінення під час рентгеноскопії шлунку (місцеве)
0,10 Зв (10 бер)	Припустиме аварійне опромінення населення (разове)
0,005 Зв (500 мбер)	Припустиме опромінення населення за нормальних умов за рік
0,01-0,05 Зв (100-500 мбер /рік)	При тривалому перебуванні на сонці, зокрема на пляжі
0,004 Зв (400 мбер)	При кількох рентгенівських обстеженнях за рік
0,001 Зв (100 мбер)	Фонове опромінення за рік
0,0002-0,0005 Зв (2-5 мбер /рік)	При постійному тривалому щоденному перегляді телепередач

Висновки. Користуючись даними, наведеними у таблиці, зробіть висновки щодо рівня радіаційного фону обстежуваного приміщення.

Лабораторна робота №8

Тема: Визначення рівня шумового забруднення розрахунковим методом

Мета: оволодіти уміннями та навичками щодо визначення шумового забруднення навколишнього середовища.

Теоретичні відомості

Шум – одна із форм шкідливого фізичного впливу на навколишнє природне середовище. Забруднення середовища у наслідок шумового впливу виникає через перевищення природного рівня звукових коливань. У сучасних умовах, в урбанізованих зонах шум призводить до серйозних фізіологічних порушень у людини. Шумовий вплив наразі є однією із гострих екологічних

проблем сучасності, адже понад половина населення Західної Європи проживає в районах з рівнем шуму, якій перевищують припустимі норми.

Шум – одна із форм хвильового (фізичного) забруднення довкілля, адаптація організмів до якого практично не можлива. Розрізняють постійний, непостійний, коливальний, переривчастий та імпульсний шум.

Звуки, які сприймає людське вухо, знаходяться в діапазоні 16-20000 Гц, тобто від 16 до 20000 коливань за секунду. Нижче 16 – інфразвук (ІЗ) і вище 20000 – ультразвук (УЗ). Звичайно, що на організм людини особливо шкідливо діють підвищені рівні шуму. Для порівняння: 10-20 дБ – шепіт, шелест листя; 30-35 дБ – рівень шуму, що змушує прокинутись вночі; 75 дБ – голосна розмова; 90 дБ – робота відбійного молотка; 110 дБ – *пориг шумового стресу* (звукового сп'яніння); 120-150 дБ – гуркіт грому, старт космічної ракети і, нарешті, 160-170 дБ – постріли з гвинтівки або автомата Калашникова. Не слід вважати, що нешкідливими є інфразвуки. Частота ІЗ 2-15 Гц особливо несприятливо впливає на організм внаслідок резонансних явищ (радарні установки, турбіни тощо).

Вимірювання рівнів звуку проводять шумомірами, комбінованими вимірювальними системами або автоматичними пристроями.

Для мешканців міста шум – справа звична. Досить часто людина не замислюється над його шкідливим впливом. В будь-якому районі міста шумить автотранспорт, гуркоче трамвай, функціонує підприємство тощо. В квартирах гудять холодильники і пральні машини, в під'їздах – ліфти. Якщо шуму так багато в нашому житті, то помилково може здаватися, що він не шкідливий. Однак за своїм впливом на організм людини він більше шкідливий, ніж хімічне забруднення.

За останні роки він зростає на 0,5-1 дБ в рік. Основна причина – зростання потужностей і швидкостей пересування транспортних засобів. На магістралях загальноміського значення рівень шуму становить 85-87 дБ. Інтенсивним джерелом шуму є авіаційний транспорт (ТУ-134 створює шум до 120 дБ на відстані 600 м). На відстані 50 м від залізничного вокзалу шум становить в середньому – 71 дБ. Великою шумністю відзначаються такі машини як КрАЗ (110 дБ), трактори “Білорусь” – 100 дБ.

Негативний вплив шуму. Шум знижує продуктивність праці на 15-20%, суттєво підвищує ризик захворюваності. Експерти вважають, що в великих містах шум скорочує життя людини на 8-12 років. При тривалій роботі в шумних умовах перш за все уражаються нервова та серцево-судинна системи та органи травлення. Зменшується виділення шлункового соку та його кислотність, що сприяє захворюванню гастритом. Необхідність кричати при спілкуванні у виробничих умовах негативно впливає на психіку людини. Вплив шуму на організм людини індивідуальний. У деяких людей погіршення слуху настає через декілька місяців, а у інших воно не настає через декілька років роботи в шумі. Встановлено, що для 30% людей шум є причиною передчасного старіння.

Якщо на 100 тисяч сільських мешканців припадає 20-30 тих, хто погано чує, то в містах ця цифра зростає в 8 разів. Під впливом шуму погіршується сон та сприйнятливості до навчання. Для позначення комплексного впливу шуму на людину медики ввели термін – “шумова хвороба”. До шумової хвороби схильні

більшість мешканців великих міст, які постійно отримують шумові навантаження. Наприклад, нормативні рівні звуку в дБ для мешканців житлових кварталів повинні становити 55 вдень і 45 вночі. Однак різні джерела техногенного шуму вносять вагомий внесок у звукове середовище міста, у сучасних міських районах зі значним рухом транспорту рівень шуму близький до небезпечної межі в 80 дБ.

Шум має й інші можливості впливу. Так, у міських умовах тривалість життя дерев коротша, ніж у сільській місцевості. Головною причиною цього є вплив інтенсивного шуму. При дії шуму в 100 дБ рослини виживають 10 днів. При цьому швидко гинуть квіти і уповільнюється ріст рослин.

Заходи боротьби із шумовим забрудненням. При міському плануванні необхідно дотримуватись принципів акустичного зонування, що забезпечувало б відмежування промислових і транспортних зон від селітебних територій і зон відпочинку. При розробці проектів нових мікрорайонів і реконструкції існуючих важливою задачею є створення акустичної комфортності для населення, а саме:

- створення тунелів, метро, вулиць-дублерів;
- винесення промислових об'єктів і транспортних магістралей за межі міста;
- формування шумозахисної зони з будівель нежитлового призначення;
- збільшення площі зелених насаджень та ін.

Хід роботи

1. Визначте шумоміром рівень шуму на території університету з боку житлового масиву, автомагістралі чи підприємства. Згідно з чинним у світі та Україні стандартами, рівень шуму, що створюється автотранспортом визначається на відстані 7 м від першої (ближньої) до розрахункової точки смуги транспортного потоку. Якщо такого пристрою немає, то для наближеного визначення рівня шуму на вказаній відстані (L_7) використовують рівняння Орнатського (1), в якому враховано фізичні закони поширення звукових хвиль у просторі:

$$V_7 = 46 + 11,8 \lg N + \sum n, \quad (1)$$

де N – інтенсивність автотранспортного потоку, шт./год.; $\sum n$ – сума поправок для приведення розрахунків до типових (нормальних) умов, розраховується за формулою 2:

$$\sum n = \pm Y_N + Y_V \pm Y_S + Y_{TR}, \quad (2)$$

Y_N – поправка, що враховує співвідношення легкового (включаючи громадський) та вантажного транспорту (не враховується, якщо співвідношення становить 60% : 40%; зростає на 1 дБ для збільшення частки вантажного транспорту на кожні 10%); Y_V – поправка на відхилення середньої швидкості

руху автотранспорту (збільшується на 1 дБ на кожні 10% відхилення від 40 км/год.); Y_s – поправка на схил дороги (зростає на 1 дБ на кожні 2% схилу дороги); Y_{TR} – становить 3 дБ за наявності вздовж вулиці трамваю.

2. За формулою Карагодіна (3) обчисліть рівень шуму (V_n) на певній досліджуваній відстані від джерела (наприклад, поблизу навчального корпусу):

$$V_n = V_7 - Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4, \text{ м} \quad (3)$$

де Y_1 – зниження рівня шуму внаслідок поширення звукових хвиль в атмосферному повітрі; Y_2 – зниження рівня шуму під впливом земної поверхні; Y_3 – поправка, що враховує поглинання шуму зеленими насадженнями; Y_4 – поглинальний ефект будівель (умовно приймається рівним 25 дБ).

Наприклад, на відстані 200 м (L_{200}) рівень шуму зменшиться на величину Y_1 :

$$Y_1 = 10 \cdot \lg \frac{P_{200}}{P_7} = 10 \cdot \lg \frac{200}{7} = 14,56;$$

де P_{200} – точка на відстані 200 м від джерела; P_7 – точка на відстані 7 м від джерела (нормативна точка вимірювання шумоміром).

Зниження рівня шуму під впливом земної поверхні розраховують за формулою (4):

$$Y_2 = k_n \cdot Y_1, \quad (4)$$

де k_n – коефіцієнт поглинання шуму поверхнею (для асфальту – 0,9; для відкритого ґрунту – 1; для газону – 1,1).

Наприклад, загальна довжина земної поверхні становить $L_{\text{заг}} = 200$ м, з них асфальтове покриття складає 80 м, газон – 5 м, відкритий ґрунт – 115 м. Отже, маємо:

$$k_n = \frac{80}{200} \cdot 0,9 + \frac{5}{200} \cdot 1,1 + \frac{115}{200} \cdot 1 \approx 0,96.$$

Поправку, що враховує поглинання шуму зеленими насадженнями, знаходять за формулою (5):

$$Y_3 = k_3 \cdot Y_1, \quad (5)$$

де k_3 – коефіцієнт зниження рівня шуму зеленими насадженнями (становить 1,2 для смуги з двох рядів дерев з чагарниками середньої щільності та шириною 6 м і 1,5 – для такої ж смуги з чагарниками і деревами, що мають висоту не менше 7 м і ажурну крону).

У годину “пік” на відстані 7 м від автомагістралі рівень шуму становить близько 80 дБ. Отже, в нашому випадку на відстані 200 м від дороги розрахунковий рівень шуму становитиме:

$$V_{200} = 80 - 14,56 - 13,98 - 21,84 - 0 \approx 29,6 \text{ дБ.}$$

Отримане значення рівня шуму (29,6 дБ) не перевищує на вказаній відстані допустимий у денний період рівень шуму (35 дБ) поблизу житлових будівель (табл. 1).

Таблиця 1. Допустимі рівні шуму на різних за призначенням територіях

Призначення території	Допустимий рівень шуму, дБ	
	денний час (з 7 ⁰⁰ до 23 ⁰⁰)	нічний час (з 23 ⁰⁰ до 7 ⁰⁰)
Селітебна зона (житлові масиви)	55	45
Зони житлової забудови, що реконструюється	60	50
Зона масового відпочинку	50	35-40
Санітарно-курортна зона	40-45	30-35
Житлові будинки, розташовані поблизу транспортних магістралей	35	25
Заповідні території	до 25	до 20

3. На основі отриманих результатів зробіть висновки про рівні шуму на досліджуваній території (на відстані 7 м від автомагістралі та на досліджуваній відстані), про дотримання нормативів шумового навантаження, та про необхідність збільшення площі зелених насаджень (чи використання інших заходів по зменшенню шумового навантаження).

Контрольні запитання

1. Дайте характеристику допустимим та шкідливим для людини рівням шуму.
2. В чому проявляється негативний вплив шумового навантаження?
3. Наведіть основні заходи боротьби із шумовим забрудненням.
4. Яким чином проводять вимірювання рівня шумового забруднення урбоекосистем?
5. Проаналізуйте методи нормування шумового навантаження в Україні та світі.

Лабораторна робота № 9

Тема: Розв'язування задач з екології

Мета: навчитися розраховувати співвідношення між ланками екологічної піраміди, опанувати правило екологічної піраміди, навчитися визначати положення живих організмів у трофічних ланцюгах.

Обладнання і матеріали: інструктивні картки.

Теоретичні відомості

Послідовність живих організмів, яку можна уявити такою, що складається з ланок — видів рослин, тварин, грибів і бактерій, пов'язаних одна з одною відносинами «їжа — споживач», прийнято називати трофічним ланцюгом. Навіть найбільш простий харчовий ланцюг має кілька трофічних рівнів. Перший трофічний рівень формують зелені рослини (продуценти); другий займають тварини, які живляться рослинами (консументи першого порядку); третій — хижаки, які поїдають рослиноїдних тварин (консументи другого порядку), і четвертий — хижаки, жертвами яких стають дрібніші хижаки (консументи третього порядку). Редуценти — мікроорганізми (бактерії і гриби), що руйнують рештки мертвих істот.

Правило екологічної піраміди — закономірність, згідно з якою кількість рослинної речовини, що є основою ланцюга харчування, приблизно у 10 раз більша, ніж маса рослиноїдних тварин, і кожний наступний харчовий рівень також має масу, в 10 раз меншу за попередній.

Приклади розв'язування задач

Складаючи харчовий ланцюг, необхідно правильно розташувати всі ланки і показати стрілками, з якого рівня отримана енергія.

Приклад 1. У лучному угрупованні живуть: гусениці, жайворонки, люцерна, шуліки. Складіть харчовий ланцюг.

Відповідь: люцерна — гусениці — жайворонки — шуліки.

Приклад 2. На підставі правила екологічної піраміди визначте, скільки потрібно планктону, щоб у морі вироста одна особина калана (морської видри) масою 30 кг, якщо трофічний ланцюг має вигляд: фітопланктон, нехижі риби, хижі риби, калан.

З правила екологічної піраміди відомо, що кожний наступний трофічний рівень має масу, в 10 раз меншу за попередній. Знаючи це, можна легко розв'язати завдання.

Розв'язок. Складемо трофічний ланцюг, починаючи від продуцентів: фітопланктон — нехижі риби — хижі риби — калан.

Знаючи, що маса калана становить 30 кг, а маса консументів другого рівня, яку він споживає, повинна бути у 10 раз більшою, підрахуємо масу хижої риби, якою він живиться: $30 \times 10 = 300$ (кг); відповідно маса нехижої риби: $300 \times 10 = 3000$ (кг); а маса фітопланктону, яким живиться нехижа риба: $3000 \times 10 = 30000$ (кг). Отже, дістаємо відповідь: для того, щоб у морі виріс один калан масою 30 кг, необхідно 30 000 кг фітопланктону.

Задачі для самостійного розв'язування

Варіант 1

1. Установіть відповідність між організмом і трофічним рівнем екологічної піраміди, на якому він перебуває, та впишіть у таблицю наведеної форми: рослини, орел, жаба, мікроскопічні гриби, жук.

Продуцент	
Консумент 1 порядку	
Консумент 2 порядку	
Консумент 3 порядку	
Редуцент	

2. Визначте масу компонентів ланцюга живлення, якщо відомо, що маса консументу 3-го порядку становить 8 кг.

Компоненти ланцюга живлення	Загальна маса
Фітопланктон	
Дрібні ракоподібні	
Риби	
Видра	8 кг

3. Використовуючи правило екологічної піраміди, визначте площу (у м²) відповідного біогеоценозу, на якій може прогодуватися вовк масою 55 кг (ланцюг живлення: трав'янисті рослини - парнокопитні - вовк). Біомаса рослинності лісу становить 2 000 г/м². Візьміть до уваги, що масова частка води в організмі становить 70 % від загальної маси.

4. Визначте площу акваторії моря, потрібної для прогодування *дельфіна звичайного* масою 60 кг (30 % сухої речовини) у ланцюзі живлення: фітопланктон - риба - дельфін. Продуктивність фітопланктону — 500 г/м².

5. Біомаса сухого сіна з 1 м² поля становить 300 грамів. На підставі правила екологічної піраміди визначте, скільки гектарів поля необхідно, щоб прогодувати одного школяра масою 50 кг (70 % маси становить вода), згідно з харчовим ланцюгом: трава-корова-людина.

Варіант 2

1. Установіть відповідність між організмом і трофічним рівнем екологічної піраміди, на якому він перебуває, та впишіть у таблицю: циклоп, фітопланктон, судак, карась, річковий рак.

Продуцент	
консумент 1 порядку	
консумент 2 порядку	
консумент 3 порядку	
Редуцент	

2. Визначте, яку кількість сичів може прогодувати ланцюг живлення, якщо відомо, що загальна маса продуцента становить 8 000 кг, а маса одного сича - 0,2 кг.

Компоненти ланцюга живлення	Загальна маса
Рослини	8 000
Комахи	
дрібні птахи	
Сичі	

3. Використовуючи правило екологічної піраміди, визначте, на скільки збільшилася маса молодої лисиці за тиждень мишкування, якщо протягом цього тижня вона з'їла 200 полівок та мишей (маса одного гризуна становить приблизно 10 г). Візьміть до уваги, що масова частка води в організмі становить 70 % від загальної маси.

4. Визначте площу акваторії річки, яка потрібна для прогодування судака масою 1 кг (30 % сухої речовини) у ланцюзі живлення: фітопланктон - трав'яна риба - судак. Продуктивність фітопланктону — 700 г/м².

5. Біомаса планктонів становить 500 г/м² площі моря. Користуючись правилом екологічної піраміди, визначте, яка площа моря може прогодувати одного білого ведмедя масою 500 кг (70 % становить вода) згідно з харчовим ланцюгом: планктон-рибатюлень-білий ведмідь.

Додаткові завдання

Задача 1. Початкова чисельність популяції оленя становить 1 000 особин. Оленями живляться вовки. Частина популяції оленів, що виживала до кінця кожного року, збільшує свою чисельність на 40 %. Початкова чисельність популяції вовків становить 10 особин; один вовк споживає по 30 оленів щороку; річний приріст популяції вовків становить 10 %. У разі відсутності вовків природна смертність оленів від хвороб становить 30 % .

А. Розрахуйте, якою буде чисельність оленів через 3 роки; 10 років у разі повної відсутності хижаків. Зобразіть зміни чисельності оленів протягом даного періоду часу графічно.

Б. Розрахуйте, якою буде чисельність оленів через 3 роки; 10 років з урахуванням впливу на неї вовків.

Задача 2. Людина має масу тіла 70 кг, з якої 60 % становить вода. Яка площа акваторії моря здатна її прогодувати, якщо в їжу споживається риба, що живиться водоростями (фітопланктоном). Продуктивність фітопланктону становить 600 г/м² сухої біомаси.

Задача 3. Визначте продуктивність агроценозу площею 1 га (суху речовину та енергію, яка в ній запасується), якщо протягом доби рослинами створюється 560 г/м² сухої речовини, а в 1 г сухої біомаси, створеної рослинами, запасується 22 кДж енергії.

Задача 4. Маса самця сивуча (тюлень з родини морські леви) становить 400 кг. До складу його гарему входять три самки масою 200, 230 та 250 кг. У даному місці мешкання Основу їжі сивучів становлять риби, які живляться планктоном. Чи достатньо акваторії площею 50000 м² для нормального харчування сивучів, якщо продуктивність планктону становить 700 г/м², а вміст води у тілі тюленів становить близько 60 % ?

Задача 5. Скільки корів масою 300 кг може прогодувати пасовище площею 2 га, якщо продуктивність рослин, якими вони живляться, становить 800 г/м² сухої речовини, а вміст води у тілі корови становить близько 60 % ?

Задача 6. Ланцюг живлення складається з наступних ланок: рослини – миша – змія – орел-зміїд. Визначте масу мишей, якщо маса орла-зміїда становить 2 кг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білявський Г. О. Основи загальної екології / Г. О. Білявський, М. М. Падун, Р. С. Фурдуй. – Київ: Либідь, 1995. – 368 с.
2. Екологія: методичний посібник для проведення лабораторних робіт / [укл. О. О. Коновалова, Г. П. Андрейко]. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2014. – 56 с.
3. Кучерявий В. П. Екологія / В. П. Кучерявий. – Львів: Світ, 1999. – 320 с.
4. Лук'янова Л. Б. Лабораторний практикум з екології: Навчально-методичний посібник. – Вид. 2-ге змінене і доповнене. – Київ: ТОВ «ДСК – Центр». – 143 с.
5. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Основи екології» (для студентів 1 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)» та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.06010108 «Водопостачання та водовідведення») / Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: О. О. Ковальова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 42 с.
6. Царик Л. П. Екологія / Л. П. Царик, І. М. Вітенко // Підручник для 11 класу загальноосвіт. навч. закл. Рівень стандарту, академічний рівень. – 2-ге вид. – Київ: Генеза. – 2012. – 96 с.
7. Царик Т. Є. Основи екології / Т. Є. Царик, В. В. Файфура [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [unf.tneu.edu.ua/files/navch_posib_z_ekolohii\(lektsii\).doc](http://unf.tneu.edu.ua/files/navch_posib_z_ekolohii(lektsii).doc)

Навчальне видання

Укладачі: Алпатова Оксана Миколаївна
Костюк Віталій Степанович

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт з навчальної
дисципліни «Екологія» для студентів
спеціальності 6.040102 Біологія*

Методичні рекомендації

Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка
Свідоцтво про державну реєстрацію:
серія ЖТ № 10 від 07.12.2004 р.
м. Житомир, вул. Велика Бердичівська, 40
електрона пошта (zu@zu.edu.ua)