

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра екології, технології захисту навколишнього
середовища та лісового господарства

05-02-447М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних завдань та самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«Урбоекологія»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійними програмами «Екологія», «Технології
захисту навколишнього середовища» спеціальностей 101
«Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього
середовища» денної та заочної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІАЗ
Протокол № 10 від 23.01.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до практичних завдань та самостійної роботи з навчальної дисципліни «**Урбоекологія**» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійними програмами «Екологія», «Технології захисту навколишнього середовища» спеціальностей 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Клименко М. О., Бедункова О. О., Брежицька О. А., Стецюк Л. М. – Рівне : НУВГП, 2024. – 53 с.

Укладачі: Клименко М. О., професор, д.с.-г.н., завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Бедункова О. О., д.с.-г.н., професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Брежицька О. А., к.с.-г.н, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Стецюк Л. М., к.с.-г.н, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., професор, д.с.-г.н., завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Керівник групи забезпечення спеціальності 101 «Екологія»

Буднік З. М.

Керівник групи забезпечення спеціальності 183 «Технології

захисту навколишнього середовища»

Статник І. І.

© М. О.Клименко, О. О. Бедункова,
О. А. Брежицька, Л. М. Стецюк, 2024

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2024

ЗМІСТ

1. Вступ	5
2. Практична робота № 1. Визначення основних понять формування урбосистем. Розподіл об'єкту досліджень на тест-полігони	5
3. Практична робота № 2. Оцінка впливу стаціонарних та пересувних джерел забруднення на стан атмосферного повітря урбоекосистеми	7
4. Практична робота № 3. Оцінка ступеня забруднення автотранспортом повітря оксидом карбону розрахунковим методом	15
5. Практична робота № 4. Визначення шумового забруднення території населеного пункту	16
6. Практична робота № 5. Дослідження ландшафтної структури урбоекосистеми	19
7. Практична робота № 6. Оцінка сумарного забруднення ґрунтового покриву урбоекосистеми важкими металами	23
8. Практична робота № 7. Вивчення формування промислових та побутових відходів урбоекосистемою	27
9. Практична робота № 8. Визначення забезпеченості збору та утилізації промислових та побутових відходів урбоекосистеми розрахунковими методами	31
10. Практична робота № 9. Проведення районування території міста за ступенем забруднення визначеного методами біотестування.	33
11. Практична робота № 10. Оцінювання якості поверхневих вод на території міських систем	38
12. Практична робота № 11. Визначення впливу основних забруднюючих речовин атмосферного повітря на стан здоров'я населення	43
13. Практична робота № 12. Оцінювання рекреаційної місткості урбоекосистеми	44
14. Практична робота № 13. Розробка системи моніторингу урбанізованих територій та управлінських заходів для сталого розвитку урбосистем	48
15. Питання для самостійної роботи	51
16. Рекомендована література	52

Вступ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Урбоекологія» спрямовані на оволодіння студентами формування теоретичних знань, умінь та практичних навичок у сфері функціонування урбанізованих територій, визначення закономірностей формування взаємозв'язків між окремими підсистемами міст та населених пунктів різних рівнів, встановлення проблем та розробка заходів на сучасних урбанізованих територіях для досягнення безпечного середовища життєдіяльності людини.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Урбоекологія» ґрунтується на загальних екологічних законах і взаємодіє з природничими і технічними науками. Вивчення дисципліни передбачає наявність систематичних та ґрунтових знань з фундаментальних та прикладних дисциплін, цілеспрямовану роботу над вивченням спеціальної літератури, активної роботи на лекційних та практичних заняттях, своєчасного виконання самостійної роботи.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1.

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ФОРМУВАННЯ УРБОСИСТЕМ. РОЗПОДІЛ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ТЕСТ-ПОЛІГОНИ

Мета роботи: ознайомитись з основними поняттями урбанізованих екосистем та основами розподілу територій населених пунктів на тест-полігони.

Основні поняття

Внаслідок постійного зростання антропогенного навантаження, питання екологічного стану населених пунктів турбує населення планети і знаходиться у центрі уваги науковців всього світу протягом останніх десятиліть.

Як свідчать дослідження В.І. Вернадського, В.М. Шевчука, Л.Г. Мельника, Г.О. Білявського, М.О. Клименка, В.О. Кучерявого, Г.М. Франчука, Я.О. Мольчака, О.М. Адаменка, А.Г. Шапара, Ф.Стольберга, А. Н. Тетиора та інших вчених, за останні півстоліття, внаслідок розвитку промисловості, зростання кількості транспорту, урбанізації територій та інших чинників, відбувається погіршення економіко-соціальних та екологічних умов проживання міського населення. Незважаючи на наукові розробки вчених, залишаються мало вивченими питання процесу змін, які відбуваються в міських екосистемах. Разом з тим, їх необхідно розглядати як частину агросфери, яка піддалась трансформації під дією антропогенних чинників. Відповідно, утворені міські території характеризуються підвищеним антропогенним навантаженням не тільки в межах населених пунктів, а й виступають забруднювачами оточуючої агросфери. Все це пояснюється сукупністю взаємозв'язків у відкритих стаціонарних системах, якими і виступають території міських населених пунктів.

Сучасне місто – це достатньо велика штучна екосистема, яка є вищою формою організації простору для людського

суспільства. Основними відмінностями міст від інших екосистем є вища «концентрація життя», а, отже, інтенсивніший обмін речовин із навколишнім середовищем. Як наслідок, міста здійснюють вплив на всі компоненти довкілля (атмосферне повітря, вода та ґрунт), який поширюється далеко за його межі. Це відображається на розвитку таких процесів як спустошення земель, зміна структури їх поверхні, зменшення навколо міст лісових насаджень, погіршення якості поверхневих вод, накопичення великих кількостей різноманітних відходів, привнесення у довкілля значної кількості забруднюючих речовин, що негативно відображається на процесі кругообігу у біосфері в цілому.

Оскільки міські території характеризуються інтенсивними процесами метаболізму на одиницю площі, то, відповідно, постає велика потреба у надходженні речовин і енергії ззовні і, як наслідок, утворення потужних потоків відходів.

Таким чином, процес розвитку сучасних міст супроводжується не лише кількісними, а й якісними змінами їх екологічної складової.

Для вивчення екологічної підсистеми урбанізованих територій, з метою проведення порівняльного аналізу її стану, бажано здійснювати розподіл території на тест-полігони.

Тест-полігони необхідно розподіляти таким чином, щоб у першу чергу були досліджені найбільш небезпечні та техногенно навантажені райони. Згідно з міждержавним стандартом 17.4.3.01-83 – «Охорона природи. Ґрунти. Загальні вимоги до відбору проб» досліджувану територію на план-схемі поділяють на різнозначні квадрати (тест-полігонів) площею 1-5 км²

Враховуючи те, що кожен з тест-полігонів характеризується різними промисловим та транспортним навантаженням, типом забудови, то для кожного з них необхідно проводити дослідження антропогенного навантаження на основні складові навколишнього природного середовища: атмосферне повітря, поверхневі води, ґрунтовий покрив, флора та фауна досліджуваної території.

Приклад опису тест-полігонів: Тест-полігон № І. Охоплює північно-західну частину міста. З північного та західного боку відділений об'їзною дорогою до м. Львів. У даному тест-полігоні є три перехрестя основних автомобільних доріг населеного пункту, серед яких автомагістраль Тарнопіль-Брест, автовокзал та підприємства: ВАТ «Завод гумово-технічних виробів», РЕМБУД, ШЕД-874), районна лікарня. Житлові квартали представлені одноповерховою забудовою.

Завдання практичної роботи:

1. Вивчити основні визначення урбанізованих екосистем.
2. Ознайомитись із основними елементами вибору тест-полігонів.
3. Згідно варіанту обрати населений пункт та розбити його територію на тест-полігони.
4. Охарактеризувати тест-полігони щодо антропогенного навантаження та наявності стабільних елементів ландшафту.
5. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Що розуміють під поняттям «сучасне місто»?
2. Чим обумовлено підвищене антропогенне навантаження на урбанізовані території?
3. Що таке «тест-полігон», з якою метою їх встановлюють?
4. Які основні вимоги до поділу міста на тест-полігони?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2.

ОЦІНКА ВПЛИВУ СТАЦІОНАРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБООКСИСТЕМИ

Мета роботи: встановити вплив стаціонарних джерел на стан атмосферного повітря населеного пункту та дослідити динаміку їх викидів.

Основні поняття

Атмосферне повітря є одним із найважливіших компонентів навколишнього середовища. Підраховано, що весь повітряний океан проходить через земні живі організми, включаючи людину, приблизно за 10 років, а людина щоденно споживає 12-15 кг повітря, вдихаючи щохвилини від 5 до 100 л, що значно перевищує середньодобову потребу в їжі та воді. Однак, нормальна життєдіяльність людини потребує не лише певної кількості повітря, а відповідної чистоти. Від його якості залежать здоров'я людей, стан рослин та тварин, оскільки забруднене атмосферне повітря також згубно впливає на водні та земельні ресурси.

Оскільки Україна підписала „Порядок денний на XXI століття” (Ріо-де-Жанейро, 1992) і зобов'язалась розробити Національну стратегію стійкого розвитку, то, окрім вивчення економічного та соціального становища країни, постала потреба в аналізі і оцінці стану навколишнього природного середовища, а отже і атмосферного повітря.

Проблеми пов'язані із забрудненням повітряного басейну стосуються не лише великих міст, де розташовані промислові підприємства, а вулиці переповнені автотранспортом. На сьогоднішній день також гостро стоять проблеми і в малих містах України. Це пов'язано в першу чергу із низькими капіталовкладеннями у розвиток містечок, що призводить до поступового погіршення не лише економіко-соціального, а і екологічного стану в першу чергу.

Забруднення атмосферного повітря відбувається внаслідок викидів, або утворення в повітрі, шкідливих речовин в концентраціях, які перевищують нормативи. Шкідливі для людини та довкілля викиди можуть переміщатись в повітряних потоках на величезні відстані. Основними забруднювачами повітряного басейну є промислові, транспортні та побутові викиди.

Крім стаціонарних джерел забруднення вагому роль відіграють пересувні (автотранспорт). Разом з тим, вчені виділяють і забруднення спричинене поверхнею міської

території, а саме випаровування речовин із дорожнього покриття, утворення специфічно „міського” пилу. За їх розрахунками, величина загального пилового навантаження на території міської агломерації складала переважно 70-90 мг/м³/добу, зовні урбанізованої зони і транспортних магістралей – 10-20 мг/м³/добу, в районах великих промислових підприємств-забруднювачів – 150-190 мг/м³/добу [5].

Також урбанізованим територіям характерні фізичні види забруднень – шум, вібрація, підвищена іонізація повітря, високочастотні випромінювання, які разом з природними факторами (сонячна радіація, вологість, циркуляція), прискорюють хімічні реакції, в результаті яких можуть утворюватись сполуки, що мають токсичність вищу, ніж у вихідних (первинно забруднюючих атмосферу) речовин і тим самим сприяють погіршенню якості атмосферного повітря.

Завдання практичної роботи

1. Встановити стаціонарні джерела забруднення атмосферного повітря заданого населеного пункту.
2. Вивчити хімічний склад викидів забруднюючих речовин.
3. Згідно з варіантом (табл. 2.1), проаналізувати динаміку викидів від стаціонарних джерел забруднення.

Таблиця 2.1

Кількість викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря

Роки	Остання цифра залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Викиди від стаціонарних джерел забруднення, тис.т										
2000	1,2	1,7	1,3	1,6	1,5	1,7	1,6	1,8	1,8	2,0
2002	1,44	2,04	1,56	1,92	1,80	2,04	1,92	2,16	2,16	2,40
2004	1,73	2,45	1,87	2,30	2,16	2,45	2,30	2,59	2,59	2,88
2006	2,07	2,94	2,25	2,76	2,59	2,94	2,76	3,11	3,11	3,46
2008	2,49	3,53	2,70	3,32	3,11	3,53	3,32	3,73	3,73	4,15
2010	2,26	3,20	2,45	3,01	2,82	3,20	3,01	3,39	3,39	3,76
2012	1,96	2,78	2,13	2,62	2,45	2,78	2,62	2,94	2,94	3,27

4. Встановити площі населеного пункту, які зайняті промисловістю.
5. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Які джерела забруднення атмосферного повітря існують?
2. У чому полягає актуальність встановлення забруднення атмосферного повітря?
3. Які забруднюючі речовини потребують постійного контролю та чому?
4. Назвіть приклади природоохоронних заходів для збереження атмосферного повітря в місті від стаціонарних джерел забруднення.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3.

***ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АВТОТРАНСПОРТОМ
ПОВІТРЯ ОКСИДОМ КАРБОНУ РОЗРАХУНКОВИМ
МЕТОДОМ***

Мета роботи: проаналізувати викиди від пересувних джерел забруднення та оцінити ступінь забруднення автотранспортом атмосферного повітря розрахунковими методами.

Основні поняття

Зростання кількості автомобілів та обсягів транспортних послуг призводить до збільшення негативного впливу автотранспорту на НПС. У містах його частка забруднення повітря досягає 70-80 % від загальної кількості викидів.

Слід зазначити, що автомобіль забруднює атмосферне повітря не тільки токсичними компонентами відпрацьованих газів, але й парами палива з баків, що найбільш помітно в літній період в місцях масових стоянок машин. Крім того, на склад відпрацьованих газів двигуна великий вплив здійснює режим роботи автомобіля в міських умовах: часті зміни швидкості,

чисельні гальмування та розгони автомобіля. Відтак виникає загроза надходження зростаючих кількостей забруднень, які містять вуглеводні, оксиди нітрогену, сульфур, карбон, сажі та бенз(а)пірен.

Як показують дослідження Г.Білявського, В.Кучерявого, забруднюючі речовини від автотранспорту зосереджуються в приземному шарі атмосфери до 3 м, а отже в зоні дихання населення, і найбільша їх частка осідає біля доріг на відстані до 20 м. В містах в повітрі над автомагістралями вміст оксиду вуглецю в 10-12 разів перевищує гранично допустиму концентрацію

Існують різні методики визначення обсягів викидів від пересувних джерел забруднення. Їх метою є отримання інформації про викиди шкідливих речовин автотранспортом у територіальному розрізі.

З метою здійснення оцінки впливу автомобільного транспорту на атмосферне повітря, на основних перехрестях урбокосистем можна проводити розрахунки розсіювання концентрації CO за методикою оцінки ступеня забрудненості атмосферного повітря відпрацьованими газами на ділянці магістральної вулиці (за концентрацією CO).

Оцінка ступеня забрудненості повітря автотранспортом залежить не тільки від інтенсивності руху, кількості та характеру викидів, а й від типу забудови, рельєфу місцевості, напрямку вітру, вологості і температури повітря.

Ступінь впливу автотранспорту на навколишнє середовище розраховується за формулою:

$$K_{CO} = (A + 0,01NK_B) \times K_A \times K_H \times K_U \times K_B \times K_n$$

де: A – фонове забруднення атмосферного повітря ($0,5 \text{ мг/м}^3$), N – сумарна інтенсивність руху автомобілів за одну годину (табл. 3.11), K_B – коефіцієнт впливу певного типу автотранспорту (табл. 3.2), K_A – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості (табл. 3.5); K_H – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 3.6); K_U – коефіцієнт, що враховує ухил місцевості (табл. 3.7); $K_{вол}$ – коефіцієнт, що враховує вологість

повітря (табл. 3.8); K_n - коефіцієнт, що залежить від типу перехрестя (табл. 3.9)

Завдання практичної роботи:

1. Згідно з варіантом (табл. 3.1) проаналізувати викиди від пересувних джерел забруднення атмосферного повітря.

Таблиця 3.1

Кількість викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення атмосферного повітря

Роки	Остання цифра залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Викиди від пересувних джерел забруднення, тис.т										
2000	2,8	2,9	2,75	2,45	2,6	2,85	2,39	2,55	2,87	2,92
2002	3,36	3,48	3,30	2,94	3,12	3,42	2,87	3,06	3,44	3,50
2004	4,03	4,18	3,96	3,53	3,74	4,10	3,44	3,67	4,13	4,20
2006	4,84	5,01	4,75	4,23	4,49	4,92	4,13	4,41	4,96	5,05
2008	5,27	5,46	5,17	4,61	4,89	5,36	4,50	4,80	5,40	5,49
2010	4,58	4,74	4,50	4,01	4,25	4,66	3,91	4,17	4,70	4,78
2012	4,16	4,31	4,09	3,64	3,87	4,24	3,55	3,79	4,27	4,34

2. Встановити інтенсивність руху автотранспорту на досліджуваних тест-полігонах (табл. 3.3).
3. Розрахувати обсяги викидів шкідливих речовин від різних видів автотранспорту.
4. Оцінити ступінь забруднення атмосферного повітря оксидом карбону CO .

Таблиця 3.2

Результати оцінки ступеня забруднення атмосферного повітря досліджуваної урбоєкосистеми

№ тест-полігону	Інтенсивність руху транспорту	K_{CO} , мг/м ³	Перевищення у долях ГДК

5. Провести порівняння рівня навантаження на стан повітряного басейну урбоекосистеми у виділених тест-полігонах.
6. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Які забруднюючі речовини потребують постійного контролю та чому?
2. Назвіть приклади природоохоронних заходів для збереження атмосферного повітря в місті від пересувних джерел забруднення.
3. Що відноситься до пересувних джерел забруднення атмосферного повітря?
4. Від чого залежить оцінка ступеня забрудненості повітря автотранспортом?

Таблиця 3.3

Вихідні дані для розрахунку концентрації оксиду карбону CO та інтенсивності руху транспорту, авто/год

Тест полігон	Остання цифра залікової книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	390	580	190	460	190	510	390	410	190	390
2	500	530	300	410	210	620	410	440	300	500
3	430	500	230	380	180	550	380	390	230	430
4	420	550	220	430	230	540	430	500	220	420
Передостання цифра залікової книжки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
5	570	260	390	570	510	190	580	190	460	570
6	680	210	500	590	530	300	530	300	410	680
7	610	180	430	560	500	230	500	230	380	610
8	600	230	420	610	550	220	550	220	430	600
Сума останніх двох цифр залікової книжки (57=> 5+7=12 => 1+2 = 3)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
9	460	210	510	190	390	640	530	590	190	190
10	410	240	620	210	410	590	560	620	210	300
11	380	190	550	180	380	560	510	570	180	230
12	430	300	540	230	430	610	620	680	230	220

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4.

ВИЗНАЧЕННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Мета роботи: ознайомитися з основними поняттями шумового забруднення міських систем та навчитися визначати рівень шумового забруднення в населеному пункті.

Основні поняття

За останні десятиліття проблема боротьби з шумом в багатьох країнах стала однією з найважливіших. Впровадження в промисловість нових технологічних процесів, зростання потужності і швидкохідності технологічного устаткування, механізація виробничих процесів призвели до того, що людина у виробництві і в побуті постійно піддається дії шуму високих рівнів.

Шум - один з найпоширеніших несприятливих фізичних чинників навколишнього середовища, який набуває важливе соціально-гігієнічне значення, у зв'язку з урбанізацією, а також механізацією і автоматизацією технологічних процесів, подальшим розвитком дизелебудування, реактивної авіації, транспорту

Шум - безладне поєднання різних за силою і частотою звуків; здатне здійснювати негативний вплив на організм.

Джерелом шуму є будь-який процес, що викликає місцеву зміну тиску або механічні коливання в твердих, рідких або газоподібних середовищах. Джерелами шуму можуть бути двигуни, насоси, компресори, турбіни, пневматичні і електричні інструменти, молоти, дробарки, верстати, центрифуги і інші установки, що мають рухомі деталі. Крім того, за останні роки у зв'язку із значним розвитком міського транспорту, авіатранспорту зросла інтенсивність шуму і в побуті, тому як несприятливий чинник він набув великого соціального значення.

Гігієнічне нормування рівня шуму

«Санітарні норми допустимого шуму в приміщеннях житлових і громадських будівель і на території житлової забудови»

встановлюють допустимі параметри шуму для різних місць перебування людини залежно від фізіологічних процесів і роду діяльності в даних умовах. У житлових кімнатах денного перебування фізіологічні процеси пов'язані з активним відпочинком, прослуховуванням радіо- і телепередач, виконанням домашньої роботи, в спальнях зі сном, в кабінеті з розумовою роботою. Для нічного часу з 23 до 7 годин ранку для всіх цих приміщень допустимі рівні звуку укладаються в індиферентну зону до 30 дБ. Для денного часу до них додають ще 10 дБ. Вказані нормативи розповсюджуються на умови, коли в найгасливіші 30 хвилин шум діє від 56 до 100% часу. Якщо ж тривалість дії шуму лише 18-56% часу, то для денного часу можна додати до 30 дБ ще 15 дБ, якщо 6-18% 20 дБ, менше 6% 25 дБ.

У місцях відпочинку усередині кварталів, в дворах шум не повинен перевищувати 40-45 дБ. На території житлової забудови для шуму літаків прийняті наступні допустимі рівні:

- 1) еквівалентний рівень звуку вдень 65 дБ, вночі 55 дБ;
- 2) максимальний рівень звуку вдень 90 дБ, вночі 80 дБ.

Сучасний *шумовий дискомфорт* викликає у живих організмів хворобливі реакції. Шум від пролітаючого реактивного літака, наприклад, пригноблює діє на бджолу, вона втрачає здатність орієнтуватися. Транспортний або виробничий шум діє пригнічуючи на людину - стомлює, дратує, заважає зосередитися. Як тільки такий шум замовкає, людина переживає почуття полегшення і спокою.

Рівень шуму в 20-30 децибел (дБ) практично нешкідливий для людини. Це природний шумовий фон, без якого неможливе людське життя. Для "гучних звуків" допустима межа приблизно 80 дБ. Звук в 130 дБ вже викликає у людини больове відчуття, а в 150 - стає для нього нестерпним. Будь-який шум достатньої інтенсивності і тривалості може призвести до різного ступеня зниження слухової активності. Крім частоти і рівня гучності шуму впливають вік, слухова чутливість, тривалість, характер дії шуму, ряд інших причин. Хвороба розвивається поступово, тому особливо важливо наперед вжити відповідні заходи захисту від шуму. Під впливом сильного шуму, особливо високочастотного, в органі слуху відбуваються необоротні зміни. При високих рівнях шуму пониження слухової чутливості настає вже через 1-2 роки роботи,

при середніх рівнях вона виявляється набагато пізніше, через 5-10 років.

Згідно з діючим в Україні законодавством, рівень шуму, що створюється автотранспортом (акустична характеристика) визначається шумоміром на відстані 7 м від першої (ближньої) розрахункової точки до смуги транспортного потоку.

Якщо такого пристрою немає, то для наближеного визначення шуму на відстані 7 метрів (норматив), користуються розрахунком. Вихідні дані для розрахунків беремо з попередньої роботи.

Рівень шуму на нормативній відстані визначається за формулою:

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

де: N – інтенсивність руху автотранспорту авто/год, $\sum n$ – сума поправок, яка враховує відхилення умов від типових. Поправки визначаються за формулою:

$$\sum n = X_N + X_V \pm X_I + X_{тр}. \quad (2)$$

де: X_N - поправка на співвідношення громадського та вантажного транспорту (1 – 5 дБ), X_V - поправка на відхилення швидкості руху (2 – 8дБ), X_I - поправка на ухил автошляху (1,2 – 3,4), $X_{тр}$ – поправка на рух трамваю вздовж вулиці (2 – 3 дБ).

Наступним шляхом є розрахунок рівня шуму від автомагістралі, на відстані м. (8 – 14 м.) за формулою:

$$V_N = V_7 - X_1 - X_2 - X_3 - X_4 \quad (3)$$

де: V_N – рівень шуму від джерела на відстані дБ., V_7 - рівень шуму від джерела дБ. , X_1 – зниження шуму внаслідок поширення звукових хвиль в атмосфері, X_2 – зниження шуму під впливом земної поверхні, X_3 – зниження шуму під впливом зелених насаджень, X_4 – поглинаючий ефект будівель (25 дБ).

$$X_1 = 10 \lg \frac{P_1}{7} \quad (4)$$

де: P_1 – відстань від джерела шуму.

$$X_2 = K_N \times X_1 \quad (5)$$

де: K_N - коефіцієнт поглинання шуму, який дорівнює для асфальту – 0,9, відкритого ґрунту – 1, газону – 1,1.

$$X_3 = K_3 \times X_1 \quad (6)$$

де: K_3 – коефіцієнт зниження звукової енергії зеленими насадженнями, що становить – 1,2 для смуги з двох рядів дерев з чагарником та шириною 6 м, 1,5 – для тієї ж смуги але шириною 7 м. Після виконання розрахунків отриманий результат по рівню шуму необхідно порівняти з нормативними значеннями.

Таблиця 4.1

Допустимі рівні шуму

№	Характер території	Допустимий рівень шуму, дБ	
		День (з 7 год. до 23 год.)	Ніч (з 23 год. до 7 год.)
1	Селітебна зона	55	45
2	Рекреаційні зони	50	40
3	Санітарно – курортні зони	45	35
4	Заповідники	25	20
5	Житлові будинки	35	25

Завдання практичної роботи:

1. Вивчити основні поняття.
2. Ознайомитись з методикою визначення рівня шуму розрахунковим методом.
3. Виписати вихідні дані згідно варіанту (див. пр. роб. № 3).
4. Визначити рівень шуму у заданому населеному пункті, результати розрахунку звести у табл. 4.2.

Визначення рівня шуму

№ тест-полігону	V_7	X_1	X_2	X_3	V_N	Норматив

5. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Що розуміють під поняттям «шум»?
2. У чому полягає небезпека шумового забруднення?
3. Як можна встановити рівень шуму в населеному пункті?
4. Назвіть заходи для зменшення шумового забруднення.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5**ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ЛАНДШАФТІВ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ**

Мета роботи: навчитися визначати стабільні й нестабільні елементи ландшафту та отримати навички розрахунку коефіцієнту екологічної стійкості міських ландшафтів.

Основні поняття

Як зазначають дослідження Мольчака Я.О., Фесюка В.О.(2010), закономірна взаємодія процесів техногенного впливу на природні ландшафти і реактивної самокомпенсації біогеоценозів визначає міру рівноваги екосистеми як об'єктивну характеристику її стійкості. З геофізичної та інженерно-екологічної позиції суть екологічних проблем зводиться до порушення стійкості екосистеми, яка безпосередньо впливає на її здатність до самовідновлення. Тому настільки важливим є визначення потенційної стійкості екосистем

для прогнозування можливих наслідків, напрямів та масштабів антропогенного впливу на них. Особливо актуальним питанням є розробка теорії та методології прикладних засобів оцінки стійкості урбоєкосистем.

Розглядаючи сучасне місто як територію, що піддалась трансформації, важливим елементом є встановлення стійкості міської екосистеми до антропогенного навантаження. Тому доречним буде визначити коефіцієнт екологічної стійкості ландшафтів населеного пункту. Територія урбоєкосистеми представлена площами стабільних елементів, які зайняті рослинними угрупованнями і позитивно впливають на ландшафт, та нестабільних елементів, до яких належать території під забудовою, землі промисловості, транспорту тощо.

Показник екологічної стабільності трансформованих комплексів населеного пункту визначають за формулою:

$$КЕСЛ = \frac{\sum F_{ст}}{\sum F_{нест}}$$

де: $F_{ст}$ – площі зі стабільними елементами ландшафту, %;

$F_{нест}$ – площі з нестабільними елементами ландшафту, %.

Залежно від отриманих значень КЕСЛ встановлюється оцінка стійкості ландшафту за наступною класифікацією: $КЕСЛ \leq 0,5$ – дуже низька природність, нестабільна з яскраво вираженою нестабільністю; $0,5 < КЕСЛ \leq 1,0$ – низька природність нестабільна; $1,0 < КЕСЛ \leq 3,0$ – умовно стабільна; $3,0 < КЕСЛ \leq 4,5$ – стабільна (1,1-4,5) нормальна природність; $КЕСЛ > 4,5$ – висока природність стабільна з яскраво вираженою стабільністю.

Варто зазначити, що даний показник більш відображає природність території урбоєкосистеми.

Оскільки у місті немає чітко вираженої промислової чи житлової зон і підприємства „розкидані” по місту, слід озеленювати прилеглі до них території, дотримуватись норм встановлення санітарно захисних зон тощо. Це дасть змогу збільшити площі стабільних елементів, а отже поступово буде збільшувати і екологічну стійкість ландшафту.

Завдання практичної роботи:

1. Ознайомитися з методикою визначення екологічної стійкості населеного пункту.
2. Виявити стабільні та нестабільні елементи ландшафту.
3. Згідно з варіантом (табл. 6.2) встановити площі усіх елементів ландшафту.
4. Розрахувати коефіцієнт екологічної стійкості ландшафту населеного пункту.
5. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Обґрунтуйте актуальність встановлення природної трансформованості ландшафтів урбанізованих територій.
2. Що відноситься до стабільних та нестабільних елементів?
3. Як можна встановити коефіцієнт екологічної стабільності ландшафту?
4. За рахунок чого можна збільшити площі стабільних елементів ландшафтів?

Таблиця 6.2

Співвідношення стабільних та нестабільних елементів ландшафту населеного пункту

	Остання цифра залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Загальна площа міста, км ²	31	37	32	45	36	40	44	51	46	55
Нестабільні елементи ландшафту, %										
Міська забудова	35	38	37	40	30	33	32	40	42	43
Приватний сектор	15	12	14	13	16	10	8	7	9	8
Житлова забудова	10	11	12	15	14	13	12	11	10	14
Промислова зона	2	3	2,5	3,1	2,1	1,8	2	1,9	2,3	3,4
Землі транспорту	0,5	0,8	0,6	0,9	0,7	1,0	0,5	0,9	0,7	1,1
Сума двох останніх цифр залікової книжки										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Стабільні елементи ландшафту, %										
Парки, сквери	8	9	10	8	13	14	15	7	16	14
Зелені насадження вздовж вулиць	18	17	18	19	15	18	17	19	15	18

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ОЦІНКА СУМАРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ УРБООКОСИСТЕМИ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

***Мета роботи:** ознайомитися з основними шляхами надходження важких металів у ґрунтовий покрив міської екосистеми та навчитися визначати сумарний показник забруднення урбоекосистеми.*

Основні поняття

У природному стані в межах міста ґрунти трапляються дуже рідко. За довгу історію розвитку міст вони неодноразово трансформувались.

Внаслідок економіко-соціального розвитку міст відбувається скорочення площ ґрунтово-рослинного шару; надходження забруднюючих речовин у повітря та воду, покриття ґрунту непроникним шаром при будівництві, витокуванні та ущільнення ґрунтів, перегрів їх влітку, підвищення температури та зниження вологості повітря. Все це призводить до наступних наслідків впливу: підвищення антропогенного навантаження на ґрунти, їх забруднення шкідливими речовинами, що призводить до зміни фізичного і хімічного складу, порушення кругообігу речовин, структури, властивостей ґрунтів, загибель ґрунтових організмів, порушення процесу самоочищення та врешті-решт деградація ґрунтового покриття.

Загалом ґрунтовий покрив у містах має свої особливості: більшість території знаходиться під щільною забудовою, асфальтним покриттям, тому природний ґрунтовий покрив зустрічається рідко. Все це залежить від рівня розвитку території, площ території зайнятих забудовами, асфальтним покриттям та природними ландшафтами.

Забруднення, яке потрапляє у ґрунт, піддається особливо сильному метаболізму, тим більше, що процеси змішування домішок ускладнені. У ґрунті завжди присутня велика кількість мертвої органіки – субстрат для мікроорганізмів, в числі яких багато хвороботворних. Із мікроорганізмами пов'язані процеси

мінералізації і гуміфікації органіки. У межах населених пунктів та передмістях, унаслідок ущільнення ґрунтів, при надходженні забруднюючих речовин, можуть виникати анаеробні процеси розкладу, які будуть супроводжуватись утворенням токсичних рідин та газоподібних речовин, що мають неприємний запах. Усе це відображається на санітарно-гігієнічному стані ґрунтів.

Найбільшого впливу зазнає ґрунтовий покрив навколо промислових територій та придорожніх смуг. Як зазначають Мольчак Я.О., Фесюк В.О, Картава О.Ф. (Луцьк, 2003), протягом тривалої дії джерел забруднення при значному надходженні хімічних речовин із промисловими викидами на поверхню ґрунту відбувається помітне збільшення валового вмісту мікроелементів.

Серед усієї кількості забруднюючих речовин найбільшу небезпеку становлять важкі метали – Pb, Cu, Zn, Mn, Ni, Sr, Cd та їх сполуки. Важкі метали характеризуються низькою міграційною активністю в ґрунтах, добре депонуються, акумулюються у поверхневому шарі.

Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів здійснюється за показниками, які розроблені при спряженні геохімічних і гігієнічних досліджень навколишнього середовища міст. Такими показниками є коефіцієнт концентрації хімічного елемента K_c і сумарний показник Z_c . Коефіцієнт концентрації визначається як відношення реального вмісту елемента в ґрунті C до фонового C_f :

$$K_c = C / C_f$$

Оскільки ґрунти зазвичай забруднені одразу кількома елементами, то для них розраховують сумарний показник забруднення, який відображає ефект впливу групи елементів:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{Ci} - (n - 1)$$

де K_{Ci} – коефіцієнт концентрації i -ого елемента у пробі ґрунту; n – кількість елементів, які враховуються.

Оцінка небезпеки забруднення ґрунту комплексом елементів за показником Z_c здійснюється за шкалою оцінювання, яка

розроблена на основі вивчення стану здоров'я населення, що проживає на території з різним рівнем забруднення ґрунту. Згідно з даною шкалою оцінювання, категорії забруднення ґрунтів мають наступний вигляд: $Z_c < 16$ – допустима, $Z_c = 16 \div 32$ – помірно небезпечна, $Z_c = 32 \div 128$ – небезпечна, $Z_c > 128$ – надзвичайно небезпечна.

Таблиця 6.1

Вміст рухомих форм важких металів у зразках ґрунту

Остання цифра залікової книжки	Pb	Cu	Zn	Mn	Cd
	ГДК=30,0	ГДК=55,0	ГДК=100,0	ГДК=15,0	ГДК=3,0
1	2	3	4	5	6
0	18,29	22,49	55,68	4,18	0,42
	21,13	11,21	28,63	7,78	0,47
	56,09	9,60	50,65	3,00	0,54
1	56,04	10,97	69,66	4,32	0,55
	23,18	9,22	42,49	2,27	0,69
	19,71	11,78	27,69	7,94	0,50
2	10,28	5,49	14,63	8,78	0,55
	14,84	8,21	16,03	1,81	0,97
<i>Продовження табл. 7.1</i>					
1	2	3	4	5	6
2	18,38	7,58	21,10	1,25	0,71
3	25,02	13,24	67,95	1,49	0,80
	40,03	8,84	14,01	1,94	0,47
	12,77	5,76	14,51	11,00	0,31
4	115,10	6,02	34,68	2,15	0,30
	9,20	4,74	18,95	6,11	0,34
	29,34	11,12	137,99	10,1	0,49

5	10,98	8,00	17,55	6,28	0,31
	10,87	4,70	14,00	1,95	0,52
	24,37	9,13	34,42	3,68	0,54
6	7,27	3,74	20,03	5,29	0,35
	15,52	9,47	15,67	10,2	0,59
	17,21	11,85	43,23	3,13	0,54
7	15,46	5,64	13,82	2,72	0,50
	29,56	9,94	56,73	3,12	0,60
	5,61	2,87	15,18	7,96	0,25
8	19,71	8,79	41,21	4,37	0,54
	20,40	5,99	14,62	5,02	0,50
	20,87	11,65	102,17	5,76	0,54
9	117,46	7,09	75,95	5,07	0,59
	27,80	9,38	68,20	8,79	0,59
	85,26	14,02	84,31	4,84	0,66

Завдання практичної роботи:

1. Встановити основні шляхи надходження важких металів до ґрунтового покриву.
2. Вивчити особливості типових важких металів ґрунтового покриву міста.
3. Встановити коефіцієнти концентрації хімічних елементів згідно з вихідними даними (табл. 6.1).
4. Розрахувати сумарний показник Z_c забруднення ґрунтового покриву населеного пункту.
5. Визначити категорію небезпеки забруднення ґрунту міської екосистеми.
6. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Вкажіть джерела надходження важких металів в ґрунтовий покрив.
2. Чим відрізняються поняття ГДК та фонові концентрації?
3. Чому необхідно встановлювати сумарне забруднення, а не за певними елементами?
4. Запропонуйте природоохоронні заходи для зменшення забруднення ґрунтового покриву важкими металами.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

ВИВЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ТА ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ УРБЕКОСИСТЕМОЮ

Мета роботи: ознайомитись із основними положеннями встановлення норм накопичення ТПВ для населених пунктів та отримати навички розрахунку накопичення ТПВ на урбанізованій території.

Основні положення

Розрахунок накопичення ТПВ виконують згідно із завданням за нормами накопичення. Норми накопичення – це кількість відходів (кг, л, м³), що утворюється на розрахункову одиницю (людина для житлового фонду, одне місце в готелі, 1 м² торгової площі для крамниць і т.д.) в одиницю часу (доба, рік).

Норми накопичення ТПВ розроблені для двох джерел:

1. Житлових будинків різного ступеня благоустрою і групи міст;
2. Установ і підприємств суспільного призначення (ідалень, навчальних закладів, готелів, крамниць);

Норми накопичення наведені в таблицях 7.1-7.2. Пропонується провести розрахунок накопичення ТПВ. Розрахунок проводиться у табличній формі. Дані заносяться у таблицю 7.4.

Після чого загальні значення накопичення ТПВ заносять до узагальнюючої таблиці 7.5.

Таблиця 7.1

Норми накопичення ТПВ від будинків

№	Об'єкт утворення	Груп а міст	Норма накопичення ТПВ				Щіль ність , кг/м ³
			середньодобов		середньоріч		
			а	на	а	на	
кг	л	кг	л	кг	л		
1	Повністю впорядкова ні без відбору з відбором відходів	1,2, 3,5 1,2,3	0,49	2,19	190	820	230
			0,51	2,12	195	770	250
			0,41	2,03	160	760	210
			0,43	1,96	165	710	230
2	Середнього благоустро ю	1, 2 3 – 5	0,6	2,33	220	850	260
			0,55	2,12	200	770	260
	Невпорядко вані будинки	1 – 5	0,93	2,57	340	940	360
	Приватний сектор	1 – 5	1,5	3,29	550	1200	460

Таблиця 7.2

Норми накопичення ТПВ від об'єктів суспільного призначення

Об'єкти утворення	Одиниця виміру	Норма накопичення				Щіль ність
		середньодобова		середньорічна		
		кг	л	кг	м ³	
Лікарня	1 ліжко	0,64	2,16	235	0,79	300
Поліклініка	відвідання	0,01	0,05	-	-	200
Готель	1 місце	0,25	1,18	90	0,43	210
Гуртожиток	1 місце	0,26	1,07	96	0,39	250
Санаторій	1 місце	0,69	2,47	250	0,90	270
Садочки	1 місце	0,33	1,08	79	0,26	300
Школа	1 учень	0,08	0,38	20	-	210

ПТУ	1 учень	0,42	1,66	100	0,40	250
ВНЗ	1 студент	0,10	0,46	24	0,11	220
Театри	1 місце	0,06	0,28	20	0,10	200
Ресторан	1 блюдо	0,09	0,27	-	-	330
Кафе	1 блюдо	0,05	0,17	-	-	300
Проммагазин	1 м ²	0,16	0,8	50	0,25	200
Продмагазин	1 м ²	0,32	1,42	100	0,44	230
Ринок	1 м ²	0,09	0,23	33	0,08	400
Пляж	1 м ²	0,02	0,11	-	-	180
Вокзал	1 м ²	0,36	1,37	130	0,05	260

Таблиця 7.4

Розрахунок норм ТПВ від об'єктів суспільного призначення

№ з/п	Об'єкти утворення відходів	Од. вим.	Норма накопичення				Накопичення				
			с.д.		с.р		с.д.		с.р		
			кг.	л.	кг.	л.	кг.	л.	т	м ³	
В загальному			-	-	-	-	+	+	+	+	

Таблиця 7.5

Обсяг накопичення ТПВ в населеному пункті

Об'єкти накопичення	Накопичення			
	Середньо добове		Середньо річне	
	кг	м ³	т	м ³
Об'єкти суспільного призначення				
Об'єкти житлового фонду				
Всього				

Таблиця 7.3

Розрахунок накопичення ТПВ від житлових будинків

№	Об'єкти	Міста	Норма ТПВ				Жителі	Накопичення			
			с.д.		с.р.			с.д.		с.р.	
			кг	л	кг	л		кг	м ³	т	м ³
1.	Повністю впорядковані: Без відбору харчових відходів З відбором харчових відходів										
2.	Середнього благоустрою без відбору харчових відходів										
3.	Невпорядковані без відбору харчових відходів										
4.	Будинки приватного сектору										
У загальному		-	-	-	-	-	+	+	+	+	+

Під впорядкованими житловими будинками розуміють будинки з газом, центральним опаленням, водопроводом, каналізацією, сміттепроводом або без нього, під будинками без благоустрою – будинки з місцевим опаленням на твердому паливі, без каналізації.

Будинки із середнім благоустроєм – з водопроводом, місцевим або центральним опаленням, з каналізацією або без неї.

Приготування їжі здійснюється на плитах, опалюваних в основному твердим паливом. У норму накопичення ТПВ від об'єктів суспільного призначення не включені опале листя і сміття.

Завдання практичної роботи:

1. Ознайомитись з теоретичними положеннями особливостей встановлення норм ТПВ.
2. Встановити чисельність населення у секторах населеного пункту.
3. Розрахувати накопичення ТПВ від житлових будинків.
4. Розрахувати накопичення ТПВ від об'єктів суспільного призначення.
5. Зробити висновки щодо загального обсягу накопичення ТПВ в населеному пункті.

Питання для контролю знань:

1. Як формуються тверді побутові відходи і в чому актуальність такої проблематики?
2. Що впливає на накопичення відходів в урбанізованих територіях?
3. Що таке норма накопичення ТПВ?
4. Які заходи варто запропонувати для вирішення сучасних проблем накопичення ТПВ?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №8

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ЗБОРУ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ТА ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ УРБООКОСИСТЕМИ РОЗРАХУНКОВИМИ МЕТОДАМИ

Мета роботи: ознайомитися із способами визначення забезпеченості збору та утилізації промислових та побутових відходів урбоекосистеми.

Основні поняття

Основними системами при зборі відходів у населення є: контейнерна (система «змінюваних» збірників) і система «незмінюваних» збірників. При контейнерній («змінюваній») системі відходи вивозять разом з контейнерами, а на їх місце встановлюють порожні контейнери. При «незмінюваній» системі відходи вивантажують безпосередньо у сміттєвози, а контейнери після випорожнення встановлюють на місце. У впорядкованому житловому фонді можуть водночас застосовуватися обидві системи. Більш продуктивна "незмінювана" система повинна застосовуватися у великих містах. Контейнерна («змінювані» збірники) система може застосовуватися при відстані вивезення не більше 8 км, а також при 16 обслуговуванні об'єктів тимчасового утворення відходів і сезонних об'єктів (місце з великим скупченням людей, дачні селища, виставки, ярмарки).

Збір і вилучення ТПВ у житлофонді на правах особистої власності можуть здійснюватися за будь-якою системою.

Завдання практичної роботи:

1. Дослідити основні поняття збору та утилізації відходів
2. Встановити існуючі методи розрахунку забезпеченості збору та утилізації відходів
3. Вивчити досвід інших країн щодо збору та утилізації промислових та побутових відходів
4. Провести обговорення за темою роботи.

Питання для самоконтролю:

1. У чому полягає різниця між системою «змінюваних» і «незмінюваних» збірників?
2. Які системи збору і вилучення ТПВ можуть застосовуватись у впорядкованому житловому фонді?

3. Яку місткість повинні мати контейнери при «змінюваній» системі?
4. Які типи сміттевозів використовують при «незмінюваній» системі?
6. Якою системою здійснюється збір і вилучення ТПВ у житлофонді на правах особистої власності?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9.

ПРОВЕДЕННЯ РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ МІСТА ЗА СТУПЕНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ ВИЗНАЧЕНОГО МЕТОДАМИ БІОТЕСТУВАННЯ

***Мета роботи:** навчитися проводити інтегральну оцінку стану довкілля за показниками ушкодженості рослин-біоіндикаторів і та провести районування території міста за рівнем екологічної безпеки.*

Основні поняття

Рослинний покрив, як важлива складова біосфери, відображає її загальний стан і перебіг майже всіх процесів, які відбуваються на урбанізованих територіях та всій планеті в цілому. Не маючи можливості переміщатися в просторі і тим самим уникати впливів навколишнього середовища, рослини постійно піддаються дії несприятливих факторів, у зв'язку з чим використовуються як інтегруючі тест-системи, що відбивають сумарний вплив шкідливих речовин.

Для проведення біоіндикаційних досліджень об'єктів довкілля на території урбоекосистеми необхідно вивчити асоціації рослинних угруповань на усіх встановлених тест-полігонах. При цьому варто враховувати, що рослини, які можна використовувати як індикаторні, повинні відповідати наступним вимогам:

- 1) широка екологічна амплітуда;
- 2) широкий ареал поширення;
- 3) насінневий чи змішаний тип відтворення;
- 4) проста організація хромосомного апарату;

5) низька спонтанна частота прояву ознаки, що враховується.

Встановлено, що типовими представниками усієї рослинності міської населених пунктів, які включені до переліку рослин-біоіндикаторів, є кульбаба лікарська, липа серцелиста, каштан кінський, горіх волоський, бузок.

Для проведення інтегральної оцінки стану довкілля за показниками ушкодженості рослин-біоіндикаторів і визначення рівня екологічної безпеки для людини та біоти використано «Методику розрахунку умовних показників ушкодження стану навколишнього середовища за токсико-мутагенним фоном». Для визначення загальної токсичності (або потенційної мутагенності) навколишнього середовища території урбоєкосистеми застосовують тест «Стерильність пилку рослин-біоіндикаторів», що ростуть на тест-полігонах.

Відбір пилку кожного досліджуваного виду рослин проводяться на всіх досліджуваних тест-полігонах. Із кожної моніторингової точки у суху погоду збираються добре розвинуті, готові до розкриття бутони квітів рослин-біоіндикаторів. У деревних та чагарникових рослин відбираються пилки із неушкоджених, здорових паростків середнього ярусу крони, а у трав – з рослин, що ростуть у територіальному центрі мікропопуляції індикаторів. Рослини повинні бути добре розвинені і не мати ознак пригнічення. Бутони фіксуються у момент збору у 70 %-му етанолі. Встановлено, що фертильні і стерильні клітини пилку рослин відрізняються за вмістом крохмалю. Забарвлення препаратів проводять йодним розчином за Грамом. Фертильні пилкові зерна цілком заповнені крохмалем, а стерильні – не містять його або мають його сліди.

Стерильність пилкових зерен визначаються у відсотках за формулою:

$$M = \frac{G}{N} * 100, \quad (1)$$

де G – кількість стерильних пилкових зерен;

N – кількість досліджених пилкових зерен.

Похибка розрахунку визначається за виразом:

$$m = \pm \sqrt{\frac{M * (100 - M)}{N}}, \% \quad (2)$$

При цьому повинна виконуватися умова $3 * m < M$. Якщо умова не виконується, необхідно збільшувати кількість спостережень, щоб зменшити помилку.

Оскільки індикаторні види рослин характеризуються різними рівнями спонтанної стерильності пилку, яка спостерігається в екологічно чистих комфортних умовах ($\Pi_{\text{комф.}}$), і різними рівнями ушкодження гамет в критичних умовах ($\Pi_{\text{крит.}}$), тому проводиться класифікація індикаторів за п'ятьма класами:

- 1 – високостійкі;
- 2 – стійкі;
- 3 – середньостійкі;
- 4 – чутливі;
- 5 – високочутливі.

Характеристика цих класів необхідна для визначення умовних показників ушкодженості (УПУ) клітин пилку рослин біоіндикаторів за цитогенетичним статусом і подальшої інтегральної оцінки стану навколишнього середовища.

Методика, яку пропонуємо використовувати, має назву: «Методика розрахунку умовних показників ушкодження стану навколишнього середовища за токсико-мутагенним фоном». 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 дозволить виконати інтегральну оцінку стану довкілля за токсико-мутагенним фоном і визначити рівні екологічної безпеки для людини та біоти.

Використовуючи «Методику розрахунку умовних показників ушкодження стану навколишнього середовища за токсико-мутагенним фоном», установлюють умовні показники ушкодженості та інтегровані умовні показники ушкодженості (табл. 9.1) і проводять оцінку екологічного стану території за ушкодженістю рослин-біоіндикаторів (табл.9.2).

Умовний показник ушкодженості біоіндикаторів визначили за формулою:

$$УПУ_i = \frac{(P_{реал.} - P_{комф.})}{(P_{крит.} - P_{комф.})}, \quad (3)$$

де $P_{комф.}$ і $P_{крит.}$ – експериментально (або експертно) встановлені значення біопараметра в комфортних та критичних умовах відповідно;

$P_{реал.}$ – реальне значення біопараметра в досліджуваному варіанті.

Абсолютна різниця ($P_{крит.} - P_{комф.}$) дає уявлення про амплітуду зміни чисельного значення параметра під впливом шкідливих факторів навколишнього середовища. Визначаючи реальне значення біопараметра на досліджуваній території P_i та знаючи величини $P_{комф.}$ і $P_{крит.}$, ми оцінили ступінь зміни параметра під впливом несприятливих факторів. Так, різниця ($P_i - P_{комф.}$) дає уяву про ступінь порушення біопараметра під впливом шкідливих факторів. Оскільки стан об'єктів навколишнього середовища характеризується набором ознак, їх можна охарактеризувати інтегральним показником:

$$IУПУ_i = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n УПУ_i = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \left[\frac{(P_{реал.} - P_{комф.})}{(P_{крит.} - P_{комф.})} \right], \quad (4)$$

де $IУПУ_i$ – один з інтегральних умовних показників ушкоджень стану навколишнього середовища;

$P_{комф.}$, $P_{крит.}$, $P_{реал.}$ – відповідно комфортне, критичне і реальне значення одного з показників.

Значення умовних показників ушкодженості ($УПУ$ та $IУПУ$) змінюються в межах від 0 (комфортні для життєдіяльності умови) до 1 (критичні умови). Для оцінки рівня ушкодженості об'єктів довкілля ми використали єдину уніфіковану шкалу.

Завдання практичної роботи.

1. Ознайомитись з основними положеннями інтегральної оцінки стану довкілля за показниками ушкодженості рослин-біоіндикаторів.

2. Розрахувати згідно з варіантом умовні показники ушкодженості УПУ біоіндикаторів.
3. Обчислити інтегральні умовні показники ушкодження ІУПУ та ІУПУ_{заг.} стану навколишнього середовища.

Таблиця 9.1

Результати розрахунку умовного показника ушкодженості та інтегрованих умовних показників ушкодженості пилку рослин-біоіндикаторів

№ тест-полігону	Діапазон УПУ	ІУПУ	ІУПУ _{заг.}
I			
II			
...			
n			

4. Визначити рівень екологічної безпеки території населеного пункту для людини та біоти.
5. Провести районування території міста за ступенем забруднення.

Таблиця 9.2

Оцінка екологічного стану території за ушкодженістю пилку рослин-біоіндикаторів

№ тест-полігону	Рівень ушкодженості біоіндикаторів	Стан біоіндикаторів	Категорія екологічної безпеки території
I			
II			
...			
n			

6. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Що таке біотестування та біоіндикація?

2. Які рослини-індикатори вам відомі та як вони розподілені за групами стійкості?
3. У чому полягає «Методика розрахунку умовних показників ушкодження стану навколишнього середовища за токсикомутагенним фоном»?
4. Які існують категорії екологічної безпеки території?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10.

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ МІСЬКИХ СИСТЕМ

Мета роботи: встановити основні забруднювачі поверхневих вод населеного пункту та визначити якість води в межах урбоекосистеми.

Основні поняття

Основою для досягнення збалансованого розвитку будь-якої території є наявність не тільки певної кількості водних ресурсів, а й відповідної їх якості. Як відомо, найбільшого антропогенного впливу зазнають поверхневі води, які протягом останніх десятиріч все частіше виступають приймачами неочищених відпрацьованих вод, побутових відходів та іншого різноманітного сміття. Рівень впливу на якісні та кількісні характеристики поверхневих вод залежить від місця розташування озер, ставків, водосховищ і еколого-економічних особливостей басейнів річок.

Як відомо, важливу роль у формуванні екологічного стану великих річок відіграє якість води у їх притоках різного порядку, які зазвичай представлені малими річками. Тому вивчення малих річок є актуальним та першочерговим завданням на шляху до відновлення загального стану водного середовища.

Разом з тим, поверхневі водні джерела в межах міста є об'єктом дослідження з метою вивчення території та формування зони рекреації, що є важливим для міського населення.

На жаль, урбанізація, яка не лише змінює природні ландшафти, рельєф території, а й виступає основним забруднювачем, завдає поверхневим водам все більшого впливу.

Вплив від урбанізації залежить, в першу чергу, від площі урбанізованої території, чисельності населення, господарсько-виробничого комплексу, промислового потенціалу, об'ємів водопостачання та системи водокористування.

Екологічну оцінку якості поверхневих вод пропонуємо проводити за методикою «Комплексної експертної оцінки екосистем басейнів річок», згідно якої оцінка здійснюється за трьома основними блоками показників: сольовим складом води (I_A), трофо-сапробіологічним (I_B) і специфічними речовинами токсичної дії (I_C).

Загальний екологічний індекс визначається як середнє арифметичне значення трьох факторних індексів:

$$I_E = (I_A + I_B + I_C) / 3$$

Залежно від значень I_E визначається клас якості води, стан водного середовища та антропогенного навантаження.

$I_E = 0,1-1,0$ – I клас якості води, еталонний стан, рівень антропогенного навантаження – нормальні сингенетичні сукцесії.

$I_E = 1,0-3,0$ – II клас, стан добрий, розхитування екосистеми;

$I_E = 3,0-8,0$ – III клас, стан задовільний, випадання особливо чутливих видів;

$I_E = 8,0-21,0$ – IV клас, стан перехідний, порушення трофічних зв'язків у системі;

$I_E > 21$ – V клас, стан незадовільний, криза.

Завдання практичної роботи

1. Ознайомитися з основними факторами впливу на стан поверхневих вод міської системи.
2. Встановити основні чинники антропогенного впливу на стан поверхневих вод у заданому населеному пункті.
3. Проаналізувати основні забруднюючі речовини поверхневих вод (табл. 10.1-10.2).
4. Згідно запропонованої методики провести екологічну оцінку стану поверхневих вод у двох створах: на вході у населений пункт та після скиду міських очисних споруд.

5. Провести порівняння результатів розрахунку і встановити вплив міської екосистеми.

Таблиця 10.3

Якісна екологічна оцінка стану поверхневих вод річки

Показник	При вході у місто	Нижче скиду очисних споруд міста
I_A		
Лімітуючий показник		
I_B		
Лімітуючий показник		
I_C		
Лімітуючий показник		
I_E		
Клас якості води		
Стан водного середовища		

6. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Що відноситься до водних ресурсів населених пунктів?
2. Які існують методики встановлення якості поверхневих вод?
3. Які основні типові забруднюючі речовини вам відомі і звідки вони можуть надходити до водойм?
4. Запропонуйте заходи збереження поверхневих вод

Таблиця 10.1

Концентрації забруднюючих речовин у поверхневих водах до скиду стічних вод з очисних споруд населеного пункту

Показники	Екологічний норматив	Остання цифра залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Сольовий блок		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мінералізація	1000	800	850	900	1000	1100	980	1300	1200	1050	1240
Хлориди	20	30	35	40	50	35	55	50	45	40	50
Сульфати	50	45	50	53	45	40	50	45	40	55	58
II. Трофо-сапробіологічний блок		Сума двох останніх цифр залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нітрати	2	2,0	1,8	2,1	2,2	2,3	2,1	1,9	2,0	2,3	2,4
Нітрити, $\times 10^{-2}$	0,2	0,25	0,19	0,18	0,21	0,26	0,28	0,24	0,23	0,27	0,22
Завислі речовини	10	10	12	14	15	16	18	17	15	19	13
III. Специфічні речовини токсичної дії, мг/дм³		Остання цифра залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мідь, $\times 10^{-2}$	0,1	0,8	0,9	1,1	0,85	0,98	0,91	1,2	1,1	0,92	0,9
Нафтопродукти	0,05	0,045	0,039	0,028	0,047	0,045	0,042	0,038	0,044	0,045	0,048

Таблиця 10.2

Концентрації забруднюючих речовин у поверхневих водах **після** скиду стічних вод з очисних споруд населеного пункту

Показники	Екологічний норматив	Остання цифра залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Сольовий блок		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мінералізація	1000	1200	1275	1350	1500	1650	1470	1950	1800	1575	1860
Хлориди	20	45	52,5	60	75	52,5	82,5	75	67,5	60	75
Сульфати	50	67,5	75	79,5	67,5	60	75	67,5	60	82,5	87
II. Трофо-сапробіологічний блок		Сума двох останніх цифр залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нітрати	2	3	2,7	3,15	3,3	3,45	3,15	2,85	3	3,45	3,6
Нітрити, $\times 10^{-2}$	0,2	0,375	0,285	0,27	0,315	0,39	0,42	0,36	0,345	0,405	0,33
Завислі речовини	10	15	18	21	22,5	24	27	25,5	22,5	28,5	19,5
III. Специфічні речовини токсичної дії, мкг/дм³		Остання цифра залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мідь, $\times 10^{-2}$	0,1	1,2	1,35	1,65	1,275	1,47	1,365	1,8	1,65	1,38	1,35
Нафтопродукти	0,05	0,067	0,058	0,04	0,070	0,067	0,06	0,05	0,06	0,067	0,072

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ОСНОВНИХ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Мета роботи: визначити основні забруднюючі речовини атмосферного повітря та їх вплив на здоров'я людини.

Основні поняття

Хімічний склад викидів кожного підприємства відрізняється між собою, оскільки залежить від сировини, технологій виробництва, виготовлення продукції, та палива, що при цьому використовується.

Але практично всі підприємства містять в своїх викидах пил, диоксид сірки, диоксид азоту та оксид вуглецю. Саме вони включені в програму моніторингових спостережень за станом атмосферного повітря міста.

Разом з тим, основний внесок здійснюють і викиди від пересувних джерел, зокрема, автотранспорту, які залежать від класу автомобіля, оновленості автобусного парку громадського транспорту, якості пального, організації руху транспортом міста тощо.

Завдання практичної роботи:

1. На прикладі досліджуваної урбосистеми встановити основні забруднюючі речовини атмосферного повітря. (див. практичні роботи № 2,3)
2. Встановити рівень захворюваності в населеному пункті.
3. За допомогою кореляційно-регресійного аналізу дослідити наявність взаємозв'язків між забруднюючими речовинами та хворобами мешканців.
4. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Які речовини включені до моніторингових спостережень?

2. Які види хвороб є переважаючими в населених пунктах різних рівнів?
3. Чи існує залежність між викидами забруднюючих речовин та рівнем захворюваності урбосистеми?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12

ОЦІНЮВАННЯ РЕКРЕАЦІЙНОЇ МІСТКОСТІ УРБОЕКОСИСТЕМИ

Мета роботи: навчитися оцінювати рекреаційну місткість урбоекосистеми.

Основні поняття

Рекреаційна місткість території один з найважливіших показників при плануванні рекреаційно-туристського господарства, в тому числі в процесі формування спеціальних (вільних) економічних зон туристсько-рекреаційного типу. Вона впливає на якісний стан рекреаційних ресурсів, навколишнє середовище, психологічний комфорт рекреантів. При надмірному тривалому рекреаційному навантаженні природне середовище, незважаючи на те, що рекреаційна діяльність є одним з найбільш екологічно безпечних видів господарства, зазнає серйозних змін. Види негативного впливу досить різноманітні: витоптування надґрунтового покриву, підстилки і підросту; пошкодження дерев; деградація рослинного покриву внаслідок збору грибів, ягід, квітів; ущільнення ґрунту; відлякування тварин, виснаження рибних та мисливських угідь; антропогенна денудація (осипання схилів та ін.); виникнення лісових пожеж; забруднення повітря викидами автотранспорту; засмічування території; забруднення поверхневих водойм. Специфічним негативним явищем надмірного рекреаційного навантаження є створення психологічного дискомфорту для рекреантів, що приводить до зниження ефекту оздоровлення та відпочинку.

Визначення норм рекреаційного навантаження

1. Рекреаційне навантаження - це допустима кількість рекреантів на одиницю площі, які одночасно можуть перебувати на

даній території, після її пристосування до рекреаційних потреб, яка не викликає негативних наслідків в природному середовищі. Показник рекреаційного навантаження залежить від особливостей ландшафтної будови і функціональної спрямованості рекреаційного використання території.

2. Норми рекреаційного навантаження залежать в основному від природних ландшафтів та сезону року. Найбільшу опірність на вплив рекреаційного навантаження мають приморські природні комплекси, найменшу - низовинні. Рекреаційне навантаження влітку є вищим, ніж зимою. Для різних природних комплексів рекреаційне навантаження зимою коливається від 20% для приморських до 80% для гірських територій відносно літнього періоду, що пов'язано із специфікою рекреаційної діяльності в різні сезони року.

3. Виходячи з цих даних встановлені нормативні показники рекреаційного навантаження для різних природних комплексів України (табл.12.1).

Таблиця 12.1

Нормативні показники рекреаційного навантаження на природні комплекси

Природні комплекси	Нормативи рекреаційного навантаження (осіб/км ²)					
	літо			зима		
	min.	max.	сер.	min.	max.	сер.
Приморські	300	500	400	60	100	80
Озерні	80	150	115	16	45	30
Річкові	50	80	65	16	24	20
Низовинні	80	120	100	30	50	40
Горбогірні, височишгі	100	150	125	40	60	50
Гірські	110	200	155	60	160	110

4. Дані нормативи дають загальне уявлення про норми рекреаційного навантаження на різні природні комплекси. Локалізовані показники рекреаційного навантаження для кожної окремо взятої території визначаються на місці з урахуванням конкретних

природних умов, в першу чергу враховуючи характер підстилаючої поверхні, рослинного світу, нахилу поверхні, прояву шкідливих геодинамічних процесів.

Норми рекреаційного навантаження служать базою для **визначення місткості рекреаційних територій.**

1. Рекреаційна місткість - це загальна кількість осіб, які можуть одночасно перебувати на даній території, не завдаючи шкоди природному середовищу. Рекреаційна місткість пов'язана з рекреаційним навантаженням і залежить від норми навантаження, площі рекреаційної території, часом перебування рекреантів в її межах, тривалості сприятливого погодного періоду.

2. Рекреаційна місткість визначається для кожного сезону окремо за формулою:

$$V_i = N_i * S_i * C / D$$

де: V_i - рекреаційна місткість i -ї території, осіб;

N_i - норма рекреаційного навантаження на i -ту територію, осіб/км²;

S_i - площа i -ї рекреаційної території, км²;

C - тривалість рекреаційного періоду, днів;

D_i - середня тривалість перебування туристів і відпочиваючих на i -й території, днів.

Визначення місткості рекреаційних центрів.

1. Місткість рекреаційних центрів (курортів, туристичних, оздоровчих, відпочинкових комплексів) - це одночасна кількість рекреантів, які можуть перебувати в даному центрі, не порушуючи в ньому і на прилеглих територіях екологічної рівноваги.

2. Місткість рекреаційного центру залежить від величини центру, природних умов, цінності рекреаційних ресурсів і визначається за формулою:

$$M_i = K_{ny_i} \times K_{p_i} \times H_i \times K_R$$

де: M_i - рекреаційна місткість i -го центру, тис. осіб;

K_{ny_i} - коефіцієнт природних умов i -го рекреаційного центру;

K_{p_i} - коефіцієнт цінності рекреаційних ресурсів i -го центру;

H_i - кількість жителів населеного пункту, де розміщений i -тий рекреаційний центр, тис. осіб;

K_R - коефіцієнт комфортності.

3. Коефіцієнт природних умов (K_{pi}) визначається фізико-географічними особливостями розміщення рекреаційного центру і становить для низовини - 1,0; для височини і горбогір'я - 1,25; для гірських територій - 1,5.

4. Значення коефіцієнта цінності рекреаційних ресурсів (K_{pi}) показані на табл.12.2.

Таблиця 12.2.

Коефіцієнти цінності рекреаційних ресурсів України

Регіони	K_{pi}
Південний берег Криму	3,0
Південно-східне узбережжя Криму	2,5
Західне узбережжя Криму	2,2
Північно-західне узбережжя Чорного моря	2,0
Узбережжя Азовського моря	1,5
Карпатський регіон	2,3
Інші території	1,5

5. Коефіцієнт комфортності ($K_{рк}$) враховує оптимальне співвідношення між кількістю постійних жителів населеного пункту і максимальною одночасно чисельністю рекреантів, які можуть перебувати в даному рекреаційному центрі, не порушуючи загальних умов комфортності. З цієї точки зору оптимальною вважається частка 15-18% рекреантів від кількості жителів населеного пункту. Отже, K може коливатись від 0,15 до 0,18.

Завдання практичної роботи:

1. На прикладі досліджуваної урбосистеми встановити території, які відносяться до рекреаційних.
2. Оцінити рекреаційну місткість досліджуваної території урбосистеми.
3. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Які території урбоекосистем відносять до рекреаційних?
2. Які існують методи оцінювання рекреаційної місткості?

3. Яка роль рекреаційних територій для розвитку урбосистеми та здоров'я мешканців?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 13

РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ТА УПРАВЛІНСЬКИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УРБОСИСТЕМ

Мета роботи: ознайомитися з системою моніторингу у урбанізованих територіях та навчитися розробляти управлінські заходи для сталого розвитку урбосистем.

Основні поняття

Під терміном "моніторинг" (від латинського *moniter* – той, що нагадує, наглядає, спостерігає), який виник перед проведенням Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (Стокгольм, 5-16 червня 1972 року), розуміють постійний і системний контроль певного об'єкту та проведення спостережень за його змінами в просторі і часі за наперед визначеною метою і затвердженою програмою.

Згідно з концепцією SCOPE (з англ. – Наукового комітету з проблем навколишнього середовища), "моніторингом" запропоновано називати систему повторних спостережень одного і більше компонентів довкілля у просторі і часі з певними цілями і згідно з попередньо підготовленою програмою.

У сучасному розумінні "моніторинг довкілля" доцільно розглядати як аналітично – інформаційну систему, яка охоплює наступні основні напрямки:

- спостереження за станом довкілля і за факторами, які впливають на окремі його елементи;
- оцінювання та аналіз фактичного стану всіх елементів (складових) довкілля;
- прогнозування стану довкілля за кількісними показниками;

- забезпечення науково – інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень.

Система моніторингу довкілля – це система спостереження, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень щодо запобігання негативними змінами стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

Зазначимо, що за допомогою системи моніторингу виявляються критичні ситуації, але і виділяються критичні фактори впливу і найбільш чутливі до впливу елементи довкілля.

Дані, що отриманні в результаті спостережень чи прогнозу та характеризують стан довкілля, повинні оцінюватися критеріями або індикаторами.

Критерії оцінки впливу середовища на стан та розвиток урбосистеми

Індикатори розвитку СЕЕ системи міста – це показники, що використовуються для оцінки якості життя людей, стану їх освіченості, здоров'я людей, стану довкілля та оцінки людської діяльності (економіки) та стану довкілля і біоти.

Індикатори повинні забезпечувати у містах вирішення різноманітних завдань, а саме:

визначення цілей (розроблення стратегій сталого розвитку, прогнозування ефекту від запланованих заходів);

управління (моніторинг досягнутого прогресу при реалізації стратегії сталого розвитку, підвищення якості управлінських рішень з урахуванням інтересів населення);

оцінювання стану (порівняння темпів розвитку міст, залучення інвестицій, міжнародних програм, грантів, міжнародна співпраця);

участь громадськості (інформування, навчання, постійний зв'язок з населенням і громадськими організаціями, залучення жителів до участі в суспільній діяльності).

Приклад індикаторів моніторингу екологічного стану урбосистеми представлено в таблиці.

Екологічна сфера життєдіяльності міста	Викиди в атмосферне повітря	Викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення (-)
		Викиди забр. речовин від персуннихджерел забруднення(-)
	Використання води	Рівень використання свіжої води
		Потужність очисних споруд
	Поводження з відходами	Утворення відходів I-III класів небезпеки(-)
	Рівень озеленення міст	Загальна площа зелених масивів та насаджень
	Витрати на природоохоронну діяльність	Капітальні інвестиції та поточні витрати на охорону навк. середовища.

Завдання практичної роботи:

1. На прикладі досліджуваної урбосистеми запропонувати основні індикатори стану території.
2. Встановити основні екологічні проблеми урбосистеми.
3. Розробити управлінські заходи для сталого розвитку урбосистеми.
4. Зробити висновки.

Питання для контролю знань:

1. Що таке моніторинг? Як Ви розумієте моніторинг урбанізованих територій?
2. Що є індикаторами стану урбосистеми?
3. З якою метою розробляють систему моніторингу урбанізованих територій?
4. Чи існують типові управлінські заходи для сталого розвитку урбосистем? Відповідь обґрунтуйте.

Питання для самостійної роботи.

1.	Урбанізація: зміна природного середовища
2.	Біоіндикація міського середовища.
3.	Екологічні проблеми міст України.
4.	Системи водовідведення та водопостачання міст.
5.	Водні об'єкти міст.
6.	Контроль за рівнем забруднення атмосфери в містах.
7.	Мікроклімат міського середовища.
8.	Фітомеліорація міського середовища.
9.	Міське середовище та здоров'я населення.
10.	Альтернативні види енергії.
11.	Негативний вплив міського середовища на населення.
12.	Аналіз захворюваності населення пов'язаних з забрудненням атмосферного повітря та споживання неякісної питної води.
13.	Побутові та промислові відходи. Санітарна очистка міст.
14.	Сміттеспалювальні заводи та техніка збору міського сміття. Світова практика утилізації та знешкодження ТПВ
15.	Вплив енергетичних об'єктів та систем на природне середовище.
16.	Інтегральна оцінка стану СЕЕ системи міста.
17.	Зонування території міста за показниками біотестування.
18.	Заходи направлені на покращення стану екологічної підсистеми міста.
19.	Комплексні зелені зони міст
20.	Урбанізація: зміна природного середовища
21.	Класифікація ландшафтів міста.
22.	Біоіндикація міського середовища.
23.	Екологічні проблеми міст України.
24.	Охарактеризуйте структурні блоки еколого-соціального моніторингу
25.	Формування екологічної інфраструктури у контексті сталого розвитку

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Кучерявий В. О. Урбоекологія. Львів : Світ, 1999. 372 с.
2. Габрель М. М. Просторова організація міських систем. Київ : Видавничий дім А.С.С., 2004. 488 с.
3. Кучерявий В. О. Фітомеліорація. Львів : Світ, 2003. 539 с.
4. Солуха Б. В., Фукс Г. Б. Міська екологія. К., 2003. 338 с.
5. Мольчак Я. О., Клименко М. О., Фесюк В. О., Залеський І. І. Рівне : природа, господарство та екологічні проблеми : монографія. Рівне : НУВГП, 2008. 314 с.
6. Мольчак Я. О., Фесюк В. О., Картава О. Ф. Луцьк: сучасний екологічний стан та проблеми. Луцьк : РВВ ЛДТУ, 2003. 488 с.
7. Кравців В. С., Гринів Л. С., Копач М. В., Кузик С. П. Науково-методичні засади реформування рекреаційної сфери : наукове видання. Львів : НАН України. ІРД НАН України. 1999. 78 с.
8. Управління та поводження з відходами : підручник / Шаніна Т. П., Губанова О. Р., Клименко М. О., Сафранов Т. А., Коріневська В. Ю., Бедункова О. О., Волков А. І. Одеськ. держ. екологічний університет. Одеса : ТЕС. 2012. 272 с.
9. Утилізація твердих побутових відходів : навчальний посібник / Клименко М. О., Рокочинський А. М., Бедункова О. О., Маланчук Є. З., Жомирук Р. В., Громаченко С. Ю. Рівне, 2010. 307 с.
10. Клименко М. О., Прищепа А. М., Брежицька О. А. Оцінювання стану території міста за показниками сталого розвитку : монографія. Рівне : НУВГП. 2018, 236 с.
11. Ліхо, О. А., Вознюк, Н. М., Турчина К. П., Брежицька, О. А. Використання біотехнологій на водоймі гідропарку в м. Рівне. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування* (1(85)). 2019 С. 32–43. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/16637/>
12. Прищепа, А. М., Борщевська І. М., Буднік З. М., Брежицька О. А., Курилюк О. М. Біоіндикаційна оцінка стану повітряного середовища міста рівного на основі аналізу флюктууючої асиметрії. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування* (4(80)). 2017. С. 30–38. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/11513/>

13. Статник І. І., Борщевська І. М., Брежицька О. А. Оцінка екологічного ризику у зоні впливу ПАТ «Волинь – цемент». *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування* (1(73)). 2016. С. 114–122. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/4590/>