

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА

ФІЗИКА ДОВКІЛЛЯ

Методичні рекомендації для організації роботи студентів
у закладах вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія»

Електронний ресурс

Харків – 2024

УДК 502/504:53](072)

Ф 50

Рецензенти:

Безсонний В. Л. – доцент кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, кандидат технічних наук, доцент;

Пересадько В. А. – декан факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, доктор географічних наук, професор.

Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 2 від 24 жовтня 2024 року)

Фізика довідля : методичні рекомендації для організації роботи студентів у закладах вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» [Електронний ресурс] / укладач С. В. Бурченко. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. – (PDF 16 с.)

Навчальна дисципліна «Фізика довідля» належить до обов'язкових дисциплін підготовки еколога, вона надає розуміння фізичних процесів у довідлі, взаємодії речовин на різних рівнях матерії та впливу на них антропогенної діяльності.

Курс «Фізика довідля» знайомить студентів з основними фізичними процесами, які описують природні й антропогенні явища у навколишньому середовищі.

Навчальне видання призначене для організації роботи студентів у закладах вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» першого (бакалаврського) освітнього рівня.

УДК: 502/504:53](072)

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2024

© Бурченко С. В., уклад., 2024

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Методичні рекомендації для вивчення теоретичної складової дисципліни	5
1.1. Методичні рекомендації до вивчення Розділу 1	5
1.2 Методичні рекомендації до вивчення Розділу 2	6
1.3 Методичні рекомендації до вивчення Розділу 3	7
2. Перелік питань для самоперевірки	11

ВСТУП

Методичні рекомендації дисципліни – це сукупність нормативних та інших навчально-методичних матеріалів в паперовій та/або електронній формах, необхідних і достатніх для ефективного виконання здобувачів вищої освіти робочої програми навчальної дисципліни, передбаченої освітньою програмою підготовки здобувачів вищої освіти відповідного рівню вищої освіти.

Згідно з «Положення про організацію освітнього процесу в Харківському національному університеті імені В.Н. Каразіна», затвердженого рішенням Вченої ради Харківського національного університету від 28 грудня 2020 року, протокол № 19, методичні рекомендації дисципліни є частиною навчально-методичного комплексу дисципліни.

Відповідно до Положення про освітній процес в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна робоча програма навчальної дисципліни – документ, який визначає місце і значення навчальної дисципліни в реалізації освітньої програми, її зміст, послідовність та організаційні форми вивчення дисципліни, очікувані результати навчання та систему їх оцінювання.

Програма навчальної дисципліни «Фізика довкілля» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра спеціальності (напряму) 101 «Екологія».

Керуючись вказаними нормами, розроблене навчальне видання для організації роботи студентів, що навчаються на першому (бакалаврському) освітньому рівні у закладах вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія».

1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Методичні рекомендації до вивчення Розділу 1

Електронні матеріали першого розділу «Фізика довкілля: процеси та проблеми» містять лекції, які передбачають ознайомлення з науковими зв'язками фізики та природоохоронних дисциплін, основними сучасними проблемами у фізичних дослідженнях, взаємодії речовин під впливом різних факторів.

Вивчення *Теми 1. «Фізика довкілля: процеси та проблеми»* охоплює інформацію про термін «фізика навколишнього середовища», основні фізичні процеси у навколишньому середовищі. Розширюючи поняття «середовище», у темі 1 розглядаються середовище людини, внутрішнє середовище, міське середовище, глобальне середовище, біологічне середовище, визначаються головні процеси та проблеми, які в них відбуваються. Студенти ознайомлюються зі зв'язком досліджень у галузі фізики та глобальним екологічним порядком денним та взаємозв'язками фізики довкілля з іншими науками.

Вивчення *Теми 2. «Властивості газів та рідин»* розглядаються фундаментальні положення таких величин, як тиск, об'єм і температура у газах та рідинах. Тема 2 знайомить студентів з гідростатичним рівнянням, першим закон термодинаміки та питомою теплоємністю. Тема 2 охоплює інформацію про такі поняття, як «приховане тепло», «частота пропусків», «потенційна температура». Студенти вивчають характеристики водяної пари: тиск пари, температура точки роси, дефіцит тиску насиченої пари, співвідношення змішування, питома та абсолютна вологість, віртуальна температура, відносна вологість. В процесі вивчення теми студенти ознайомлюються з методами визначення температури, методами визначення кількості водяної пари, показника концентрацій слідів газу. Тема 2 охоплює інформацію про рідини, вміст і потенціал води, систему рідина-повітря та стабільні ізотопи.

Вивчення *Теми 3. «Світло та матерія»* знайомить студентів з характеристиками сонячного спектру, поняттям «абсолютно чорного тіла» та його випромінюванням, спектром випромінювання Сонця. У темі 3 розглядається взаємодія світла з речовиною на атомно-молекулярному рівні, електричні дипольні моменти переходів, коефіцієнти Ейнштейна. Студенти ознайомлюються з процесами поглинання променя світла: законом Ламберта-Бера, вивчають взаємодію ультрафіолетового світла та біомолекул, спектроскопію біомолекул, охоплюють інформацію про шкоду здоров'ю від сонячного ультрафіолетового випромінювання, озоновий фільтр. Тема 3

охоплює інформацію про сонячну енергію, сонячну потужність, пори року, сонячні цикли та зміна клімату. Студенти вивчають характеристики сонячної радіації, сонячну постійну, геометрію Сонце-Земля та на які природні процеси впливають ці характеристики, зокрема як впливає пряме випромінювання, дифузне випромінювання, кутовий розподіл дифузного випромінювання, загальна (глобальна) радіація. Крім того, тема 3 охоплює характеристики земного випромінювання: земне випромінювання безхмарного неба, земне випромінювання від хмарного неба та чиста радіація. Далі проводиться короткий огляд поняття «радіація», її загальні принципи, просторові відносини, радіаційне середовище, довгохвильове випромінювання, радіаційні властивості природних матеріалів.

1.2 Методичні рекомендації до вивчення Розділу 2

Електронні матеріали другого розділу «Термодинаміка та механіка» містять лекції, які передбачають ознайомлення з основними поняттями термодинаміки та механічної взаємодії речовин під впливом температури, а також проблеми отримання і використання теплової енергії.

Вивчення *Теми 4. «Загальні основи термодинаміки та механіки»* охоплює інформацію про закони термодинаміки: перший закон термодинаміки, другий закон термодинаміки, ентропію та третій закон термодинаміки; розглядаються закони термодинаміки і організм людини: тепловий комфорт, гіпотермія. Тема 4 охоплює інформацію про енергію та обмін речовин, передачу та зберігання тепла, проведення, конвекція, радіацію, зміну фази, рівняння дифузії тепла, зберігання тепла, тепло та роботу, ефективність Карно, ефективність «справжньої» теплової машини, другий закон ефективності, втрату ексергії при горінні, двигун Стірлінга, парову машину, внутрішнє згоряння, електроенергію як енергоносії, змінне навантаження мережі, спільне виробництво тепла та електроенергії, зберігання електричної енергії, передачу електроенергії, перенесення тепла, маси та імпульсу, загальне рівняння переносу, процеси молекулярного переносу, імпульс і в'язкість, теплопровідність, масообмін і коефіцієнт дифузії, коефіцієнти дифузії, стійкість до перенесення, дифузії частинок (броунівський рух).

Вивчення *Теми 5. «Тепловий баланс навколишнього середовища»* знайомить студентів з поняттями стаціонарного теплового балансу для водних об'єктів, ґрунтів і рослинності та інших поверхонь, конвекція та довгохвильове випромінювання, теплового балансу термометрів: сухий термометр, змочений термометр. У темі 5 розглядаються адіабатичні системи, неадіабатичні системи: розробка рівняння Пенмана, ізотермічне чисте випромінювання, випаровування

з відкритих водних поверхонь, залежність швидкості випаровування від погоди, потенційне випаровування, тепловий баланс листя: вступ до рівняння Пенмана-Монтейта, роса та іній, модель великого листа, еталонне випаровування. зазначена вологість поверхні, зазначена поверхнева депресія вологого термометра, рівноважне випаровування, зв'язок між рослинністю та атмосферою, компоненти теплового балансу, термонеутральну діаграму.

Вивчення *Темі 6. «Енергетичні системи»* охоплює інформацію про енергію для життя, світовий попит на енергію, світові запаси енергії, викопне паливо. відновлювану енергію, сонячну енергію. передачу сонячної енергії, сонячну фотоелектричну електрику, енергію вітру, середню потужність рухомої маси рідини, теорема Бернуллі та крило, сили, що діють на лопаті гвинта вітрової турбіни, ламінарну та турбулентну течії, гідроелектроенергетику, рух води по циліндричній трубці, припливну потужність, енергію хвиль, розрахунок потужності хвиль, біомасу та біопаливо, біоенергію, термодинаміку біоенергетики, стабільність, геотермальну енергетику, автомобільні палива, трикомпонентний каталітичний нейтралізатор, електромобіль, гібридний автомобіль, атомну енергетику, поділ ядра, ядерні реактори, ядерний синтез, чотирифакторну формулу, рівняння реактора, стаціонарний реактор, часову залежність реактора, безпеку реактора, ядерні вибухові речовини, ядерний синтез, радіацію та здоров'я, норми радіаційного опромінення, нормальне використання ядерної енергії, радіація від ядерних аварій, аспекти термоядерного синтезу для здоров'я, управління паливним циклом, уранові шахти, процеси збагачення, вигорання палива, повторну обробку, управління відходами, ядерні реактори четвертого покоління. Вивчення теми 6 завершується оглядом питань щодо використання енергетичних ресурсів, споживання енергії, енергоефективність, порівняння енергетичних ресурсів, енергетичні параметри.

1.3 Методичні рекомендації до вивчення Розділу 3

Електронні матеріали третього розділу «Фізика компонентів довкілля» містять лекції, які передбачають ознайомлення з основними фізичними процесами, які протікають у різних компонентах довкілля таких, як атмосфера, гідросфера, літосфера та ґрунти, біологічні системи та природні ландшафти. Цей розділ також знайомить студентів з фізичними процесами в урбанізованих територіях та шляхи раціонального природокористування на основі збільшення ефективності їх використання та методами дослідження компонентів довкілля на основі спектрального аналізу даних.

Вивчення *Темі 7. «Фізика атмосфери»* охоплює інформацію про забруднення атмосфери від теплових двигунів, основні забруднюючі речовини в

атмосфері: оксиди азоту NO_x , SO_2 , CO та CO_2 , аерозолі, летючі органічні сполуки (ЛОС), теплове забруднення. Тема 7 знайомить студентів з системою спостереження за погодою на Землі, вимірюванням температури повітря, тиску, вітру, вологості, опадів; глобальною мережею моніторингу погоди: наземною мережею та мережею для моніторингу верхніх шарів атмосфери, методами прогнозування погоди, комп'ютерним моделюванням погоди, фізикою утворення хмар та снігових кристалів, атмосферною електрикою, глобальною погодою та кліматом, повітряними масами та погодними фронтами, головними силами, що діють на ділянку повітря в атмосфері, силою тяжіння, силою градієнта тиску та вітрами, силою Коріоліса, силами тертя. Тема 6 охоплює інформацію про циклонічний рух, западини і фронти, термічні градієнти та вітри, глобальну конвекція, глобальне поле тиску, глобальні схеми вітру, температурні поля, глобальну структура вологості, опади, полярне сьйво. Студенти ознайомлюються з процесами розсіювання забруднюючих речовин, рівнянням дифузії для конкретних умов, точкове джерело в трьох вимірах при рівномірному вітрі, загальною характеристикою прикордонного шару атмосфери, аеродинамічною характеристикою поверхневого шару; студенти навчаються використовувати коефіцієнти турбулентної дифузії, рівняння аеродинамічного методу: пряма форма та ітеративна форма; визначати Гаусові шлейфи у повітрі безперервного точкового джерела, Гауссовий шлейф із високого димаря; вивчають емпіричне визначення коефіцієнтів дисперсії, напівемпіричне визначення параметрів дисперсії; ознайомлюються з вимогами до будівництва димоходів, характеристиками турбулентних струменів та шлейфів джерела викиду. Вивчення теми 7 завершується оглядом питань щодо зміни клімату, радіаційного балансу і парникового ефекту, радіаційного впливу і зміни клімату, видів та характеристик парникових газів, динаміки кліматичної системи, природної мінливості клімату, методів та структури моделювання зміни клімату, спричиненої діяльністю людини, кругообігу вуглецю, моделювання атмосфери, ієрархії моделей, аналізу Міжурядової групи експертів зі зміни клімату, прогнозування зміни клімату, основ глобального вуглецевого бюджету альтернативних сценаріїв прогнозування зміни клімату, виникнення екстремальних подій, довгострокові зміни клімату..

Вивчення *Темі 8. «Фізика гідросфери»* охоплює питання щодо розсіювання забруднюючих речовин у річках, одновимірної апроксимації, впливу турбулентності. дисперсії в підземних водах, рівняння Дарсі. апроксимації Дюпюї, простого потоку у замкнутому водоносному горизонті, залежності від часу в замкнутому водоносному горизонті, адсорбції та десорбції забруднюючих речовин, математичного опису динаміки рідин, рівняння руху, Ньютонівських рідин, рівняння Нав'є-Стокса, числа Рейнольдса, характеристики турбулентної

течії в поверхневому прикордонному шарі, середнє значення та компоненти флутуації для турбулентних потоків, гіпотези Тейлора, ергодичних умов, рівняння для середніх змінних у турбулентній течії, рівняння дисперсії, рівняння для вертикального потоку імпульсу, рівняння для вертикального потоку скалярних величин, рівняння кінетичної енергії.

Вивчення *Теми 9. «Фізичні процеси у ґрунтах»* охоплює інформацію та основні поняття про утримання води ґрунтами, всмоктування ґрунтової води, рух води через ґрунти, ґрунтово-водний баланс, вимивання розчинених речовин через ґрунтові профілі, випаровування з поверхні ґрунту, потребу в енергії для випаровування, енергетичний баланс вологої та сухої поверхні ґрунту, механізми передачі прихованого та відчутного тепла від поверхні випаровування, потенційне випаровування та рівняння Пенмана для ґрунтів, тепловий потік у ґрунті, теплові властивості ґрунту, формальний аналіз теплового потоку, зміна теплового режиму ґрунту, процеси тепломасообміну у ґрунтах, проведення та його загальні принципи, теплопровідність у ґрунті.

Вивчення *Теми 10. «Фізичні процеси у природних ландшафтах»* надає інформацію про особливості росту рослинності та вуглецевого балансу, розвиток рослин, вплив погоди, вплив змін клімату на розподіл сільськогосподарських культур, фотосинтез окремими листками, фотосинтез рослинним пологом, розподіл нового росту між різними частинами рослини, нестача води та ріст рослинності, наземний запас вуглецю, деградацію органічної речовини ґрунту. моделювання динаміки органічної речовини ґрунту. вуглекислий газ і ріст рослин. вуглецева ємність сільськогосподарських культур. вуглецева ємність лісів, потоки діоксиду сірки та інших забруднюючих речовин до сільськогосподарських культур, процеси перенесення у насадженнях, синтез у насадженнях, моделювання «відбитку» потоків, обмін енергією та масою над лісовими насадженнями, турбулентний транспорт кінетичної енергії, оцінка вертикальних потоків тепла та маси за допомогою методу коефіцієнта Боуена, оцінка евапотранспірації та сполучення енергії з використанням підходу «великого листа», секвестрація вуглецю в лісах.

Вивчення *Теми 11. «Міське середовище: енергоефективність та сталий розвиток»* охоплює інформацію про Атмосферні процеси у містах, Потоки над модифікованими поверхнями, внутрішній прикордонний шар атмосфери урбосередовища. загальну характеристику міського прикордонного шару. потоки повітря над пологими пагорбами: за різних умов стабільності, за нейтральних умов. катабатичні вітри в умовах стабільності. східні вітри під інверсією, енергетику в місті. електромагнітну індукцію, передачу електроенергії, транспорт, та енергоефективність на транспорті, водні ресурси для міського середовища, стічні води, освітлення, джерела світла, міське

забруднення, тверді частки, смог, автомобіль як забруднювач міського середовища, зменшення викидів транспортних засобів, шумове забруднення, рівні звуку, теплорегулювання в будівлях, теплоізоляцію, ефекти теплопровідності, ефекти конвекції, радіаційні ефекти, споживання енергії в будівлях. ефективність, втрати енергії, розрахунок втрат енергії, збільшення енергії, регулювання повітря в будівлях, вимоги до вентиляції, вентиляційні установки, теплові насоси, ефективність теплового насоса, вологість, конденсат у будівлях, будинки майбутнього, контрольний лист для майбутнього будинку, споживання енергії та викиди вуглекислого газу.

Вивчення *Темі 12. «Моніторингові дослідження стану компонентів довкілля»* знайомить студентів з дистанційним зондуванням, орбітами супутників, роздільною здатністю супутникових знімків, обробкою зображення, радарамі, застосуванням даних дистанційного зондування, метеорологічними супутниками та іншими види супутників, дистанційним зондуванням за допомогою Лідара, Лідарним рівняння та DIAL, оптичними властивості хмари та аерозолі з роздільною здатністю за дальністю, моніторингом за допомогою світла, оглядом спектроскопії, атомними спектрами, одноелектронними атомами, багатоелектронними атомами, молекулярними спектрами, оберतालними переходами, вібраційними переходами, електронними переходами, розсіюванням, комбінаційним розсіюванням, резонансним комбінаційним розсіюванням, Релеївським розсіюванням, розсіюванням Міє, розсіюванням в атмосфері.

2 Перелік питань для самоперевірки

Розділ 1.

1. Що таке фізика довкілля? Як вона пов'язана з іншими природоохоронними науками?
2. Які основні фізичні процеси відбуваються в довкіллі?
3. Що таке глобальне середовище?
4. Як антропогенні фактори впливають на фізичні процеси у довкіллі?
5. Які основні проблеми в фізичних дослідженнях довкілля?
6. Яка роль фізики у вирішенні глобальних екологічних проблем?
7. Як взаємодія фізики та екології допомагає у збереженні довкілля?
8. Яким чином фізика допомагає в розумінні кліматичних змін?
9. Що таке біологічне середовище?
10. Як фізика пов'язана з іншими науками, що вивчають довкілля?
11. Які фактори впливають на зміну фізичних процесів у навколишньому середовищі?
12. Які фізичні характеристики визначають стан навколишнього середовища?
13. Що таке екологічний порядок денний?
14. Що таке природні та антропогенні явища і як вони впливають на довкілля?
15. Як фізика взаємодіє з науковими дисциплінами для вирішення екологічних проблем?
16. Що таке екологічний моніторинг і як фізика може бути корисною у цьому процесі?
17. Які фізичні процеси мають найбільший вплив на атмосферу?
18. Як фізика допомагає в прогнозуванні екологічних катастроф?
19. Як фізичні дослідження можуть допомогти зберегти біорізноманіття?
20. Як фізика допомагає в створенні екологічно чистих технологій?
21. Яким чином фізика використовується для аналізу впливу забруднення на довкілля?
22. Як змінюється тиск, об'єм та температура у газах та рідинах?
23. Що таке гідростатичне рівняння і як воно використовується в екології?
Запишіть його.
24. Як перший закон термодинаміки застосовується до природних процесів?
25. Що таке приховане тепло?
26. Що таке частота пропусків в контексті рідин та газів?
27. Як змінюється температура водяної пари залежно від її концентрації?
28. Як визначити вологість повітря за допомогою фізичних методів?
29. Що таке точка роси і що вона демонструє?
30. Як визначити дефіцит тиску насиченої пари в атмосфері?

31. Як вимірюється питома вологість?
32. Що таке віртуальна температура та як вона використовується?
33. Як вивчаються процеси змішування повітря і водяної пари?
34. Як використовується поняття «потенційна температура» для аналізу стану довкілля?
35. Які основні методи визначення температури в атмосфері?
36. Як змінюється теплоємність у різних природних середовищах?
37. Як відбувається випаровування з поверхні води?
38. Що таке абсолютна вологість і чому вона важлива для оцінки стану атмосфери?
39. Як змінюється відносна вологість залежно від температури?
40. Як вимірюються характеристики водяної пари в природних умовах?
41. Яким чином теплоємність рідин використовується в екологічних дослідженнях?
42. Як визначення концентрацій слідів газу допомагає в моніторингу екології?
43. Опишіть процеси змішування рідин і газів в екології.
44. Які характеристики рідин необхідно враховувати для оцінки забруднення води?
45. Що таке спектр?
46. Як працює модель абсолютно чорного тіла?
47. Які фізичні характеристики світла важливі для дослідження довкілля?
48. Опишіть електричні дипольні моменти переходів?
49. Як світло взаємодіє з біомолекулами?
50. Що таке сонячна постійна і як її вимірюють?
51. Як характеристики сонячного світла змінюються в різних пори року?
52. Як впливає зміна клімату на характеристику сонячного випромінювання?
53. Що таке глобальна радіація?
54. Як сонячне випромінювання змінюється в залежності від точки спостереження?
55. Опишіть процеси поглинання сонячного світла.
56. Як світло може змінювати хімічний склад атмосферних газів?
57. Як використовуються спектроскопічні методи для вивчення атмосфери?
58. Як сонячна радіація впливає на зміну температури Землі?
59. Як характер випромінювання Сонця змінюється з часом?

Розділ 2.

1. Що пояснює перший закон термодинаміки?
2. Як визначається другий закон термодинаміки?
3. Що таке ентропія?
4. Який зміст має третій закон термодинаміки?

5. Як закони термодинаміки стосуються організму людини?
6. Що таке тепловий комфорт для людини?
7. Які процеси обміну тепла виділяються в природі?
8. Що таке теплопроведення, конвекція та радіація?
9. Яка роль змін фази в термодинамічних процесах?
10. Як працює рівняння дифузії тепла?
11. Що таке ефективність Карно?
12. Чим відрізняється ефективність «справжньої» теплової машини від ідеальної?
13. Як визначається ефективність другого закону термодинаміки?
14. Які втрати ексергії відбуваються при горінні?
15. Як працює двигун Стірлінга?
16. Як внутрішнє згоряння впливає на енергетичні процеси?
17. Опишіть процеси перенесення тепла, маси та імпульсу?
18. Як діє загальне рівняння переносу?
19. Що таке молекулярний переніс?
20. Як взаємодіють імпульс і в'язкість?
21. Яке значення мають коефіцієнти дифузії в термодинамічних процесах?
22. Що таке стаціонарний тепловий баланс для водних об'єктів?
23. Як визначається тепловий баланс ґрунтів?
24. Яке значення має тепловий баланс рослинності для навколишнього середовища?
25. Що таке адіабатичні та неадіабатичні системи?
26. Як розробляється рівняння Пенмана?
27. Яким чином змочений і сухий термометр використовуються для вимірювання теплового балансу?
28. Що таке потенційне випаровування і як його визначити?
29. Як визначається еталонне випаровування?
30. Що таке термонеутральна діаграма?
31. Яким чином визначаються світові запаси енергії?
32. Як вітрові турбіни генерують енергію?
33. Як працює гідроелектроенергетика?
34. Яким чином визначається енергія хвиль і як її можна використовувати?
35. Що таке біомаса та біопаливо?
36. Що таке геотермальна енергетика і як вона працює?
37. Як працюють гібридні автомобілі?
38. Що таке атомна енергетика і як вона генерує енергію?
39. Що таке ядерний синтез?

Розділ 3.

1. Надайте характеристики основних забруднюючих речовин атмосфери.
2. Як теплове забруднення змінює атмосферу?
3. Які параметри вимірюються для спостереження за погодою?
4. Як працює наземна мережа для моніторингу погоди?
5. Яким чином здійснюється моніторинг верхніх шарів атмосфери?
6. Як утворюються хмари та снігові кристали?
7. Що таке атмосферна електрика?
8. Як повітряні маси впливають на погодні умови?
9. Що таке погодні фронти?
10. Які основні сили діють на ділянку повітря в атмосфері?
11. Як сила тяжіння впливає на атмосферні процеси?
12. Як сила градієнта тиску впливає на рух повітря?
13. Як діє сила Коріоліса на атмосферу?
14. Як сила тертя змінює атмосферні процеси?
15. Що таке циклонічний рух в атмосфері?
16. Як розрізняються западини і фронти в атмосфері?
17. Як термічні градієнти впливають на вітри?
18. Що таке глобальна конвекція в атмосфері?
19. Як формується глобальне поле тиску?
20. Які є глобальні схеми вітру?
21. Як оцінюється структура вологості в атмосфері?
22. Що таке полярне сяйво і як воно виникає?
23. Як відбувається розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері?
24. Як рівняння дифузії застосовуються для конкретних умов?
25. Що таке точкове джерело забруднення в трьох вимірах?
26. Як використовується рівномірний вітер для визначення забруднень?
27. Як аеродинамічна характеристика поверхневого шару визначає поширення забруднень?
28. Як використовуються коефіцієнти турбулентної дифузії в атмосферних дослідженнях?
29. Що таке Гаусовий шлейф і як він визначається?
30. Як забруднювальні речовини розсіюються в річках?
31. Як турбулентність впливає на процеси розсіювання в водах?
32. Як застосовується рівняння Дарсі в гідрології?
33. Що таке апроксимація Дюпюї для водоносних горизонтів?
34. Як описується рух води через ґрунти?
35. Що таке ґрунтово-водний баланс і як він визначається?
36. Як відбувається вимивання розчинених речовин з ґрунту?

37. Як відбувається випаровування з поверхні ґрунту?
38. Що таке енергетичний баланс вологої та сухої поверхні ґрунту?
39. Як передається приховане та відчутне тепло від поверхні випаровування?
40. Як тепловий потік у ґрунті пов'язаний з температурою?
41. Які теплові властивості ґрунту визначають теплопровідність?
42. Як аналізується тепловий потік у ґрунті?
43. Що таке наземний запас вуглецю?
44. Як деградація органічної речовини ґрунту впливає на екосистему?
45. Як моделюється динаміка органічної речовини ґрунту?
46. Як вуглекислий газ впливає на ріст рослин?
47. Що таке вуглецева ємність сільськогосподарських культур?
48. Як забруднюючі речовини впливають на сільськогосподарські культури?
49. Як здійснюється моделювання потоків забруднювачів?
50. Як оцінюється обмін енергією та масою над лісовими насадженнями?
51. Як повітряні потоки змінюються над модифікованими поверхнями міста?
52. Яка характеристика міського прикордонного шару?
53. Як катабатичні вітри змінюють атмосферні умови міста?
54. Яким чином транспорт впливає на енергетичний баланс міста?
55. Як зменшення викидів транспорту впливає на міське середовище?
56. Як міське забруднення змінює екологічну ситуацію?
57. Як зменшення шумового забруднення впливає на міське середовище?
58. Як теплоізоляція впливає на енергоефективність будівель?
59. Що таке дистанційне зондування і як воно використовується для моніторингу навколишнього середовища?
60. Як визначається роздільна здатність супутникових знімків?
61. Як використовуються радары для моніторингу навколишнього середовища?
62. Як визначаються оптичні властивості хмари та аерозолію?
63. Як спектроскопія використовується для аналізу стану атмосфери?

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Бурченко Світлана Володимирівна

ФІЗИКА ДОВКІЛЛЯ

Методичні рекомендації для організації роботи студентів
у закладах вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 24. 10.2024. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 1,03. Обсяг 0,490 Мб. Зам. № 315/24.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна