

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-енергетичний факультет

**Кафедра електроенергетики,
електротехніки та електромеханіки**

Інженерна екологія

методичні рекомендації для виконання лабораторного практикуму
здобувачами початкового рівня (короткий цикл) вищої освіти ОПП
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної форми
здобуття вищої освіти

Миколаїв

2023

УДК 504.064.4

I-62

Рекомендовано до друку науково-методичною комісією Інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету (протокол № 8 від 30.03.2023 р.).

Укладачі:

Ставинський Андрій – д-р техн. наук, професор, зав. кафедрою електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Грубань Василь – канд. т. наук, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації та те-хнічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

Вахоніна Лариса - канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний
аграрний університет, 2023

Зміст

Лабораторна робота №1	4
Лабораторна робота №2	8
Лабораторна робота №3	15
Лабораторна робота №4	18
Лабораторна робота №5	21
Лабораторна робота №6	24
ДОДАТКИ	27
РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА БАЛІВ ПО ДИСЦИПЛІНІ	28
"Інженерна екологія"	
Список використаних джерел	29

Лабораторна робота №1

Визначення границь санітарно – захисної зони для підприємств енергетичної сфери.

1.1. Мета роботи

Ознайомлення здобувачів короткого циклу з методами визначення границь санітарно – захисної зони для підприємств енергетичної сфери.

1.2. Основні положення

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) – територія навколо потенційно небезпечного підприємства, в межах якої заборонено проживання населення та ведення господарської діяльності, розміри якої встановлюються проектною документацією відповідно до державних нормативних документів. Санітарно-захисні зони створюються навколо об'єктів, які є джерелами виділення шкідливих речовин, запахів, підвищених рівнів шуму, вібрації, ультразвукових і електромагнітних хвиль, електронних полів, іонізуючих випромінювань тощо, з метою відокремлення таких об'єктів від територій житлової забудови.

Територія санітарно-захисної зони призначена для:

- забезпечення зниження рівня забруднення атмосферного повітря, рівнів шуму й інших факторів негативного впливу до гранично-допустимих значень за її межами на границі із селітебними територіями;
- створення санітарно-захисного й естетичного бар'єра між територією підприємства (групи підприємств) і територією житлової забудови;
- організації додаткових озелених площ, що забезпечують екранування, асиміляцію, фільтрацію забруднювачів атмосферного повітря й підвищення комфортності мікроклімату.

Проекти організації СЗЗ розробляються для всіх підприємств, що є джерелами впливу на середовище перебування й здоров'я людини, у першу чергу для тих, у межах нормативних санітарно-захисних зон яких розташована житлова забудова, дитячі дошкільні, середні й вищі навчальні заклади, спортивні спорудження, зони відпочинку й інші об'єкти, при розміщенні яких повинне забезпечуватися дотримання вимог до якості навколишнього середовища.

Розробка проекту організації СЗЗ виконується з метою:

- запобігання або ослаблення негативного впливу виробничих об'єктів на комфортність проживання й здоров'я населення;
- визначення можливості збереження підприємства, застосовуваної технології й обсягів виробництва продукції в умовах міста;

- прийняття економічно й технічно обґрунтованих, соціально й екологічно доцільних проектних і будівельних рішень.

У проекті організації санітарно-захисної зони:

- обґрунтовується запропонована до встановлення межа СЗЗ;
- визначається достатність раніше розроблених заходів і подальша потреба розробки нових заходів щодо охорони атмосферного повітря, благоустрою території СЗЗ;
- розробляються пропозиції по планувальній організації території, що забезпечують зниження негативного впливу виробничих об'єктів на житлову забудову до встановлених гігієнічних нормативів.

Межа санітарно-захисної зони визначається лінією, що обмежує територію, за межами якої фактори впливу не перевищують встановлених гігієнічних нормативів.

Затверджений проект організації санітарно-захисної зони є правовою основою для встановлення (зміни, скасування) меж СЗЗ як ліній містобудівного регулювання території.

Вихідними даними для розробки матеріалів щодо обґрунтування встановлення розміру СЗЗ є:

- Звіт про інвентаризацію викидів забруднюючих речовин підприємства.
- Документи, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, на основі яких отримано дозвіл на викиди.
- Протоколи проведення досліджень шумового навантаження та інфразвуку.

Протоколи дослідження повітря населених місць [1-2].

1.3. Нормативна правова база

ДСП-173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України №173 від 19.06.1996.

Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря», затверджені Наказом МОЗ № 184 від 13.04.2007.

ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації для будівництва».

Інструкція про загальні вимоги до оформлення документів, у яких обґрунтовуються обсяги викидів, для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, установ, організацій та громадян-підприємців,

затверджена Наказом Міністерства охорони навколишнього середовища України № 108 від 09.03.2006.

1.4. Підготовка і порядок роботи

Розміри нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ) l_0 (м), що встановлюються державними санітарними нормами проектування та забудови населених пунктів, необхідно перевіряти розрахунками забруднення атмосфери відповідно до вимог [3] з урахуванням перспективи розвитку підприємства та фактичного забруднення атмосферного повітря.

Одержані розрахунком розміри L_0 (лінія 1ГДК) розрахункової СЗЗ повинні уточнюватися окремо для різних напрямків вітру залежно від середньорічної рози вітрів щодо району розташування підприємства за формулою:

$$l = L_0 \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

L_0 – розрахунковий розмір ділянки місця розташування підприємства в даному напрямку, де концентрації шкідливих речовин з урахуванням фонові концентрації перевищують гранично допустиму, м;

P – середньорічна повторюваність напрямків вітру даного румбу, %;

P_0 – повторюваність напрямків вітру одного румбу при круговій розі вітрів. При восьмирумбовій розі вітрів $P=12,5\%$.

Значення l та L_0 відраховують від джерела викиду (при наявності одного джерела викиду). У випадку двох і більше джерел для визначення l та L_0 беруть середньозважені координати джерел, які викидають в атмосферне повітря однакові забруднюючі речовини. Приклад визначення середньозважених координат наведено у таблиці 1.

Номер джерела	Координати		Середнє значення координат	
	X	Y	$X = \frac{X_1 + X_2}{2}$	$Y = \frac{Y_1 + Y_2}{2}$
1	0	0	30	85
2	60	170		

1.4. Після виконання теоретичних розрахунків потрібно зробити висновок.

Лабораторна робота №2

Оцінка якості води не зважаючи на категорію: питна або технічна.

2.1. Мета роботи

Ознайомити здобувачів з методами визначення фізико – хімічного складу води.

2.2. Короткі теоретичні відомості.

Для питного водопостачання в Україні використовуються поверхневі та підземні прісні води. Централізоване водопостачання на 80 % забезпечується за рахунок поверхневих вод, які мають антропогенне забруднення.

Вода річки Дніпро є основним джерелом питного водопостачання країни. Зростаюче забруднення води поверхневих водойм, підсилене неефективною роботою водопровідних очисних споруд (невідповідність технологічних схем водоочистки, порушення технологічних режимів, незадовільний технічний стан розподільчої мережі, відсутність кваліфікованих експлуатаційних служб тощо), створює серйозну проблему отримання якісної питної води.

Централізованим водопостачанням в Україні забезпечено 450 міст, 783 із 891 селища міського типу, а також 6490 із 28584 сільських населених пунктів, що охоплює понад 70 % населення країни.

Як свідчать дані моніторингу, якість поверхневих вод постійно погіршується внаслідок безпосереднього скидання у водойми господарсько-побутових або промислових стічних вод, близько 40 % яких не очищується або не відповідає санітарним вимогам. Натомість протягом останніх десяти років простежується тенденція до зниження обсягів скидання у водойми забруднених господарсько-побутових стічних вод із 39 до 34 %, а промислових – із 42 до 39 %. Надходячи у водойми, недостатньо очищені або неочищені стічні води забруднюють їх завислими частками, органічними речовинами, патогенними й умовно патогенними бактеріями, вірусами,

цистами найпростіших, яйцями гельмінтів. З промисловими стічними водами у водойми потрапляє значна кількість токсичних і канцерогенних хімічних речовин.

Якість води — поєднання хімічного і біологічного складу та фізичних властивостей води водного об'єкта, яке зумовлює її придатність для певних видів використання. Якість води належить до найважливіших характеристик водних ресурсів, що визначають можливість їх раціонального використання та охорони від забруднення та виснаження. Вода — джерело життя. Вживання неякісної питної води загрожує важкими наслідками для здоров'я людини.

Показник якості води – (англ. Water Quality Index, нім. Wassergütezahl (Wassergütegrad, Wassergütekennwert, m), рос. показатель качества воды) – сукупність біологічних і фізико-хімічних характеристик води: трюфосапробності, солоності, твердості, водневого показника рН, концентрації шкідливих речовин.

Нормативи якості води — встановлені (нормовані) значення показників якості води (фізичні, хімічні, біологічні), що відповідають певним вимогам, при яких надійно захищається здоров'я людей, створюються сприятливі умови для водокористування, охорони вод та екологічного благополуччя водного об'єкта.

До фізичних показників якості води належать температура, прозорість чи каламутність, кольоровість, запах і смак.

До хімічних — активна реакція (рН), окиснюваність, мінералізація води (сумарний вміст солей) та ціла низка розчинних хімічних речовин (основні іони, розчинні гази, біогенні речовини, мікроелементи, радіоактивні речовини, специфічні забруднювальні речовини).

Оцінка показників якості води дає змогу встановити відповідність чи невідповідність води певного водного об'єкта вимогам, які висуваються тими чи іншими водокористувачами. Критерієм оцінки допустимості вмісту речовин у воді є гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин

у них, а також їх загальносанітарна характеристика. Вимоги до якості вод у водних об'єктах, які використовуються для господарсько-питних, культурно-побутових і рибогосподарських потреб, викладено у «Правилах охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» (1990).

До природних запахів відносять болотний, деревний, трав'янистий, сірководневий, плісневий, рибний. Болотний запах зумовлюється продуктами розкладання рослин. Вода може набувати ароматичних запахів рибного, трав'янистого, маслянистого землянистого. Запахи штучного походження залежать від промислових стічних вод, які потрапили у водойм, або від хімічних сполук введених у воду при її очистці та знезараженні на водопровідних станціях. Розрізняють хлорний, бензинний. Фенольний запахи. Інтенсивність запаху води, яка подається водопроводом, не повинна перевищувати 2-х балів.

Смак і присмак води залежить від наявних у ній органічних, та мінеральних сполук. Смак і присмак та їх інтенсивність визначаються органолептично у сирій воді, за винятком води відкритих водойм і води сумнівних у санітарному відношенні джерел. Ці води перед визначенням смаку кип'ятять та охолоджують до кімнатної температури.

Розрізняють чотири види смаку води: солоний, гіркий, солодкий, кислий. Усі інші види смакових відчуттів називають присмаками, характеризуючи їх за відповідними ознаками: рибний, металевий, хлорний. Інтенсивність смаку і присмаку води оцінюють у балах за такою шкалою:

0 – ніякого смаку; 1 – дуже слабкий; 2 – слабкий; 3 – помітний; 4 – сильний; 5 – дуже сильний. Інтенсивність смаку і присмаку води, яка подається водопроводом, не повинна перевищувати 2 бали.

До біологічних (мікробіологічних) — вміст кишкової палички (колі-індекс), сапрофітних бактерій [].

Окремі вимоги до якості вод, які використовуються для господарсько-питних і культурно-побутових потреб: мінералізація води — не більше 1000

мг/дм³; рН — 6,5-8,5; у воді не повинно бути збудників кишкових захворювань тощо.

ГДК шкідливих речовин у воді водних об'єктів, які використовуються для господарсько-питних і культурно-побутових потреб, визначено більше ніж для 1000 інгредієнтів; для рибогосподарських — більше ніж для 200. Але ця кількість інгредієнтів не охоплює всі забруднювальні речовини антропогенного походження, яких за орієнтовними даними не менше 5-6 тис.

Для інтегральної оцінки якості води водних об'єктів з екологічних позицій розроблено низку методик, які враховують взаємний вплив всіх визначених у воді компонентів через розрахунки індексів забруднення води. В Україні діє «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (1998), в якій виділяється 5 класів і 7 категорій якості води за ступенем чистоти (забруднення): дуже чисті; чисті; помірно забруднені; забруднені; брудні; дуже брудні; надзвичайно брудні. В цілому, якість річкових вод на території України погіршується з північного заходу на південний схід.

Якість питної води, яка після забору з поверхневих джерел водопостачання є по суті виготовленим продуктом на водопровідній станції, регламентується державним стандартом «Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль якості» (1983) та державними санітарними правилами і нормами «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» (МОЗ України, 1996).

Керівні документи ФАО та ВОЗ з питань якості і безпеки води.

ФАО та ВОЗ провели огляд керівних документів з питань якості і безпеки води, який продемонстрував, що необхідна для прийняття заснованих на аналізі ризику рішень інформація здебільшого відсутня або не є загальнодоступною. Особливо бракує доступних посібників для спільнот виробників / переробників харчових продуктів.

Керуючись цим, ФАО і ВОЗ ініціювали розробку більш адресних науково обґрунтованих керівних вказівок щодо якості води, призначеної для різних видів використання у виробництві та переробці харчових продуктів.

Керівні документи Всесвітньої організації охорони здоров'я:

- Керівні принципи якості питної води (англ. Guidelines for Drinking-Water Quality);
- Нагляд та контроль громадських водних об'єктів (англ. Surveillance and Control of Community Water Supplies). ВОЗ (1997; оновлена версія);
- Рекомендації щодо безпечного використання стічних вод і екскрементів в сільському господарстві та аквакультури (англ. Guidelines for Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture);
- Керівні принципи для безпечного використання рекреаційної води (англ. Guidelines for Safe Recreational Water);
- Посібник з виробництва безпечної питної води (англ. Guidance for producing safe drinking-water).
- ВОЗ також розробила ресурси для надання допомоги у тлумаченні та реалізації посібника «Керівні принципи якості питної води», зокрема - Керівництво з планування безпеки води. Поетапне управління ризиками для постачальників питної води англ. Water Safety Plan Manual (Step-by-step risk management for drinking-water suppliers).
- Керівні документи Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН
- AQUASTAT (англ. Global Information System on Water and Agriculture) – це глобальна інформаційна система водних ресурсів ФАО, найбільш цитоване джерело глобальної статистики води. AQUASTAT збирає, аналізує та поширює національні дані та інформацію по країнах світу про водні ресурси, використання водних ресурсів, управління водними ресурсами

тощо з метою їх використання у аналітиці систем харчування, включаючи зокрема обсяги зрошення та використання стічних вод;

- Якість води в сільському господарстві (англ. Water quality in agriculture) – документ призначений для надання рекомендацій фермерам та керівникам проєктів, консультантам та інженерам з оцінювання та ідентифікації потенційних проблем, пов'язаних із якістю води. Це керівництво з оцінки придатності води для зрошення.

- Вода для тварин (англ. Water for animals) – посібник для допомоги фахівцям з водопостачання в розумінні проблем поголів'я худоби та фахівцям по тваринництву та пасовищам у розумінні проблем розвитку водних ресурсів та управління. Стосується лише визначення мінімальної якості води для споживання тваринами.

- Обробка та використання стічних вод у сільському господарстві (англ. Waste water treatment and use in agriculture) – керівництво щодо використання очищених стічних вод для зрошення та аквакультури. У ньому представлені погляди на ризики для здоров'я, небезпеки для навколишнього середовища та потенціал рослинництва, пов'язаних з використанням очищеної стічної води. Також пояснює традиційні технології очищення стічних вод та системи природного біологічного очищення як життєздатних альтернатив у країнах, що розвиваються, особливо в районах з гарячим кліматом.

- Практика фермерства для безпечного використання води в міському та приміському садівництві (англ. On farm practices for the safe use of water in urban and peri-urban horticulture) – посібник для тренінгу фермерів з безпечної практики використання стічних вод у виробництві овочів, зокрема за темами – як зрошувальна вода може бути забруднена міськими стічними водами; методів, які можна використовувати на фермі для зменшення ризику для здоров'я, пов'язаного з використанням стічних вод для зрошення тощо.

- Шлях до майбутнього: забезпечення водою і продовольча безпека. Критичні перспективи для політиків (англ. Towards a water and food secure future. Critical perspectives for policy-makers). Метою цієї Білої книги є надання розробникам політики керівництва з технічних та економічних аспектів використання води в сільському господарстві з особливим акцентом на виробництво врожаю та тваринництва. Основна увага робиться на регіональних та національних аспектах політики продовольчої безпеки на період до 2050 року.

2.3. Хід експерименту.

Визначення органолептичних властивостей води за допомогою сенсорних здатностей організму.

1. Використати три зразки води.
2. За допомогою сенсорних здатностей організму описати зразки.
3. Данні занести до таблиці 1.

№	Оцінка зразка* затемпературних режимів навколишнього середовища		Домінуючий запах
	20 ⁰ C	50 ⁰ C	
1			
2			
3			

Оцінка зразка* повинна становити значення від 1 до 5.

Виконати та оформити обґрунтувати.

Лабораторна робота № 3

Оцінка якості води за параметром жорсткості водопровідної та бутильованої води.

3.1. Мета роботи.

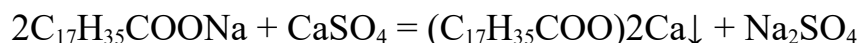
Ознайомити студентів з теоретичним методом визначення жорсткості показників води.

3.2. Короткі теоретичні відомості

Твердість води визначають за кількістю солей кальцію і магнію в ній. Якщо вода містить значні кількості вапнякових солей, то таку воду називають твердою чи цупкою, а коли цих солей зовсім немає або вони містяться в незначних кількостях — м'якою.

Відрізняють твердість води тимчасову, або карбонатну, і сталу. Тимчасова твердість зумовлюється наявністю кислих карбонатів (гідрокарбонатів) кальцію і магнію: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, а стала — наявністю сульфатів і хлоридів кальцію та магнію: CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 і MgCl_2 . Загальна твердість води є сумою тимчасової і сталої твердості.

Тверда вода непридатна майже для всіх галузей виробництва. Наприклад, жорстку воду не можна використовувати для прання білизни, миття шерсті і фарбування тканин, бо в ній мило втрачає свою мийну здатність. Це пояснюється тим, що розчинний у воді стеарат натрію $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$, який становить головну складову мила, переходить у нерозчинний стеарат кальцію (або магнію), утворюючи так зване кальцієве (або магнієве) мило:



При цьому мильна піна утворюється тільки після повного осадження іонів кальцію і магнію, на що непродуктивно витрачається багато мила. Крім

того, утворюваний осад кальцієвого і магнієвого мила міцно осідає на волокнах тканин і забруднює їх, а при фарбуванні утворює плями.

Жорстка вода непридатна і для цілої низки інших виробництв: паперового, шкіряного, крохмального, спиртового тощо. Вона непридатна і для паросилового господарства, бо під час кип'ятіння води утворюється накип, який погано проводить тепло, внаслідок чого збільшується витрата палива. Накип спричиняє інтенсивне руйнування стінок котлів, що може призвести до аварії.

Для приготування їжі жорстку воду теж не вживають, бо в ній погано розварюються м'ясо і овочі. Для пиття вона теж непридатна.

Тимчасова твердість води — компонента загальної твердості води, що може бути усунена кип'ятінням. Пов'язана з наявністю розчинних солей Ca та Mg, зокрема $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Методи визначення твердості води:

Жорсткість води найчастіше визначають титруванням розчином дивонатрієвої солі етилендіамінтетраацетатної кислоти (комплексон III, трилон Б) у лужному середовищі в присутності індикатора хромоген чорний спеціальний або еріохром чорний. Користуючись іншим спеціальним індикатором — мурексидом, визначають кальцієву Т.в.; магнієву Т.в. розраховують за різницею між результатами цих двох визначень. Якщо вміст кальцію та магнію у воді визначено іншими способами, то загальну Т.в. можна вирахувати за формулою: $T = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, де T — загальна Т.в., ммоль/дм³; Ca^{2+} та Mg^{2+} — концентрація кальцію та магнію, ммоль/дм³.

Залишкову жорсткість оцінюють за формулою:

$$T_{\text{в. зал.}} = \frac{C_T \cdot V_T \cdot 1000}{V_{\text{пр}}}; \quad (1)$$

де C_T — концентрація (нормальність використаного розчину трилону Б ($C_T = 0,1 \text{ Н}$);

V_T — об'єм трилону Б, см³, витраченого на титрування;

$V_{\text{пр}}$ — обсяг проби води взятої на аналіз.

Залишкова жорсткість визначається за формулою:

$$Z = \left(1 - \frac{T \cdot \mathcal{B}_{\text{зал}}}{T \cdot \mathcal{B}_{\text{поч}}} \right) \cdot 100 \% . \quad (2)$$

3.2. Порядок проведення роботи

1. Ознайомитись з теоретичним матеріалом.
2. Отримати у викладача власний зразок для проведення дослідю (додаток А.).
3. Теоретично за допомогою формул (1) та (2) розрахувати параметри пом'якшення .
4. Отримані результати внести до таблиці .

Віріанг зразка	$T \cdot \mathcal{B}_{\text{поч}}$ мгекв/л	V_T , мл.				$T \cdot \mathcal{B}_{\text{зал}}$, мгекв/л				Z			
		рН				рН				рН			
		9,0	10,0	11,0	11,9	9,0	10,0	11,0	11,9	9,0	10,0	11,0	11,9
1													

За отриманими даними зробити висновок.

Лабораторна робота №4

Визначення рівня шумового забруднення.

4.1. *Мета роботи* .Ознайомити здобувачів з методами визначення шумового забруднення.

4.2. *Короткі теоретичні відомості.*

Забруднення шумом - це небажаний шум, який при певних децибелах дратує, а у важких випадках може спричинити втрату слуху для людей та тварин загалом.

Іншими словами, шумове забруднення чинить шкідливий фізіологічний та / або психологічний вплив на людей, незалежно від ступеня чутливості у них.

Характеристика шумового забруднення полягає в тому, що воно не залишає залишків або кумулятивного ефекту. І воно полягає в тому, що, хоча воно і подорожує за вітром, воно розташоване в зменшеному радіусі порівняно з іншими видами забруднення.

Вимірювання шумового забруднення

Спосіб вимірювання шумового забруднення здійснюється через одиницю, відому як децибела або децибел (дБ), яка виражає інтенсивність звуку.

Людське вухо має здатність чути звук від 1 дБ, що може бути, наприклад, тихим шепотом когось. І щонайбільше 140 дБ, що спричиняє біль у вусі, яка може бути спричинена звуком, що видається під час зльоту літака.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), допустимий рівень децибелів на роботі повинен становити 85 дБ протягом 8 годин на день. Однак для людей, які працюють у барах чи на масових заходах, оскільки це досягає 100 дБ. Тому години витримки повинні зменшитися до 15 хвилин, щоб уникнути ризику для вашого здоров'я.

Втрата слуху також може бути спричинена неправильним використанням електронних пристроїв, таких як слухові апарати. З цієї причини деякі пристрої встановлюють попередження, коли користувач хоче збільшити гучність. Що також вимірюється в дБ.

Шумомір – це спеціальний прилад стаціонарного або переносного типу, який може точно виміряти рівень звукового сигналу і шуму. Такий пристрій може застосовуватись у різних ситуаціях та випадках. Тут можна навести такі приклади:

- для перевірки відповідності нормам робочих місць на шумове забруднення у будинках, цехах, офісах, лабораторіях тощо;
- при технічній атестації та контролі транспортних засобів;
- у навчальних, наукових та лабораторних цілях;
- у будівельних цілях для перевірки звукоізолюючих матеріалів;
- контролю перевірки роботи устаткування;
- під час використання контролюючими державними органами;
- у побутових та інших приватних цілях.

4.3. Порядок проведення роботи

- 1. Ознайомити здобувачів з роботою пристрою для виміру шуму;*
- 2. Визначити допустимі межі виміру за законодавчими нормами;*
- 3. Провести вимірювання в різних середовищах (аудиторія, подвір'я навч. корпусу, гуртожиток);*
- 4. За отриманими даними заповнити таблицю та зробити висновок.*

Дослід перший. Дослідження шуму від аудіо та стерео систем для отримання оптимального звукового діапазону для слухача.

Положення регулятора гучності.	Мінімальне значення	Середнє значення	Максимальне значення
Рівень шуму, дБ.			

Зробити висновок за дослідом.

Дослід другий. Замір рівня шуму біля дороги з урахуванням відстані та пори дня.

Відстань від проїздної частини (м)	1,5	10	25
Рівень шуму, дБ.			

У висновку до дослідю 2 вказати рівень насиченості потоку транспорту в період вимірів.

Лабораторна робота №5

Визначення рівня шумового забруднення в місцях масового накопичення людей.

5.1 *Мета роботи* .Ознайомити здобувачів з методами визначення шумового забруднення.

5.2 *Короткі теоретичні відомості.*

Забруднення шумом - це небажаний шум, який при певних децибелах дратує, а у важких випадках може спричинити втрату слуху для людей та тварин загалом.

Іншими словами, шумове забруднення чинить шкідливий фізіологічний та / або психологічний вплив на людей, незалежно від ступеня чутливості у них.

Характеристика шумового забруднення полягає в тому, що воно не залишає залишків або кумулятивного ефекту. І воно полягає в тому, що, хоча воно і подорожує за вітром, воно розташоване в зменшеному радіусі порівняно з іншими видами забруднення.

Вимірювання шумового забруднення

Спосіб вимірювання шумового забруднення здійснюється через одиницю, відому як децибела або децибел (дБ), яка виражає інтенсивність звуку.

Людське вухо має здатність чути звук від 1 дБ, що може бути, наприклад, тихим шепотом когось. І щонайбільше 140 дБ, що спричиняє біль у вусі, яка може бути спричинена звуком, що видається під час зльоту літака.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), допустимий рівень децибелів на роботі повинен становити 85 дБ протягом 8 годин на день. Однак для людей, які працюють у барах чи на масових заходах, оскільки це досягає 100 дБ. Тому години витримки повинні зменшитися до 15 хвилин, щоб уникнути ризику для вашого здоров'я.

Втрата слуху також може бути спричинена неправильним використанням електронних пристроїв, таких як слухові апарати. З цієї

причини деякі пристрої встановлюють попередження, коли користувач хоче збільшити гучність. Що також вимірюється в дБ.

Шумомір – це спеціальний прилад стаціонарного або переносного типу, який може точно виміряти рівень звукового сигналу і шуму. Такий пристрій може застосовуватись у різних ситуаціях та випадках. Тут можна навести такі приклади:

- для перевірки відповідності нормам робочих місць на шумове забруднення у будинках, цехах, офісах, лабораторіях тощо;
- при технічній атестації та контролі транспортних засобів;
- у навчальних, наукових та лабораторних цілях;
- у будівельних цілях для перевірки звукоізолюючих матеріалів;
- контролю перевірки роботи устаткування;
- під час використання контролюючими державними органами;
- у побутових та інших приватних цілях.

Самі собою шумоміри відрізняються за класом точності, що впливає на сферу їх застосування і вартість. Залежно від завдання можна виділити такі класи точності:

- нульовий «0» - найвищий клас, який застосовується в наукових лабораторіях та для калібрувальних цілей. Ці прилади застосовують у ситуаціях, коли важливо знати показники рівня звукової хвилі з великою точністю. Обладнання цього класу може бути еталонною мірою визначення значень;
- перший «1» - застосовується при санітарно-гігієнічному контролі, а також інспекторами та аудиторами служби охорони праці. Дане обладнання працює на рівні та з точністю, близькою до лабораторних;
- другий клас «2» - використовується для контролю та перевірки правильності роботи обладнання та транспортних засобів. Таких за точністю приладів достатньо для технічного огляду відповідності нормам шумозабрудненню роботи транспортних засобів;

- третій «З» - відноситься до пристроїв побутового типу, які найчастіше пропонуються для продажу у бюджетному сегменті. Залежно від моделі та виробника похибка виміру тут може становити від 1 до 4 дБ.

Вибір шумоміра слід робити залежно від завдання застосування. Цілі використання приладу слід ставити у відповідність до класу точності. У випадку бувають шумоміри в стаціонарному і портативному виконанні.

5.3. Порядок проведення роботи

- 1. Ознайомити здобувачів з роботою пристрою для виміру шуму;*
- 2. Визначити допустимі межі виміру за законодавчими нормами;*
- 3. Провести вимірювання в різних середовищах (парк, кафе, столова, конференц зал т.д.);*
- 4. За отриманими даними заповнити таблицю та зробити висновок.*
- 5. За отриманими даними сторити таблицю, на основі якої виконати висновок.*

Лабораторна робота №6

Розрахунок тепличних опромінювальних установок, які застосовуються в рослинництві.

6.1 *Мета роботи* .Засвоїти методику та отримати практичні навички розрахунку тепличних опромінювальних установок, які застосовуються в рослинництві.

6.2 *Короткі теоретичні відомості.*

Із спектра оптичного опромінювання на ріст і розвиток більшості рослин впливає випромінювання з довжиною хвилі від 300 до 1000 нм. В сільськогосподарському виробництві штучне опромінення використовують для продовження короткого світлового дня, додаткового підвищення фотосинтезної активної радіації сонячного випромінювання, створення фітоопроміненості достатньої для нормального розвитку рослин в теплицях.

Штучне опромінювання рослин також використовують для вирішення наступних технологічних задач: прискорення росту і розвитку розсади, вирощування овочів, вигонки овочевих рослин для отримання зеленої маси (салат, цибуля), прискореного росту саджанців, прискореного виведення нових сортів сільськогосподарських культур.

Для установок штучного опромінення рослин промисловість випускає стаціонарні тепличні опромінювані: ОТ-400 з лампою ДРЛФ400, ОТ-1000 з лампою ДРФ1000, ГСП26-400, ГСП1000 з лампами ДРИ 400, ДРИ1000, ОГС01 «Фотос» з лампами ДРИ 1000, 2000, 3500 та ін.

При опроміненні розсади і овочів в теплицях найбільш широке розповсюдження отримали опромінювані ОТ-400 і ОТ-400М, які відрізняються простотою конструкції і надійністю в експлуатації.

При конструюванні опромінюючих установок, в яких використовуються точкові випромінювачі та стандартні опромінювачі з симетричним розподілом потоку випромінювання в просторі, практично важко забезпечити рівномірний розподіл опромінення по опромінюючій поверхні.

Разом з тим представляється можливим конструювати установки із заданим мінімальним опроміненням при заданій ступені нерівномірності.

Розташування опромінювачів визначається характером просторового розподілу їх потоку випромінювання та основними розмірами опромінювальної площі.

Висота підвісу h опромінювачів над рослинами залежить від типу джерела випромінювання і вибирається так, щоб забезпечити заданий рівень опромінення і разом з тим не перегріти рослини (зазвичай для стаціонарних установок з точковими випромінювачами $h \gg 0,5$ м).

Розрахунок доцільно вести за мінімальною опроміненістю, причому

коефіцієнт мінімального опромінення $Z = \frac{E_{\phi, \min}}{E_{\phi, \max}}$ не слід приймати менше 0,8.

На рис. 1 h і r мають однаковий масштаб. Користуючись кривою просторового розподілення потоку випромінювання (рис. крива 1) прийнятого типу опромінювача, будують криву розподілу створюваної ним опроміненості як функції відстані r при $h = \text{const}$ (крива 2, рис.1).

Ординати шуканої кривої для різних значень r обчислюють за такими виразами:

- для горизонтальної опроміненості на підставі виразів

$$E_{\phi} = I_{\alpha} \cos \varphi (l_{\alpha} \cdot m_{\alpha})^{-2} K_{\phi}$$

де I_{α} - сила світла під кутом α , що визначається за кривою просторового розподілу потоку випромінювання прийнятого опромінювача, кд; l_{α} - відстань на кресленні від світлового центру опромінювача до точки, в якій обчислюється опроміненість; m_{α} - масштаб l_{α} ;

- для сферичної опроміненості на підставі виразів

$$E_{\phi_{сф}} = I_{\alpha} 0,25 (l_{\alpha} \cdot m_{\alpha})^{-2} K_{\phi}$$

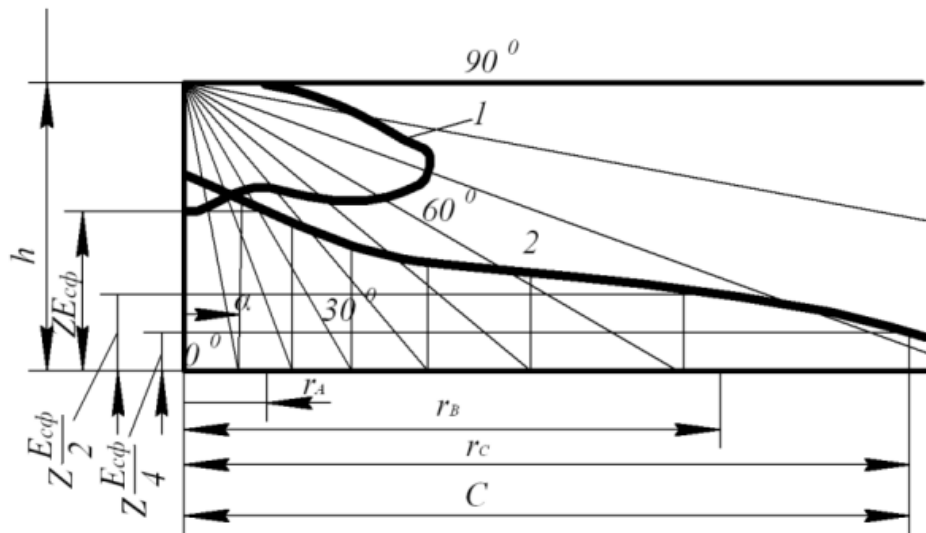


Рис. 1 – До розрахунку опромінювальної установки з точковими випромінювачами: побудова характеристики розподілу опроміненості по стеллажу

Розрахунок за сферичною опроміненістю виконують наступним чином. Розташували на плані стелажа опромінювачі, знаходять характерні точки, в яких опромінення може виявитися мінімальним. На рис. 2. в якості прикладу показано розташування опромінювачів по вершинам квадратів.

Припустимо, що найгіршими за умовами опромінення є точки А, В і С. Щоб забезпечити у цих точках виконання умови $E_{сф} \geq E_{сф. \max} Z$, необхідно визначити максимально допустимі відстані на плані від опромінювача II до точок А, В, С (r_A, r_B, r_C). Для цього по кривій $E_{сф} = f(r)$ (рис. 1 крива 2) знаходять r_A , при якому $E_{Acф} \geq E_{сф. \max} Z$. Вплив додаткової опроміненості в точці А від опромінювачів I і III можна врахувати при остаточному розміщенні опромінювачів на плані стелажа.

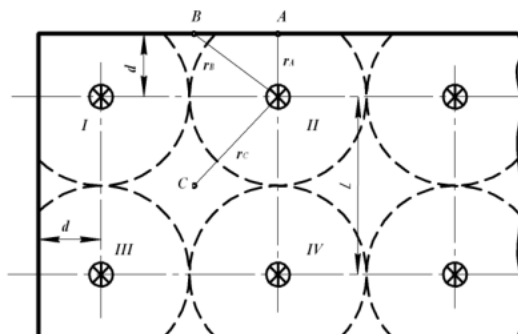


Рис. 2 – До розрахунку опромінюючої установки з точковими випромінювачами: розміщення опромінювачів на плані стелажу і визначення найменших допустимих відстаней між ними

Максимальну відстань L між опромінювачами вибирають так, щоб забезпечити в характерних точках B і C виконання умови $E_{сф} \geq E_{сф \cdot \max} Z$. Для цього по кривій 2 визначають r_B при $E_{всф} = \frac{E_{сф \cdot \max}}{2} Z$ і r_C при $E_{сф} = \frac{E_{сф \cdot \max}}{4} Z$. Шукана відстань $L = 2\sqrt{r_B^2 - d^2}$ в той же час $L = r_C \sqrt{2}$. Менше з двох отриманих значень L приймається як максимально допустима відстань між опромінювачами при розміщенні їх по вершинах квадратів. Таким чином можна провести розрахунок і при іншому розташуванні опромінювачів.

В опромінювальних установках, як пересувних, так і стаціонарних, найбільш часто застосовуються люмінесцентні лампи низького тиску, розташовані у великій кількості горизонтально над опромінювальною поверхнею на невеликій висоті (0,05...0,25 м).

Розрахунок опроміненості, створюваної подібними конструкціями в будь-якій точці опромінюючої поверхні, дуже громіздкі і не мають практичного сенсу. При проектуванні більш важливим є розрахунок середньої опроміненості у межах, наприклад, стелажа шириною 1 м і довжиною, рівній довжині люмінесцентних ламп, що використовуються в даній установці. Потік, що падає від ряду (блоку) люмінесцентних ламп на опромінювальну поверхню, не дорівнює сумарному потоку ламп через його втрати в навколишній простір і поглинання суміжними лампами.

Горизонтальну опроміненість під блоком люмінесцентних ламп (рис. 3) можна обчислити за виразом:

$$E_{\phi} = \frac{\Phi_{\lambda} K_{\phi}}{Ll} (n-1) \eta_{\phi \lambda}$$

де Φ_{λ} – світловий потік однієї лампи, прийнятої в розрахунку, лм ;

L – довжина люмінесцентної лампи, м;

l - ширина блоку ламп, рівна 1 м;

K_ϕ - величина, яка дорівнює $K_\phi = \Phi_\phi/\Phi$: Φ_ϕ - фітопотік виражений в фітах;

Φ - світловий потік в люмінах;

n - кількість ламп в блоці ($n > 1$);

$\eta_{\phi l}$ - коефіцієнт корисної дії блоку ламп, що залежить від величини втрат потоку випромінювання за рахунок поглинання його суміжними лампами і втрат в навколишній простір.

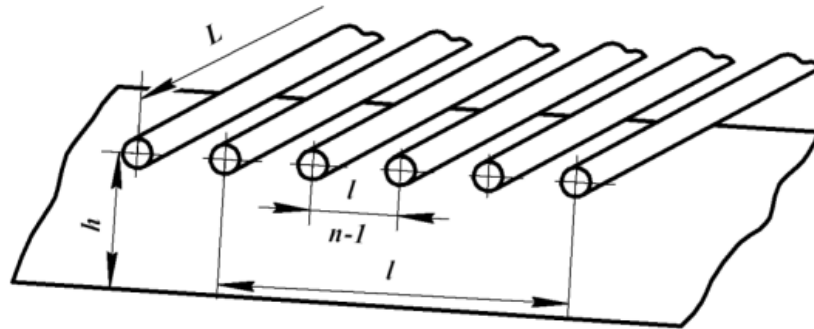


Рис. 3 – До розрахунку опроміненості, створюваної на стелажу блоком люмінесцентних ламп

У виразі (E_ϕ) дріб правої частини є для даного типу люмінесцентних ламп величиною постійної і може бути позначений через μ . Запишемо вираз інакше:

$$E_\phi = \mu e_\phi$$

де $\mu = \frac{\Phi_\phi K_\phi}{l l}$ - постійна величина, що залежить від каталожних даних джерела випромінювання та ширини опромінюючого стелажа;

$e_\phi = (n-1)\eta_{\phi l}$ - відносна опроміненість, що залежить від висоти h , числа ламп в блоці при даній його ширині і не залежить від світлотехнічних властивостей люмінесцентних ламп.

Користуючись виразом (E_ϕ) і довідковим графіком $e_\phi = f(n)$ (рис. 4), можна визначити питоме число люмінесцентних ламп у блоці шириною 1 м,

що вимагається для забезпечення необхідного опромінення. Для цього, вибравши тип і потужність люмінесцентних ламп, обчислюють значення μ .

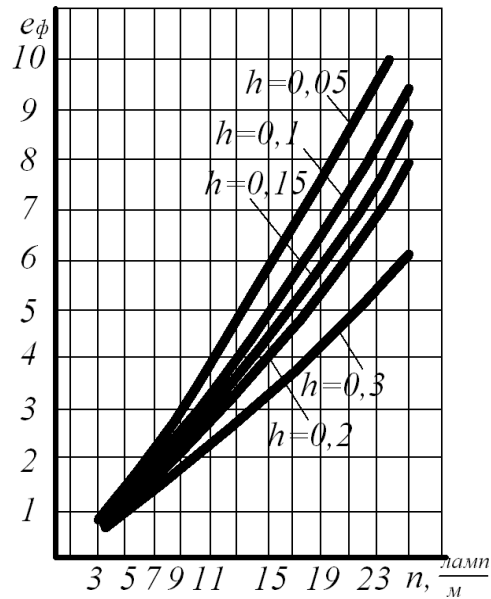


Рис. 4 – Залежність відносної опроміненості від числа ЛЛ в блоці і висоти їх розміщення над опромінювальною поверхнею

Виходячи з вимог опромінення, підраховують:

$$e_{\phi} = \frac{E_{\phi,z}}{\mu}$$

По графіку залежності відносної опроміненості від питомого числа ламп в блоці та висоті їх розташування над опромінювальною поверхнею (рис. 4) визначають шукане число люмінесцентних ламп.

Якщо розрахунок ведеться по середній сферичній опроміненості, то для великих площ опромінення при розташуванні випромінювачів в горизонтальній площині можна користуватися співвідношенням:

$$E_{\phi,сф} = (0,57...0,67)E_{\phi,z}$$

2. Алгоритм розрахунку установки для опромінення розсади огірків в горшках на стелажі

1. Визначити висоту підвісу опромінювачів:

$$h = \sqrt{\frac{I_{a0}}{E}}$$

де I_{a0} – сила випромінювання, фт/ст.; E – мінімальна опроміненість для розсади.

2. Визначити на плані відстань від опромінювача до точки з найменшою опроміненістю:

$$d = h \cdot \operatorname{tg} \alpha_0$$

де α_0 – основні розрахункові параметри опромінювальної установки визначаються із відомих співвідношень з врахуванням α_0 ;

3. Визначити відстань між опромінювачами:

$$l = \sqrt{2}d$$

4. Визначити площу опромінення, яка приходить на один опромінювач:

$$A_0 = l^2$$

5. Визначити питому потужність лампи:

$$p = \frac{P_l}{A_0}$$

де P_l – потужність лампи, Вт

6. Визначити кількість опромінювачів по ширині:

$$N_b = \frac{B}{l} + \frac{1}{3}$$

7. Визначити коефіцієнт погіршення енергетичного показника:

$$K_e = \frac{[N_b]^2}{([N_b] - \frac{1}{3})N_b}$$

де $[N_b]$ – число опромінювачів по ширині заокруглене до цілого значення; N_b – теж, але не заокруглене до цілого значення.

8. Визначити повну потужність установки:

$$P = p \cdot K_e \cdot A$$

де A – опромінювальна площа, м².

9. Визначаємо кількість опромінювачів в установці:

$$N = \frac{P}{P_s}$$

3. Вказівки щодо оформлення звіту

1. Ознайомитися з короткими теоретичними відомостями практичної роботи.
2. Ознайомитися порядком та методом виконання практичного завдання.
3. За вихідними даними приміщення, виконати світлотехнічний розрахунок тепличних опромінювальних установок, які застосовуються в рослинництві.
4. Проаналізувати результати виконаної роботи.
5. Відповісти на контрольні питання.
6. Оформити звіт відповідно до вимог захисту та виконання практичних робіт.
7. Зробити висновок про виконану роботу.

ДОДАТКИ.

Додаток А.

Віріант варіант за списком	<i>T.в.</i> _{поч} мгекв/л	<i>V_T</i> , мл.				<i>T.в.</i> _{зал} , мгекв/л				<i>Z</i>			
		<i>pH</i>				<i>pH</i>				<i>pH</i>			
		9,0	10,0	11,0	11,9	9,0	10,0	11,0	11,9	9,0	10,0	11,0	11,9
1	4,8	1,3	1,0	0,89	0,6								
2	5,0	1,5	1,1	0,8	0,52								
3	6,9	2,0	1,75	1,5	1,2								
4	3,8	1,3	1,0	0,7	0,5								
5	5,3	2,5	2,1	2,0	1,9								
6	8,1	1,2	1,0	0,7	0,5								
7	8,4	2,5	2,4	2,2	1,9								
8	10,9	1,8	1,4	1,1	0,5								
9	4,9	0,8	0,7	0,6	0,5								
10	5,8	2,1	1,9	1,5	0,8								
11	7,1	2,0	1,8	1,0	0,7								
12	7,8	1,7	1,3	1,0	0,5								

РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА БАЛІВ ПО ДИСЦИПЛІНІ

"Інженерна екологія"

Оцінювання знань студентів здійснюється за рейтинговою системою балів. Для забезпечення конкретної оцінки засвоєння студентом теоретичної частини курсу, максимальна кількість залікових балів за кожний модуль приймається 100 з наступним перерахунком в загальну оцінку через коефіцієнт вагомості модуля. Оцінка виставляється у відповідності із приведеною шкалою.

Шкала оцінок

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Вивчення дисципліни "Інженерна екологія" передбачає регулярне проведення контрольних заходів, успішне виконання яких у відведений термін надає семестрову рейтингову оцінку. Вказані заходи включають до себе проведення поточного, модульного та підсумкового контролю. Сума балів набрана студентом під час виконання всіх видів робіт за модуль сумується. За всі контрольні заходи протягом семестру з дисципліни студент може отримати до 100 балів.

Виконання лабораторної роботи складається з трьох етапів: підготовка до роботи, виконання дослідної та розрахункової частин, оформлення та захист звіту по роботі. При своєчасному виконанні вказаних етапів студент отримує

максимальну кількість балів по лабораторній роботі. Загальна кількість балів за лабораторний практикум складає 60. Студент, який отримав протягом семестру 41 і більше балів, може бути звільнений від складання заліку.

Список використаних джерел

1. Бекетов В. Є., Євтухова Г. П. Методичні вказівки для виконання курсової роботи «Побудова нормативної і розрахункової санітарно-захисної зони» з навчальної дисципліни «Методологія прогнозування забруднення атмосферного повітря» (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання спеціальності 101 – Екологія). Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекет., 2017. 34 с.
2. Гомеля М., Носачова Ю., Глушко О. Методичні вказівки до проведення практичних занять та до виконання самостійної роботи з дисципліни «Фізико-хімічні основи очистки води» для студентів напрямку підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Київ : НТУУ «КПІ», 2012. 50 с.
3. Павленко В., Тобілко В. Екологічна безпека технологічних процесів у галузі : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 145 с.
4. Розробка та корегування проектів санітарно-захисної зони (СЗЗ) ЦЕРН / Центр екології та розвитку нових технологій. URL: <https://cern.com.ua/uslugi/other-services/sanzone/>
5. Санітарно-захисні зони для підприємств: розбираємо актуальні питання. *Ecobusiness. Екологія підприємства.* URL: <https://ecolog-ua.com/news/sanitarno-zahysni-zony-dlya-pidpryyemstv-rozbyrayemo-aktualni-pytannya> (дата звернення: 12.02.2023).
6. Санталова Г. О. Екологія : методичні вказівки до організації лабораторних робіт та самостійної роботи для студентів спеціальності 017 «Фізична культура і спорт». Краматорськ : ДДМА, 2020. 41 с.
7. Учасники проектів Вікімедіа. Якість води – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Якість_води (дата звернення: 12.02.2023).

8. Челядин Л., Григорчук Л., Челядин В. Чинники і ризики забруднення довкілля та їх вплив на показник екологічної безпеки об'єкта. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. 2009. Т. 1, № 19. С. 45–50.

9. Як працює шумомір та де використовується? URL: <https://glushitel.zp.ua/ua/kak-rabotaet-shumomer.html>

Навчальне видання

Інженерна екологія

Методичні рекомендації

Укладачі: **Ставинський Андрій Андрійович**

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 2,3

Тираж 20 прим. Зам. № _____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.