

Міністерство освіти і науки України
Інженерний навчально-науковий інститут
імені Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету

О.Г. Добровольська

**Інженерні системи поводження з відходами у
містобудуванні**

Методичні вказівки до самостійної роботи
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної
програми
«Міське будівництво та господарство», "Промислове і цивільне будівництво"

Затверджено вченою радою ЗНУ
Протокол №від

Запоріжжя
2024

628.1 Добровольська О.Г., Інженерні системи поводження з відходами у містобудуванні :: методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство», "Промислове і цивільне будівництво". Запоріжжя : ЗНУ, 2024. 15 с.

У рукопису подано в систематизованому вигляді програмний матеріал дисципліни «Інженерні системи поводження з відходами у містобудуванні», рекомендації для самостійної роботи над курсом, питання влаштування, призначення, монтажу та експлуатації споруд для обробки осадів, методику розрахунку інженерно-технічних систем та очисного обладнання. Наведені приклади розв'язання типових задач з детальними поясненнями. Містить ілюстративний (рисунок, схеми) і табличний матеріали.

Для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Міське будівництво та господарство», "Промислове і цивільне будівництво".

Рецензенти :

В. А. Банах, доктор технічних наук, проректор з науково-педагогічної роботи та технічної освіти Запорізького національного університету

Є. А. Манідіна, кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної екології та охорони праці Запорізького національного університету

Відповідальний за випуск

А. В. Банах, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри міського будівництва і архітектури

1. ЦІЛІ І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ "ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ"

Ціль вивчення дисципліни „Переробка відходів комунальних підприємств”- одержання необхідних знань для проектування, будівництва та експлуатації споруд для переробки та утилізації осадів.

Студент повинен навчитися правильно визначити технологію обробки осаду, підбирати необхідні споруди та розраховувати їх параметри; виконувати техніко-економічне обґрунтування для вибраної технологічної схеми переробки осаду.

Дисципліна „Переробка відходів комунальних підприємств” згідно із навчальним планом вивчається у 8 семестрі.

Вивчення дисципліни базується на знаннях таких дисциплін, як “Вища математика”, “Фізика”, „Хімія”, „Санітарно-гігієнічні основи спеціальності”, „Теоретичні основи технології очищення природних та стічних вод”, „Водовідведення. Ч.2. Технологія очищення стічних вод”.

Дисципліна „Переробка відходів комунальних підприємств”- комплексна і складається з відносно самостійних розділів: властивості осадів, методи переробки осадів, технологія утилізації осадів різного складу. Вивчення курсу починається з розділу „Загальні відомості про осади та їх властивості”, матеріал якого являється базою для виконання першої розрахунково-графічної роботи (РГР). Друга РГР виконується за темою другого розділу „Методи переробки осадів”. Після вивчення третього розділу „Технологія утилізації осадів різного складу” проводиться тестування згідно із робочим планом.

Теоретична частина курсу вивчається студентом на лекціях, в ході підготовки до практичних занять, в процесі виконання РГР, та самостійної підготовки до модульних контрольних заходів. Основні розділи курсу розглядаються також на практичних заняттях, суттєву роль в придбанні необхідних навиків проектування відіграє виконання РГР.

В результаті вивчення дисципліни згідно з вимогами освітньо-професійної програми студент повинен:

знати:

- принцип дії, конструкції основних споруд для переробки осадів;
- область та межі утилізації різних типів осадів;

вміти:

- за допомогою автоматизованого робочого місця, використовуючи нормативну і довідкову літературу, складати технологічні схеми переробки та утилізації осадів різного складу;
- користуватись каталогами інженерного обладнання вітчизняного та зарубіжного виробництва

одержати навички:

- розв’язання практичних задач з розрахунку споруд для переробки осадів;

- підбору технологічних схем для переробки осадів різного складу з урахуванням їх подальшої утилізації.

2. СКЛАД САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ І КОРОТКІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ПО ЇЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

В ході вивчення дисципліни студент повинен використовувати наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекцій;
- підготовка до практичних занять;
- виконання РГР;
- самостійне вивчення окремих тем курсу;
- підготовка до модульних контрольних заходів [дод. А].

Кожна лекція, яка читається, зв'язана логічно з раніше прочитаною лекцією. Тому для підвищення ефективності засвоєння нового матеріалу перед кожною лекцією необхідно проробити попередню, по програмі курсу переглянути зміст наступної лекції і з'ясувати, які знання бажано одержати на лекції.

Перед кожним практичним заняттям треба вивчити лекційний матеріал, який відноситься до теми наступного заняття, виконати відповідні домашні завдання. Питання, які виникають в ході підготовки, при необхідності слід з'ясувати на консультації у викладача. Індивідуальні завдання до практичних занять приведені в методичних вказівках [].

Однією з найбільш ефективних форм самостійної роботи являється виконання розрахунково-графічних робіт. Успішне виконання розрахунково-графічних робіт можливе тільки при регулярній роботі над ними. Достойнством цієї форми роботи є комплексність, яка вимагає вивчення не тільки лекційного курсу, а й нормативної і довідкової літератури, оволодіння навиками проектно-конструкторської роботи.

Виконання РГР треба починати з вивчення завдання, знайомства з рекомендованою методичною літературою і одержання необхідної нормативно-довідкової і технічної літератури. При виконанні РГР не можна обмежуватись тільки методичними вказівками []. Робота над кожним розділом РГР передбачає вивчення відповідного лекційного матеріалу, а також рекомендованої технічної і нормативно-довідкової літератури. Виконання РГР вимагає не тільки використання відомих теоретичних рішень, але й включає елементи творчої праці, яка залежить тільки від автора проекту.

Основою для організації систематичної самостійної роботи над курсом повинні бути програма курсу, графік виконання завдань, приведені в п. 3-4 цих вказівок

3. ПРОГРАМА ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ „ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДІВ”

3.1 Загальні відомості про осади та їх властивості

3.1.1 Загальні відомості про осади. Методологія дослідження головних властивостей осадів

Термінологія та класифікація осадів. Склад та властивості осадів. Відбір проб осадів. Визначення вмісту вологи в осаді. Визначення зольності та густини осадів. Питомий опір. Гранулометричний склад осадів. Форми зв'язку води в осадах. Пластично-в'язучі властивості осадів. Дослідження властивостей осадів термографічним методом.

[1, с.5-10; 2, с.5-10; 4, с.7-14]

При вивченні цієї теми треба звернути увагу на відмінність елементарного складу осадів та як це впливає на його подальшу обробку; проаналізувати вплив хімічного та гранулометричного складу на властивість осадів віддавати вологу; ознайомитись з методами досліджень властивостей осадів; засвоїти методи визначення питомого опору як параметру, що характеризує водовіддачу осадів.

3.1.2 Методологія дослідження головних властивостей осадів

Відбір проб осадів. Визначення вмісту вологи в осаді. Визначення зольності та густини осадів. Питомий опір. Гранулометричний склад осадів. Форми зв'язку води в осадах. Пластично-в'язучі властивості осадів. Дослідження властивостей осадів термографічним методом.

[1, с.26-32; 2, с.18-31, с. 35-41, с.41-47; 4, с.7-14]

3.1.3 Ущільнення осадів

Визначення оптимального ступеня ущільнення осадів. Інтенсифікація процесу ущільнення. Флотація. Споруди для ущільнення осадів. Термофлотаційне ущільнення осадів.

[1, с.32-48; 2, с.68-72; 7, с.184-186]

При вивченні даного розділу слід звернути увагу на особливості ущільнення осадів різного складу, визначення оптимального ступеня ущільнення активного мулу, конструктивні особливості ущільнювачів вертикального, радіального типу.

3.1.4 Стабілізаційна обробка осадів

Процес стабілізації осаду, його характеристика. Зброження осадів в аеробних та анаеробних умовах. Метантенки. Двох ярусні відстійники. Освітлювачі-перегнивачі. Аеробні стабілізатори. Особливості технологічного

режиму обробки осадів в метантенках.

[1, с.48-54; 3, с.21-26; 6, с.77-80; 7, с.122-132]

При вивченні розділу звернути увагу на зміну властивостей осаду після стабілізації; особливості аеробної та анаеробної стабілізації, технологічні особливості мезофільного та термофільного режимів зброження осаду в метантенках, конструктивні особливості септиків, двох'ярусних відстійників.

3.1.5 Методи реагентної обробки осадів

Коагуляція осадів, основні положення. Класифікація реагентів. Визначення дози реагентів. Порівняльна характеристика реагентів. Присадочні матеріали. Інтенсифікація процесу коагуляції (дія електричного поля, дія магнітного поля, радіаційна обробка).

[1, с.63-82; 2, с.53-64]

Звернути увагу на особливості впливу хімічних реагентів таких, як хлорид заліза, хлоргідрат алюмінію, вапно, хлорирований залізний купорос; ефективність їх застосування. Проаналізувати результати дослідів з промивки та коагуляції зброжених осадів різних очисних станцій, засвоїти методи інтенсифікації коагуляції осадів.

3.2 Методи переробки осадів

3.2.1 Зневоднення осадів

Теоретичні основи технології фільтрування осадів. Зневоднення осадів на барабанних вакуум-фільтрах. Зневоднення осадів на фільтр-пресах. Центрифугування осадів. Підсушування осадів на мулових майданчиках. Оптимальні умови роботи вакуум-фільтрів. Установи з віброфільтрами. Установи з листовими фільтрами

[1, с.89-109, с.129-153, с.183-194; 2, с.80-109; 3, с.31-34, с.37-41; 6, с.202-203, 7, с.135-143; 10, с.327-343]

Під час вивчення розділу слід звернути особливу увагу на теоретичні основи фільтрування осадів: визначення питомого опору; залежність між об'ємом фільтрату та тривалістю фільтрування; розрахунок потужності фільтра за сухою речовиною осадів; засвоїти основні етапи та оптимальні умови фільтрування на барабанних вакуум-фільтрах та фільтрпресах; вміти складати технологічні схеми встановлення вакуум-фільтрів та фільтрпресів з допоміжним обладнанням.

3.2.2 Висушення осадів

Термічна сушка осадів. Застосування фонтануючого шару. Основні принципи розрахунку сушарок. Фактори інтенсифікації процесу сушки. Гідродінамічний розрахунок сушарок (визначення умов фонтанування в залежності від в'язкості, густини та швидкості теплоносія, діаметру часточок, а також різних критеріїв). Вакуум-сушарки. Установи з багатоподовими печами.

[1, с.183-194; 2, с.86-109; 10, с.346-351]

При вивченні цієї теми слід звернути увагу на розрахунок матеріального балансу сушарки, визначення кількості висушеного осаду та випареної вологи, витрати повітря, питомої витрати тепла у нагрівачі; а також на особливості процесу сушки у фонтануючому шарі.

3.2.3 Методи знезараження та знешкодження осадів

Знешкодження осадів методом нагрівання. Хімічний метод знезараження осадів. Компостування осадів. Термічна сушка осадів. палення осадів. Термічне знешкодження твердих побутових відходів з утилізацією тепла для обробки осадів стічних вод

[1, с.153-176, с.183-201, 201-208; 3, с.62-67; 4, с.28-42]

Працюючи над вивченням цієї теми, слід звернути увагу на особливості технології знешкодження рідинних осадів, метод нагріву з використанням зустрічних струменів; низькотемпературний нагрів рідинного осаду, метод безперервної пастеризації. Під час ознайомлення з методом хімічного знезараження осаду звернути увагу на вплив умов змішування вапна з осадом та на ефективність знезараження. Окремо розглянути застосування інфрачервоного випромінювання при дегельмінтизації осадів; технологічні режими методів компостування, особливості утилізації тепла при термічному знешкодженні твердих побутових відходів.

3.2.4 Технологічні схеми переробки осадів

Комплексні схеми переробки осадів. Технологічні схеми переробки осадів з природних вод. Технологія комплексної переробки осадів з міської стічної води. Практика застосування методів обробки осадів.

[1, с.238-254; 2, с.47-53; 3, с.85-88, с.92-103]

Під час роботи над розділом звернути увагу на питання комплексної обробки осадів з отриманням товарних продуктів запланованої якості; основні технологічні вузли комплексної схеми переробки осадів природних та побутових стічних вод, приклади застосування різних технологій обробки осадів

3.3 Утилізація осадів стічної води

3.3.1 Головні напрямлення утилізації осадів

Вимоги до складу утилізуємих осадів. Основні напрямлення утилізації осадів. Використання осадів з побутової стічної води як добрив.

[1, с.208-214; 4, с.45-70]

При вивченні теми звернути увагу на вимоги до припустимого вмісту в утилізуємих осадах шкідливих домішок, необхідних мікроелементів; ознайомитись з можливими напрямленнями утилізації осадів в залежності від їх складу, агрономічну цінність та ефективність осадів при використанні в якості добрив у сільському господарстві.

3.3.2 Використання активного мулу для виробництва кормового продукту білвітамулу

Характеристика активного мулу. Ефективність використання білвітамулу. Технологія виробництва білвітамулу із застосуванням сепараторів та розпорошувальних сушарок; двохступеневого ущільнення активного мулу у термогравітаційному мулоущільнювачі та сепараторі; флотаційного ущільнення та термічної сушки. Технологія виробництва гранульованого білвітамулу. Перші цехи виробництва білвітамулу.

[1, с.217-214; с.73-80; 4, с.76-109]

При роботі над вивченням теми звернути увагу на особливості різних технологій виробництва сухого добрива з використанням активного мулу; визначити переваги та недоліки методів отримання білватумулу із застосуванням сепараторів та розпорошувальних сушарок, двохступеневого ущільнення активного мулу у термогравітаційному мулоущільнювачі та сепараторі, флотаційного ущільнення та термічної сушки.

3.3.3 Утилізація осадів стічної води промислових підприємств

Утилізація осадів підприємств чорної та кольорової металургії. Використання осадів хімічної промисловості. Утилізація осадів целюлозно-паперової промисловості та гідролізного виробництва. Утилізація осадів гальвановиробництва. Використання активного мулу у композиції кормових дріжджів. Отримання пластмаси із осадів надсмольних стічних вод

[3, с.49-53, с.67-73, с.88-92, с.109-112; 4, с.131-160]

Під час роботи над темою треба засвоїти головні напрямлення утилізації осадів різних промислових галузей: целюлозно-паперової промисловості - для виробництва картону, мішкового паперу; кормових дріжджів; волокнистих плит; хімічної промисловості - для отримання в'язучих матеріалів, пластмас, етилового спирту; чорної та кольорової металургійної промисловості - для виробництва будівельних матеріалів; гідролізної промисловості - для виробництва добрив для сільського господарства; цементу.

3.3.4 Використання осадів харчової та легкої промисловості

Вилучення цинку із шламу підприємств штучних волокон. Використання осадів харчової промисловості. Вилучення технічних жирів та ланоліну з осадів підприємств первинної обробки вовни. Кормова цінність осадів стічних вод. м'ясокомбінатів. Використання осадів стічних вод буряковоцукрового виробництва..

[4, с.160-175]

Працюючи над темою, звернути увагу на особливості технологічного процесу вилучення цинку реагентним методом, вилучення жиру методом флотації, утилізацію осадів стічних вод м'ясокомбінатів, буряковоцукрового виробництва, використання жирових речовин із осадів м'ясної, молочної та рибної промисловості.

3.3.5 Використання методу піролізу для отримання цінних продуктів з осадів стічної води

Піроліз осадів. Отримання активованого вугілля з активного мулу методом піролізу. Метод спільного піролізу осадів з іншими відходами. Технологічні схеми піролізу осадів. Отримання сорбенту з активного мулу та торфу

[4,с.109-131,с.209-212]

Працюючи над темою, слід звернути увагу на технологічні схеми піролізу осадів з отриманням пірокарбону, газу, воску; метод піролізу активного мулу для отримання активованого вугілля. Розглянути питання піролізу осадів з твердими побутовими відходами.

3.3.6 Техніко-економічне обґрунтування методів обробки осадів

Порівняльна характеристика методів механічного зневоднення і термічної сушки осадів. Порівняльна характеристика методів знезараження осадів. Визначення економічної ефективності різних варіантів обробки осадів

[1,с.221-254; 2, с.129-140]

Під час роботи над темою звернути увагу на фізико-хімічні показники, за якими вибирається технологічна схема обробки осадів, підбирається обладнання та визначаються параметри і режим роботи; засвоїти головні переваги та недоліки апаратів, що засосовуються при зневоднюванні осадів, переваги та недоліки різних методів знезараження осадів; порівняти економічну ефективність різних варіантів обробки осадів: термофільного зброження та підсушування на мулових майданчиках, мезофільного зброження суміші з вакуум-фільтрацією та термообробкою, зневоднювання сирової суміші на вакуум-фільтрах з термообробкою; центрифугування суміші осаду із стабілізованим активним мулом з термообробкою; окреме центрифугування осаду та активного мулу з термообробкою.

4. ГРАФІК ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ПО САМОСТІЙНІЙ РОБОТІ

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Рекомендована література	Форма звіту
1	2	3	4
1	Ознайомлення з методичними вказівками та придбання необхідної літератури	[1-15]	
1	Опрацювання розділів, які не висвітлені на лекції 3.1.1, 3.1.2	[1, с.5-19, с.26-32; 2, с.5-10, с.35-41, с.41-47; 4, с.7-14; 15]	Конспект
1	Підготовка до практичного заняття	[13]	Захист

	№1		
2	Підготовка до лекції 3.1.3, 3.1.4	[1, с.32-48; 2, с.68-72; 7, с.184-186, 1, с.48-54; 3, с.21-26; 6, с.77-80; 7, с.122-132; 15]	
2	Опрацювання розділів, які не висвітлені на лекції 3.1.3, 3.1.4	[3, с.21-26; 6, с.77-80; 7, с.122-132; 1, с.63-82; 2, с.59-64]	Конспект
2	Підготовка до практичного заняття №2	[13]	
3	Підготовка до лекції 3.1.5, 3.2.1(1ч.)	[1, с.63-82; 2, с.53-64; 1, с.89-109; 2, с.76-88; 3, с.31-34, с.37-41; 6, с.202-203, 7, с.135- 143; 10, с.327-343; 15]	
3	Опрацювання розділів, які не висвітлені на лекції 3.1.5, 3.2.1(1ч.)	[2, с.53-64; 1, с.89-109; 3, с.31-34, с.37-41; 6, с.202-203, 7, с.135- 143; 10, с.327-343]	Конспект
3	Підготовка до практичного заняття №3	[13]	Захист
3	Підготовка до проведення модульних контрольних заходів (тестування)	[1-15]	Результати тестування
3	Виконання РГР: Вибір технологічної схеми. Розрахунок матеріального балансу	[14]	Розділ РГР
4	Підготовка до лекції 3.2.1(2ч.), 3.2.2	[1,с.129-153, с.183-194; 1,с.183-194; 2, с.86-113; 10, с.346-351; 15]	
4	Опрацювання розділів, які не висвітлені на лекції 3.2.1(2ч.), 3.2.2	[2, с.96-113; 10, с.346-351]	
4	Підготовка до практичного заняття	[13]	Захист

	№4		
	Виконання РГР: Розрахунок споруд для обробки осадів	[14]	Розділ РГР
5	Підготовка до лекції 3.2.3, 3.2.4	[1, с.153-176, с.183-201, 201-208; 3, с.62-67; 4, с.28-42; 1, с.238-254; 2, с.47-53; 3, с.85-88, с.92-103; 15]	
5	Підготовка до практичного заняття №5	[13]	Захист
5	Виконання РГР: Графічна частина (план та розрізи споруди)	[14]	Розділ РГР
5	Підготовка до контрольних модульних заходів	[1-15]	Захист РГР
6	Підготовка до лекції 3.3.1, 3.3.2	[1, с.208-214; 4, с.45-70; 1, с.217-214; с.73-80; 4, с.76-98]	
6	Опрацювання розділів, які не висвітлені на лекції 3.3.1, 3.3.2	[4, с.98-109]	Конспект
6	Підготовка до практичного заняття №6	[13]	Захист
7	Підготовка до лекції 3.3.3, 3.3.4	[3, с.49-53, с.67-73, с.88-92, с.109-112; 4, с.131-160; 4, с.160-175; 15]	
7	Опрацювання розділів, які не висвітлені на лекції 3.3.3, 3.3.4	[3, с.109-112; 4, с.166-183]	Конспект
7	Підготовка до практичного заняття №7	[13]	
8	Підготовка до лекції 3.3.5, 3.3.6	[4,с.109-131,с.209-212; 1,с.221-254; 2, с.129-140; 15]	
8	Опрацювання розділів, які не висвітлені на лекції 3.3.5, 3.3.6	[4,с.123-131]	Конспект
8	Підготовка до практичного заняття	[13]	

	№8		
	Підготовка до модульних контрольних заходів (тестування)	[1-15]	Результати тестування
9	Підготовка до підсумкового модульного контролю	[1-15]	Іспит

. Рекомендована література

Основна :

1. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 73 с.
https://eprints.kname.edu.ua/45126/1/2016%2064%D0%9B%20%D0%A2%D0%9E%D0%9F%D0%A1%D0%92_%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D1%8C.pdf.
2. Боброва Т.Б., Високоє С.М., Глушко Ю.Ю., Сашко В.О., Терещенко Т.М., Черниш В.В. Водовідведення : навчальний посібник. Київ : Гурт, 2019 148 с. URL:
<https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2020/04/28/1vodovidvedennya.pdf>.
3. Душкін С.С., Коваленко О.М., Благодарна Г.І. Експлуатація і ремонт водопровідно-каналізаційних систем : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 165 с.
URL :
<https://eprints.kname.edu.ua/40512/1/2013%20%D0%BF%D0%B5%D1%87%20172%D0%9B%20%D0%94%D0%B5%D0%B3%D1%82%D1%8F%D1%80%20%D0%9C.%20%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C.pdf>.
4. Фельбер Г., М. Фішер М. Посібник оператора каналізаційних очисних споруд : переклад з німецької. Львів : ПАІС, 2020. 520 с. URL :
file:///D:/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B0/%D0%A2%D0%9E%D0%A1%D0%92/%D0%9B%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0/TB_Klaerwaerter_Ukr_Vor.pdf.
5. Шадур В.О., Кравченко Н. В. Водопостачання та водовідведення : навчальний посібник. Рівне : НУВІПГ, 2018. 344 с. URL :
<http://ep3.nuwm.edu.ua/11369/1/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf>.

Додаткова :

1. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2008. 81 с. URL :
https://eprints.kname.edu.ua/6208/1/%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%BB.2008%2C%D0%BF%D0%BE%D0%B7.112%D0%9B_%D0%A2%D0%9E%D0%9F%D0%A1-%D1%83%D0%BA%D1%80.pdf/
2. Айрапетян Т. С. Спецкурс з очистки стічних вод : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ, 2014. 90 с. URL :
https://eprints.kname.edu.ua/35734/1/2013%2019%D0%9B%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D1%8C-%D0%BF%D0%B5%D1%87.pdf.
3. Бодік І., Ріддерстолп П. СТІЙКА САНІТАРІЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ТА СХІДНІЙ ЄВРОПІ – відповідаючи потребам малих та середніх населених пунктів. Global Water Partnership Central and Eastern Europe, 2007. 92 с.
URL : https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cee_files/regional/sustainable-sanitation-ua.pdf.

7. Волошин М.Д., Щербак О.Л., Черненко Я.М., Корнієнко І.М.. Удосконалення технології біологічної очистки стічних вод : посібник. Дніпродзержинськ : Дніпродзержинський державний технічний університет, 2009. 230 с.
URL : <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/7/2-7-b3.pdf>
8. Girol, MM, Belokon, NE. Kosolapov VI Innovative technologies in the water management complex. Rivne: National University of Water Management and Environmental Sciences, 2012. 192 p. URL : <http://ep3.nuwm.edu.ua/1903/1/723001%20zah.pdf>.
9. Гуцал І.О. Технологія очистки водно-дисперсних систем. Модуль 2. Технологія очищення стічних вод : конспект лекцій Харків : ХНАМГ, 2009. 93 с.
https://eprints.kname.edu.ua/12999/1/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9_%D0%BF%D0%BE_%D0%A2%D0%9E%D0%A1%D0%92_%D1%83%D0%BA%D1%80_1_%D0%BF%D0%B5%D1%87_%D0%B2%D0%B0%D1%80_2009.pdf.
10. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод : навчальний посібник. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. 616 с. URL :
<http://ep3.nuwm.edu.ua/15447/1/%D0%9E%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B0%20%D1%81%D1%82%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4.pdf>.
11. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація : підручник. Київ : Кондор, 2009. 288 с.
URL : http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Kravch_2009_288.pdf.
13. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, компресори) : підручник. Львів : Вища школа, 2005. 338 с. URL : <https://www.twirpx.com/file/908946/>
14. Олійник М.А. Технології очистки та утилізації промислових стоків та викидів : конспект лекцій. Кам'янське : ДДТУ, 2016. 81 стор.
URL : <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/7/5-7-kl4.pdf>.
15. Onsite Wastewater Treatment treatment : systems Manual. Office of Water. Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency. 2002. 367 p.
URL : https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/2004_07_07_septics_septic_2002_osdm_all.pdf
16. Срібнюк С.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Основи теорії та застосування : навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2014. 328 с.
URL : <https://cul.com.ua/preview/Gidravlika.pdf>.
17. Сіденко.Т.А. Водопостачання та водовідведення : анотований бібліографічний покажчик. Чернігів : Наукова бібліотека ЧНТУ, 2017. 24 с.
URL
[http://library2.stu.cn.ua/Files/downloadcenter/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20\(2\).pdf](http://library2.stu.cn.ua/Files/downloadcenter/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%87%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D1%82%D0%B0%20%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20(2).pdf)
18. Mara Duncan. Domestic waste water treatment in developing countries. London : Sterling, VA, 2003. 192 p. URL :
https://www.researchgate.net/publication/287291244_Domestic_Wastewater_Treatment_in_Developing_Countries/
19. Петрук В.Г. Природоохоронні технології : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2014. 254 с.
URL : <http://vasilkivskiy.vk.vntu.edu.ua/file/046f9e799944569d40999cc83ed343c7.pdf>.

Інформаційні джерела:

1. Електронний курс «Технологія очистки стічних вод». Система електронного забезпечення ЗНУ. URL : <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8377>
2. Водний кодекс України. URL :<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Тех>.
3. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 172 с. URL: www.minregion.gov.ua/.../DBN_V.2.5-74_2013.
4. ДСТУ 7525:2014 Національний стандарт України. Вода питна. Вимоги та контролювання якості. [Чинний від 2015-02-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство економічного розвитку України, 2014. 26 с. URL: [www. http://iccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf](http://www.iccwc.org.ua/docs/dstu_7525_2014.pdf).
5. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди: Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 219 с. <https://armis.com.ua/docs/dbn/102.1.-DBN-V.2.5-75-2013-Kanalizatsiya-Zovnishni-merezhi.pdf>.
6. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 172 с. (Інформація та документація). URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1018>.
7. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 128 с. (Інформація та документація). URL: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/04/DBN-V2520-18_Gas.pdf.
8. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». [Чинний від 2010-05-12]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 35 с. (Інформація та документація). URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180.