

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ «ПРИДНІПРОВСЬКА
ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»**



**СИЛАБУС
«ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОС В СИСТЕМАХ
ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ»**

Статус дисципліни	Вибіркова фахова
Код та назва спеціальності та спеціалізації (за наявності)	192 «Будівництво та цивільна інженерія»
Назва освітньої програми	Освітньо-професійна програма «Водопостачання та водовідведення»
Освітній ступінь	бакалавр
Обсяг дисципліни (кредитів ЄКТС)	5 кредитів ЄКТС
Терміни вивчення дисципліни	5-й семестр
Назва кафедри, яка викладає дисципліну, аббревіатурне позначення	Кафедра водопостачання, водовідведення та гідравліки (ВВтаГ)
Мова викладання	українська

Лектор (викладач(и))



к. т. н, доцент
Нагорна Олена Костянтинівна

o.k.nahorna@ust.edu.ua

<https://pgasa.dp.ua/nagornaok/>

+38 066 752 13 32

м. Дніпро, вул. Архітектора Петрова, 24-а, другий поверх старого корпусу, к. 286

Передумови вивчення дисципліни

Передумовами вивчення дисципліни «Тепломасоперенос в системах водопостачання та водовідведення» є знання набуті здобувачами освіти при вивченні освітніх компонент «Технічна механіка рідини та газу», «Інженерна гідравліка», «Теоретичні основи технології очистки природних та стічних вод», «Хімія».

Мета навчальної дисципліни

Засвоєння студентом знань в області проєктування і розрахунку масообмінних процесів і пристроїв у спорудах водопостачання та водовідведення, вивчення основних закономірностей

	масопередачі, які широко використовуються при проєктуванні споруд для очищення та обробки природних і стічних вод.
Очікувані результати навчання	РН03. Презентувати результати власної роботи та аргументувати свою позицію з професійних питань, фахівцям і нефахівцям, вільно спілкуючись державною та іноземною мовою. РН04. Проєктувати та реалізовувати технологічні процеси будівельного виробництва, використовуючи відповідне обладнання, матеріали, інструменти та методи. РН06. Застосовувати сучасні інформаційні технології для розв’язання інженерних та управлінських задач будівництва та цивільної інженерії. РН07. Виконувати збір, інтерпретацію та застосування даних, в тому числі за рахунок пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел. РН08. Раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення. РН09. Проєктувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці. РН10. Приймати та реалізовувати раціональні рішення з організації та управління будівельними процесами при зведенні об’єктів будівництва та їх експлуатації. РН11. Оцінювати відповідність проєктів принципам проєктування міських територій та об’єктів інфраструктури і міського господарства. РН12. Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв’язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії, зокрема систем водопостачання та водовідведення. РН13. Здійснювати організацію та керівництво професійним розвитком осіб та груп у сфері архітектури та будівництва. РН15. Демонструвати вміння самостійно обґрунтовувати, вибирати та формулювати технологічні та технічні рішення в будівництві з використанням аналітичних методів, чисельних методів і методів моделювання. РН16. Демонструвати вміння працювати з геодезичними приладами та використовувати топографічні матеріали при проєктуванні та зведенні об’єктів будівництва та інженерних мереж, систем водопостачання та водовідведення. РН17. Розраховувати та аналізувати процеси масообміну, гідрогазодинаміки, використовуючи знання фундаментальних фізичних законів і принципів. РН18. Розв’язувати складні спеціалізовані задачі та проблеми інженерних систем під час практичної діяльності або у процесі навчання, застосовуючи теорії та методи проведення

моніторингу та/або математичні методи.

РН19. Застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач проєктування, зведення та експлуатації систем водопостачання та водовідведення.

РН20. Виявляти розуміння значущості енергоресурсозбереження та обліку енергоносіїв.

РН21. Пропонувати вирішення завдань підвищення ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення і їх окремих елементів.

РН29. Демонструвати вміння розробляти технічні рішення при проєктуванні, реконструкції, модернізації, відновленні систем цивільної інженерії, окремих елементів систем водопостачання та водовідведення в умовах ліквідації наслідків бойових дій та відновлення об'єктів будівництва використовуючи професійно-профільовані знання й практичні навички.

РН30. Демонструвати вміння розробляти технічні рішення при проєктуванні, реконструкції, модернізації, відновленні зруйнованих (пошкоджених) зовнішніх мереж та споруд систем водопостачання та водовідведення в умовах ліквідації наслідків бойових дій використовуючи професійно-профільовані знання й практичні навички.

Зміст дисципліни

1. Мета та задачі курсу, основні поняття теорії тепломасопереносу. Класифікація процесів масопередачі, класифікація теоретичних масообмінних процесів.
2. Способи вираження складу фаз. Матеріальний баланс. Рівновага в процесах масопередачі. Вагові та мольні частки, об'ємні та власні концентрації, правило фаз, фазова рівновага, лінія рівноваги, матеріальний баланс, робоча лінія, напрямок масопередачі.
3. Основне рівняння масопередачі. Рушійна сила і швидкість процесу. Рушійна сила процесів масопереносу, градієнт концентрації, молекулярна дифузія, турбулентна дифузія, конвективний перенос, термодифузія.
4. Молекулярна дифузія, коефіцієнт дифузії, перший закон Фіка. Коефіцієнт молекулярної та турбулентної дифузії, диференціальне рівняння молекулярної дифузії у рухомому та нерухомому середовищі.
5. Механізм процесів масопереносу. Моделі процесів масопереносу. Розподіл концентрації у фазах в процесах масопередачі.
6. Рівняння масовіддачі.
7. Подібність процесів переносу маси. Аналогія Рейнольдса.
8. Другий закон Фіка, варіанти його застосування щодо опису дифузійного переносу.
9. Рівняння масопередачі. Рушійна сила процесу. Масопередача з твердою фазою.
10. Матеріальний баланс процесу розділення рідких систем. Відстоювання. Швидкість відстоювання.
11. Відстійники: класифікація відстійників з точки зору масопереносу, їх будова. Продуктивність відстійників. Основні положення розрахунку відстійників.
12. Фільтрування. Схема процесу фільтрування. Фільтрувальні

перегородки. Класифікація видів фільтрування. Стадії процесу фільтрування. Швидкість фільтрування. Рівняння фільтрування. 13. Центрифугування. Відцентрова сила та фактор розділення. Основні положення процесу центрифугування. Класифікація центрифуг. Визначення відцентрової сили при центрифугуванні. Фактор розділення. 14. Процеси у відстійних центрифугах. Розрахунок відстійних центрифуг різних типів. Процеси у фільтруючих центрифугах. Розрахунок фільтруючих центрифуг різних типів. Гідроциклони. 15. Процеси адсорбції та абсорбції. Рівновага між фазами при абсорбції. Матеріальний баланс і витрата абсорбенту. Швидкість абсорбції. Адсорбція. Рівновага при адсорбції. Швидкість адсорбції. Формування фронту адсорбції. Масопередача при адсорбції.

Контрольні заходи та критерії оцінювання

Навчальна дисципліна складається з трьох змістових модулів. Поточний контроль успішності студента здійснюється за навчальним матеріалом, віднесеним до відповідних змістових модулів згідно з робочою програмою дисципліни. Кожен змістовий модуль дисципліни оцінюється з розрахунку 100 балів і охоплює всі види навчальної роботи студента. Змістовий модуль зараховується, якщо студент має успішність за ним не менш як 60 балів.

Змістовий модуль 1. Максимальна оцінка - 100 балів.

Лекційний матеріал. Присутність студента на лекційних заняттях, наявність конспекту, активне обговорення теми - 12 балів (3 бали×4 лекції). Присутність студента на лекціях, наявність конспекту, активна участь в обговоренні теми оцінюється 2-3 балами. Присутність студента на занятті - 1 бал.

Практичні заняття. Виконання практичних робіт - 8 балів максимально (4 бали×2 практичні роботи). Активна робота студента, пов'язана з розв'язанням задач, аналізом отриманих результатів, повними відповідями на питання, оцінюється в 3-4 бали. Присутність студента на практичній роботі оцінюється в 1-2 бали.

Самостійна робота. Виконання самостійної роботи - 30 балів максимально (6 балів×5 окремих тем). 4-6 балів нараховуються за наявний конспект, повні відповіді на питання за темою роботи. Наявність конспекту та не повне володіння темою – 1-2 бали.

Поточна контрольна робота - 50 балів максимально (2 теоретичні питання та 1 задача). Бали за контрольну роботу нараховуються наступним чином:

- повна та вичерпна відповідь на кожне теоретичне питання – 11-12 балів;
- повна відповідь з незначними помилками в викладанні матеріалу – 8-10 балів;
- правильна відповідь на питання без пояснень та обґрунтування (відсутність рівнянь, графіків, малюнків) - 4-7 балів;
- неповне викладання теоретичного матеріалу, відповіді, які показують погане володіння матеріалом, або відсутність знань за темою оцінюється 1-3 балами;
- правильне рішення задачі з необхідними кресленнями – 23-26

балів;

- правильне рішення без необхідних пояснень або креслень – 11-22 бали;

- рішення неповне з суттєвими помилками – 1-10 балів.

Змістовий модуль 2. Максимальна оцінка - 100 балів.

Лекційний матеріал. Присутність студента на лекційних заняттях, наявність конспекту, активне обговорення теми - 12 балів (3 бали×4 лекції). Присутність студента на лекціях, наявність конспекту, активна участь в обговоренні теми оцінюється 2-3 балами. Присутність студента на занятті - 1 бал.

Практичні заняття. Виконання практичних робіт - 8 балів максимально (4 бали×2 практичні роботи). Активна робота студента, пов'язана з розв'язанням задач, аналізом отриманих результатів, повними відповідями на питання, оцінюється в 3-4 бали. Присутність студента на практичній роботі оцінюється в 1-2 бали.

Самостійна робота. Виконання самостійної роботи - 30 балів максимально (6 балів×5 окремих тем). 4-6 балів нараховуються за наявний конспект, повні відповіді на питання за темою роботи. Наявність конспекту та не повне володіння темою – 1-2 бали.

Поточна контрольна робота - 50 балів максимально (2 теоретичні питання та 1 задача). Бали за контрольну роботу нараховуються наступним чином:

- повна та вичерпна відповідь на кожне теоретичне питання – 11-12 балів;

- повна відповідь з незначними помилками в викладанні матеріалу – 8-10 балів;

- правильна відповідь на питання без пояснень та обґрунтування (відсутність рівнянь, графіків, малюнків) - 4-7 балів;

- неповне викладання теоретичного матеріалу, відповіді, які показують погане володіння матеріалом, або відсутність знань за темою оцінюється 1-3 балами;

- правильне рішення задачі з необхідними кресленнями – 23-26 балів;

- правильне рішення без необхідних пояснень або креслень – 11-22 бали;

- рішення неповне з суттєвими помилками – 1-10 балів.

Змістовий модуль 3. Максимальна оцінка - 100 балів.

Лекційний матеріал. Присутність студента на лекційних заняттях, наявність конспекту, активне обговорення теми - 14 балів (2 бали×7 лекцій). Присутність студента на лекціях, наявність конспекту, активна участь в обговоренні теми оцінюється 2 балами. Присутність студента на занятті - 1 бал.

Практичні заняття. Виконання практичних робіт - 21 бал максимально (3 бали×7 практичних робіт). Активна робота студента, пов'язана з розв'язанням задач, аналізом отриманих результатів, повними відповідями на питання, оцінюється в 3 бали. Присутність студента на практичній роботі оцінюється в 1-2 бали.

Самостійна робота. Виконання самостійної роботи - 15 балів максимально (5 балів×3 окремі теми). 3-5 балів нараховуються за наявний конспект, повні відповіді на питання за темою

роботи. Наявність конспекту та не повне володіння темою – 1-2 бали.

Поточна контрольна робота - 50 балів максимально (2 теоретичні питання та 1 задача). Бали за контрольну роботу нараховуються наступним чином:

- повна та вичерпна відповідь на кожне теоретичне питання – 11-12 балів;
- повна відповідь з незначними помилками в викладанні матеріалу – 8-10 балів;
- правильна відповідь на питання без пояснень та обґрунтування (відсутність рівнянь, графіків, малюнків) - 4-7 балів;
- неповне викладання теоретичного матеріалу, відповіді, які показують погане володіння матеріалом, або відсутність знань за темою оцінюється 1-3 балами;
- правильне рішення задачі з необхідними кресленнями – 23-26 балів;
- правильне рішення без необхідних пояснень або креслень – 11-22 бали;
- рішення неповне з суттєвими помилками – 1-10 балів.

Екзамен оцінюється з розрахунку 100 балів. До здачі екзамену допускаються студенти, які повністю виконали навчальний план дисципліни – отримали позитивні оцінки з кожного змістового модулю (не менш 60 балів). Екзамен, передбачений навчальним планом, є обов'язковим і проводиться у вигляді тестування. Кількість тестових запитань – 50. Кожна правильна відповідь оцінюється 2 балами, неправильна відповідь – 0 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середньоарифметична між підсумковою оцінкою змістових модулів 1, 2, 3 та оцінкою екзамену.

Політика викладання

Політика курсу передбачає відповідальність викладача та здобувача освіти, прозорість оцінювання, інформування та реалізацію політики академічної доброчесності. При організації освітнього процесу викладачі та здобувачі освіти діють відповідно до нормативної бази УДУНТ.

Порядок зарахування пропущених занять. Пропущені лекційні заняття можуть бути відпрацьовані здобувачами вищої освіти шляхом підготування доповіді за темою пропущеного лекційного заняття та обговорення її з викладачем. Якщо лекційні заняття пропущені здобувачами з поважної причини (лікарняний тощо), вони можуть бути відпрацьовані як шляхом підготування доповіді за темою пропущеного лекційного заняття, так і індивідуального спілкування з викладачем за допомогою on-line спілкування. Пропущені практичні заняття відпрацьовуються здобувачами вищої освіти самостійно за темою пропущеного заняття. Результати самостійної роботи здобувачів вищої освіти викладач оцінює шляхом індивідуальної співбесіди у години, відведені для проведення консультацій.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю;
- посилення на джерела інформації у разі запозичення ідей,

тверджень, відомостей;
 - недопустимість підробки підписів викладачів у залікових книжках, відомостях тощо;
 - заборону використання під час контрольних заходів допоміжних матеріалів або технічних засобів (шпаргалки, мікронавушники, телефони, планшети тощо).
 За порушення принципів академічної доброчесності здобувачі освіти притягуються до відповідальності: - повторне проходження оцінювання (контрольної роботи, заліку тощо); - повторне проходження навчального курсу; - відрахування з навчального закладу.
Поведінка в аудиторії. Вивчення дисципліни вимагає від здобувачів освіти: обов'язкового відвідування занять (лекцій) та надання виконаних завдань самостійної роботи (опрацювання розділів, які не викладаються на лекціях).
 Здобувачі освіти повинні дотримуватися правил поведінки на заняттях згідно статуту університету (неприпустимість пропусків, запізень, обов'язкового відключення телефонів та ін.); брати активну участь у засвоєнні необхідного мінімуму навчальної роботи та знань. У випадку виникнення надзвичайної ситуації (епідемії, пандемії, стихійного лиха, введення надзвичайного стану і т.п.) здобувачі освіти повинні беззаперечно виконувати правила поведінки, які приведені в інструкціях для ситуацій, що наступили. При переході навчального закладу на дистанційну форму навчання у випадку надзвичайної ситуації (епідемії, пандемії) здобувачі освіти повинні бути присутніми на онлайн-заняттях (лекціях, консультаціях тощо), які організовані викладачем на платформі MS OFFICE 365 або інших платформах.

Засоби навчання	Навчальний процес передбачає використання мультимедійного комплексу для проведення лекцій, лабораторного та демонстративного матеріалу, комп'ютерних робочих місць для проведення практичних занять, наявність мережі Інтернет, в тому числі для проведення занять в он-лайн режимі.
Навчально-методичне забезпечення	Основна - ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 280 с. - ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 210 с. - Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. К.: Вища шк., 2005. 671 с. - Запольський А.К., Мішкова-Кліменко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздик П.І., Князькова Т.В. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. К.: Лібра, 2000. 552 с. - Масопередача в спорудах систем водопостачання і водовідведення; Навч. посібник. К., 2000. 168 с. - Омельченко О.В., Цвіркун Л.О. Тепломасообмін : навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. 100 с.

7. Процеси та обладнання хімічної технології – 3. Гідромеханічні та механічні процеси: практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітньої програми «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Я.М. Корнієнко, С.С. Гайдай. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2023. 210 с.

8. Чепурний М.М., Резидент Н.В. Тепломасообмін в прикладах і задачах: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2011. 128 с.

Допоміжна

1. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Бужинський В. В. Застосування теорії подібності для розв'язання задач тепломасообміну. Вінниця: ВДТУ, 2001. 110 с.

2. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й. Основи технічної термодинаміки. Вінниця : Поділля-2000, 2004. 358 с.

3. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й. Розрахунки тепломасообмінних апаратів. Вінниця : ВНТУ, 2006. 129 с.

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. Основи тепломасообміну /С. М. Василенко, А. І. Українець, В. В. Олішевський за ред. І.С. Гулого // Київ: НУХТ. 2004. 250 с. Режим доступу: <http://surl.li/nrwxry> (<https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library>)

2. Врагов А.П. Масообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв: Навч. посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. 284 с. Режим доступу: <http://surl.li/lkesgb> (<https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library>)

3. Мікульовок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної промисловості: Навч. посіб. К.: ІВЦ «Політехніка», 2002. 304 с. Режим доступу: <http://surl.li/mxbaxd> (<https://pgasa365.sharepoint.com/sites/e-library>)

Ухвалено на засіданні кафедри водопостачання, водовідведення та гідравліки
(Протокол №1 від «28» серпня 2024 року)