



**"Процеси, апарати та машини галузі – 1. Теоретичні основи процесів
теплопереносу. Теплові процеси"**

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| Рівень вищої освіти | Перший (бакалаврський) |
|---|---|
| Галузь знань | 13 Механічна інженерія |
| Спеціальність | 133 Галузеве машинобудування |
| Освітня програма | Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв |
| Статус дисципліни | Нормативна |
| Форма навчання | Очна (денна, вечірня) |
| Рік підготовки, семестр | 3 курс 1 семестр |
| Обсяг дисципліни | 7,5 кредитів ЄКТС / 225 год |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | екзамен |
| Розклад занять | 8 години на тиждень (4 години лекційних та 2 години практичних занять, 2 година лабораторних занять) |
| Мова викладання | Українська |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | к.т.н., доц. каф. БТ та І, Ружинська Людмила Іванівна, 044-204-94-51, ruzhli@ukr.net |
| Розміщення курсу | Кампус, Google classroom |

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Сучасний технічний розвиток виробництва вимагає підготовки висококваліфікованих фахівців здатних до самостійної творчої роботи, впровадження у виробництво наукомістких технологій.

Висококваліфікований фахівець зі спеціальності Галузеве машинобудування, що спеціалізується у сфері технологій та обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв, повинен володіти глибокими теоретичними знаннями для розробки рекомендацій щодо шляхів удосконалення технологічних процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв, здійснення оптимального вибору конструкцій апаратів, устаткування для реалізації заданих технологічних процесів.

Предмет навчальної дисципліни "Процеси, апарати та машини галузі – 1. Теоретичні основи процесів теплопереносу. Теплові процеси" є теоретичні засади теплових процесів, які використовуються в фармацевтичних та біотехнологічних виробництвах особливості конструкцій, принципи розрахунку, вибору та експлуатації основного устаткування фармацевтичних та біотехнологічних виробництв.

Метою навчальної дисципліни Процеси, апарати та машини галузі – 1. Теоретичні основи процесів теплопереносу. Теплові процеси", є вивчення теоретичних закономірностей теплових процесів, ознайомлення студентів з особливостями конструкцій та методик розрахунку машин і апаратів для практичної реалізації вказаних процесів.

Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- = Здатність до абстрактного мислення (ЗК1).
- = Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК4).
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК5).
- Здатність проведення досліджень на певному рівні (ЗК6).
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК10)
- Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування (ФК1).
- Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування (ФК2).
- Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації (ФК4).
- Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних (ФК6).
- Здатність систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду з відповідного профілю підготовки (ФК11).
- Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів з виконаних завдань та у впровадженні результатів досліджень і розробок у галузі машинобудування (ФК12).
- Здатність застосовувати інженерні знання для розробки й реалізації проектів, що задовольняють заданим вимогам (ФК13).

Згідно з вимогами освітньої програми студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі (РН1).
- Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку (РН2)..

- Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні (PH4)..
- Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи (PH5)..
- Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання (PH8)..
- Знати та розуміти принципи побудови розрахункових схем елементів обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв (PH15).
- Розуміти принципів побудови розрахункових схем елементів обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв і конструкцій та методик розрахунку обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв (PH16).
- Застосовувати фізико-хімічні основи, кінетичних закономірностей процесів, фізичних властивостей середовища та коефіцієнтів переносу для побудови фармацевтичного та біотехнологічного обладнання (PH17).
- Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми (PH18).;

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна **Процеси, апарати та машини галузі – 1. Теоретичні основи процесів теплопереносу. Теплові процеси** допомагає інтегрувати знання, отримані при вивченні фахових дисциплін, а саме: „Вища математика”, „Фізика”, „Інженерна та комп'ютерна графіка”, „Хімія”, „Механіка матеріалів і конструкцій”, „Деталі машин”. Дисципліна забезпечує виконання дипломних атестаційних робіт кваліфікаційного рівня бакалавр, , спеціаліст магістр.

Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи теплопередачі

Тема 1. Класифікація процесів. Основні поняття та визначення. Явища переносу

Тема 2. Рівняння переносу маси, імпульсів, енергії. Умови однозначності. Методи розв'язання

Тема 3. Теорія подібності. Критеріальні залежності

Тема 4. Теплопровідність, рівняння теплопередачі. Конвективний теплообмін

Тема 5. Теплообмін при зміні агрегатного стану

Тема 6. Теплообмін випромінюванням

Тема 7. Нагрів і охолодження. Принцип і методика розрахунку теплообмінних апаратів

Розділ 2. Випарювання

Тема 1. Призначення і методи. Однокорпусні випарні установки. Методика їх розрахунку

Тема 2. Багатокорпусні випарні установки. Методика розрахунку

Розділ 3. Сушіння

Тема 3.. Фізико-хімічні основи сушіння. Класифікація сушильного устаткування

Тема 2. Варіанти процесів сушіння та їх аналіз

Тема 3. Сушильні апарати. Методика розрахунку

Базова література

1. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв [Текст]. Ч.І. Ферментація: Навч. посібник / Ю.І.Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 240 с.
2. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв [Текст]/ Ч.ІІ. Оброблення культуральних рідин: Навч. посібник/ Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 296 с.
3. Сидоров Ю.І. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технічні розрахунки. Приклади і задачі. Основи проектування виробництв [Текст]/ Ч.ІІІ. Основи проектування мікробіологічних виробництв Навч. посібник/ Ю.І. Сидоров, Р.Й. Влязло, В.П. Новиков. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. – 252 с.
4. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології: підручник/ Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011.-Ч.1-416с.
5. Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології : підручник/ Я.М. Корнієнко, Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок та ін. – Київ: НТУУ «КПІ», 2011.-Ч.2-416 с.

Додаткова

1. Процеси і апарати хімічної технології: підручник у 2 ч./Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, А.П. ГАТЛІНСЬКА, В.О. ЛЕЩЕНКО та ін.;за заг ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО.-Ч.1.-Харків: НТУУ «ХПІ», 2007 р. – 616 с.
2. Процеси і апарати хімічної технології: підручник у 2 ч./Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, А.П. ГАТЛІНСЬКА, В.О. ЛЕЩЕНКО та ін.;за заг ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО.-Ч.2.-Харків: НТУУ «ХПІ», 2007 р. – 540 с.
3. Теплові процеси та апарати хімічних і нафтопереробних виробництв. Розділ 1. Теплопередача: навч. посіб / Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, Г.Л. Рябцев, М.В. Сезонов. – К.: НМЦВО, 2000. -172 с.
4. Теплові процеси та апарати хімічних і нафтопереробних виробництв. Розділ 2. Теплові процеси та установки: навч. посіб / Ю.Ю. Лукач, І.О. Мікульонок, В.Л. Ракицький Г.Л. Рябцев. – К.: НМЦВО, 2004. -161 с.

Інформаційні ресурси

1. Процеси, апарати та машини галузі. Лабораторний практикум (Частина 1) [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ., які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», освітньої програми «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Л. І. Ружинська, М. В. Шафаренко, О. В. Воробйова. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 76 с. (3,8 ав.арк) <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41327>

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 18.06.2020 р.)

3. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни **Процеси, апарати та машини галузі – 1. Теоретичні основи процесів теплопереносу. Теплові процеси**" рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів лекцій чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

| № з/п | Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) | Годин |
|-------|---|-------|
| 1 | Мета та завдання курсу. Основні поняття та визначення. Явища переносу. Дифузійний і конвективний перенос. Коефіцієнти переносу. Закони Фур'є, Ньютона-Ріхмана. Література: [1-3] СРС – вивчення основних понять і визначень. Розмірності Література: [1-3] [1-12, 13, 15]. | 4 |
| 2 | Рівняння переносу маси, енергії, імпульсу та їх аналіз. Часткові випадки. Умови однозначності. Література: [1-3] СРС – аналіз рівнянь, приклади постановки задач Література: [1-3] [1-12, 13, 15]. | 6 |
| 3 | Теорія подібності, критерії подібності. Критеріальні залежності. Метод аналізу розмірностей. П-теорема.. Критерії гідродинамічної подібності. Критерії теплової подібності, використання критеріїв подібності. Література: [1-3] СРС – приклади постановки задач, отримання критеріїв подібності, автотомодельність, використання критеріїв подібності при розгляді нестационарних процесів Література: [1-3] | 6 |
| 4 | Теплові процеси та їх значення. Рівняння теплопровідності та його розв'язання для плоскої та циліндричної поверхонь при граничних умовах першого роду. Конвективний теплообмін. Математична модель. Критерії теплової подібності. Критеріальні рівняння. Література: [1-3] СРС – стаціонарна теплопровідність. Теплопровідність при граничних умовах третього роду. Основне рівняння теплопередачі та його аналіз; теплопровідність при граничних умовах третього роду (циліндрична стінка, багат шарова стінка). Приклади вільної і вимушеної конвекції | 8 |

| | | |
|----|--|-----------|
| | <i>Література: [1-3]</i> | |
| 5 | <i>Теплообмін при зміні агрегатного стану. Теплообмін при кипінні. Теплообмін при конденсації. СРС– кризи кипіння. Конденсатори пари Альбом конструкцій [1-12, 13, 15].</i> | 4 |
| 6 | <i>Лекція 11. Теплообмін випромінюванням. СРС – випромінювання газів Література: [1-3]</i> | 4 |
| 7 | <i>Теплообмінні апарати. Нагрів і охолодження. Принципи розрахунку теплообмінних апаратів. Класифікація теплообмінних апаратів. Методика їх, проектного розрахунку. Література: [1-3] СРС – нестационарний теплообмін. Розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів Альбом конструкцій Література: [1-3]</i> | 6 |
| 8 | <i>Випарювання. Призначення і технічні методи. Однокорпусні випарні установки. Література: [1-3] СРС – розрахунок однокорпусної випарної установки. Альбом конструкцій Література: [1-3] [1-5, 11, 12, 17, 18, 21].</i> | 6 |
| 9 | <i>Багатокорпусні випарні установки (БВУ). Основні схеми. Матеріальний і тепловий баланс БВУ. Література: [1-3] СРС – оптимальний вибір конструкції і кількості апаратів Література: [1-3]</i> | 6 |
| 10 | <i>Розподіл корисної різниці температур. Методика розрахунку. Література: [1-3] СРС – визначення гідравлічних витрат. Альбом конструкцій Література: [1-3]</i> | 4 |
| 11 | <i>Сушіння. Основні поняття та визначення. Фізико-хімічні основи сушіння. Класифікація сушильного устаткування. Властивості вологих газів. I-x діаграма. Література: [1-3] СРС – визначення відносної вологості повітря. Альбом конструкцій [Література: [1-3]</i> | 4 |
| 12 | <i>Конвективна сушарка. Розрахунок матеріального й теплового балансів. Література: [1-3] СРС – I-x діаграма. Альбом конструкцій Література: [1-3]</i> | 4 |
| 13 | <i>Розрахунок матеріального й теплового балансів по I-x діаграмі. Варіанти процесів сушіння та їх, аналіз. Література: [1-3] СРС – сушіння в мікробіологічній промисловості [Література: [1-3]</i> | 4 |
| 14 | <i>Кінетика сушіння. Періоди процесу. Визначення часу сушіння. Сушильні апарати методика їх, розрахунку. Література: [1-3] СРС– швидкість сушіння, тривалість сушіння. Альбом конструкцій. Література: [1-3]</i> | 6 |
| | <i>Всього годин</i> | 72 |

Практичні заняття

*У системі професійної підготовки студентів по дисципліні **Процеси, апарати та машини галузі – 1. Теоретичні основи процесів теплопереносу. Теплові процеси**" практичні заняття займають 33 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра по спеціальності Галузеве машинобудування. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають*

наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області процесів і апаратів фармацевтичних і біотехнологічних виробництв,.
- ознайомити студентів з сучасними методиками розрахунків процесів, апаратів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунку за стандартними методиками;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і програмним забезпеченням для виконання розрахунків;
- допомогти студентам набути досвід проведення аналізу конструкцій машин та апаратів, для реалізації теплообмінних процесів та процесів сушіння;
- навчити студентів виконувати матеріальні, теплові конструктивні розрахунків апаратів, устаткування для реалізації теплообмінних процесів та процесів сушіння.
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) | Годин |
|-------|--|-------|
| 1 | Розрахунки процесів теплопровідності. Рівняння Фур'є. Рівняння теплопровідності плоскої, циліндричної, одно- та багатощарової стінок. Розрахунки процесів теплообміну з використанням критеріальних рівнянь. Література: [5] СРС. Виконання розрахунку за індивідуальним завданням. Література: [4] | 10 |
| 2 | Розрахунок теплообмінників. Література: [1-3] СРС. Виконання розрахунку за індивідуальним завданням. Література: [5]. | 8 |
| 3 | Модульна контрольна робота | 2 |
| 4 | Розрахунок однокорпусних та багатокорпусних випарних установок. Література: [1-3] СРС. Виконання розрахунку за індивідуальним завданням. Література: [5] | 8 |
| 5 | Розрахунок сушильних установок. [Література: [1-3] СРС. Виконання розрахунку за індивідуальним завданням. Література: [5] | 8 |
| | Всього годин | 36 |

Лабораторні. заняття

У системі професійної підготовки студентів по дисципліні **Процеси, апарати та машини галузі – 1. Теоретичні основи процесів теплопереносу. Теплові процеси"** лабораторні

заняття займають 17 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра по спеціальності Біотехнології та біоінженерія

Основні завдання циклу лабораторних робіт

- ознайомити студентів з методиками проведення експериментальних досліджень роботи машин і апаратів для реалізації теплообмінних процесів та процесів сушіння;
- допомогти студентам набутися досвід проведення експериментальних досліджень роботи апаратів, устаткування для реалізації теплообмінних процесів та процесів сушіння;
- допомогти студентам набутися досвід математичної обробки експериментальних даних, проведення їх аналізу та узагальнення результатів.

| № з/п | Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС) | Годин |
|-------|---|-----------|
| 1 | Дослідження процесу конденсації водяної пари. СРС. Обробка результатів дослідження. Виконання розрахунків. Побудова графічних залежностей. Література [1-4] | 8 |
| 2 | Дослідження процесу теплопередачі у змішувальному теплообміннику. СРС. Обробка результатів дослідження. Виконання розрахунків. Побудова графічних залежностей. Література [1-4] | 8 |
| 3 | Дослідження процесу випарювання розчину. СРС. Обробка результатів дослідження. Виконання розрахунків. Побудова графічних залежностей. Література [1-4] | 10 |
| 4 | Дослідження процесу сушіння зернистого матеріалу. СРС. Обробка результатів дослідження. Виконання розрахунків. Побудова графічних залежностей. Література [1-4] | 10 |
| | Всього годин | 36 |

Політика та контроль

4. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 40 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

Самостійна робота призначена для поглиблення знань з даного курсу. Особливу увагу потрібно приділити вивченню теоретичних засад процесів теплопереносу, теплообмінних апаратів, випарних установок та сушарок, конструкцій машин та апаратів і оформленню журналу конструкцій.

При самостійному вивченні студентами конструкцій машин, апаратів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв, необхідно проаналізувати фактори, що впливають на протікання процесів, рівень впливу на процес конструктивних особливостей апаратів, шляхи вдосконалення конструкцій, резерви для інтенсифікації ефективності процесів. Питання, що винесені на самостійне вивчення, орієнтовані на розвиток інтелектуальних умінь, професійних здатностей, підвищення творчого

потенціалу студента і полягає в самостійному пошуку, аналізі та структуруванні, науково технічної інформації

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання | К-ть годин СРС |
|--|--|-----------------------|
| Розділ 1. Основи теплопередачі. | | |
| 1 | Основи теплопередачі. Методи поширення тепла в просторі. Теплові баланси. Передача тепла теплопровідністю, тепловим випромінюванням. Література: [1] | 6 |
| 2 | Методи розв'язання рівнянь переносу маси, і мпульсів, енергії. Література: [1,2] | 4 |
| 3 | Нестационарна теплопровідність. Література: [5] | 2 |
| 4 | Теплопередача через оребрені поверхні. Література: [1] | 2 |
| 5 | Конструкції теплообмінників. Одноходові, багатходові кожухотрубні, трубчасті, типу «труба в трубі», зміювикові, зрешувальні та пластинчасті теплообмінники. Література: [1] | 6 |
| Розділ 2. Випарювання. | | |
| 6 | Властивості розчинів біологічно активних речовин. Література: [5] | 2 |
| 7 | Особливості випарювання розчинів біологічно активних речовин. Література: [5] | 2 |
| 8 | Розподіл корисної різниці температур по корпусах БВУ. Методика розрахунку. Оптимальний вибір числа корпусів БВУ Література: [1,2] | 2 |
| 9 | Конструкції випарних апаратів: Вертикальний випарний апарат із внутрішньою нагрівальною камерою та зовнішніми циркуляційними трубами. Вертикальний випарний апарат із внутрішньою підвісною нагрівальною камерою. Випарний апарат із співвісною нагрівальною камерою та природною циркуляцією розчину. Випарний апарат із виносною нагрівальною камерою та природною циркуляцією розчину. Випарний апарат із двома виносними нагрівальними камерами та природною циркуляцією розчину. Випарний апарат із виносною нагрівальною камерою та вимушеною циркуляцією розчину. Плівкові випарні апарати: із висхідним рухом плівки; із виносною нагрівальною камерою та з низхідним рухом плівки. Література: [1,2] | 6 |
| Розділ 3. Сушіння. | | |
| 10 | Особливості сушіння біомаси та продуктів біосинтезу. Класифікація, вибір конструкції сушарок. Література [1-3,4] | 4 |
| 11 | Конструкції сушарок (сублімаційні, пневматичні, розпилювальні та інші типи сушарок) Література [1-3,4] | 6 |
| 12 | Технологічні розрахунки основних типів сушарок, що застосовуються у біотехнологічних виробництвах. Література [1-3,4] | 6 |
| 13 | Конструкції та розрахунок сушарок :Камерна. Стрічкова. Барабанна. Із киплячим (розрідженим) шаром. Вальцьова. Розпилювальна. Література: [5] | 4 |
| 14 | ДКР | 10 |
| 15 | Підготовка до іспиту | 30 |
| | Всього годин | 102 |

5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні та штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми не доброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

| Семестр | Кредити | Всього годин | Розподіл навчального часу за видами занять | | | | | | Семестрова атестація |
|---------|---------|--------------|--|-----------|-------------|-----|-----|-----|----------------------|
| | | | Лекції | Практичні | Лабораторні | СРС | МКР | ДКР | |
| 5 | 7 | 210 | 54 | 36 | 18 | 102 | 1 | 1 | іспит |

Рейтинг студента з дисципліни у 5-му семестрі складається з балів, які він отримує за:

1. Виконання модульної контрольної роботи – 6 балів.
2. Виконання завдань на практичних заняттях – 16 балів.
3. Виконання та захист 4 лабораторних робіт – 12 балів.

4. Виконання ДКР – 8 балів
5. Альбом-конструкцій – 8 балів
6. Відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання.

1. Модульний контроль:

Ваговий бал – 6. Кількість модульних контрольних робіт у 6-му семестрі – 1.

Максимальний рейтинг – 6 балів.

1. «відмінно», повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 90% потрібної інформації) – 6 балів;
2. «добре», достатньо повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 5 –4 балів;
3. «задовільно», неповне виконання завдань контрольної роботи (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки –3 бали;
4. «незадовільно», невиконання завдань контрольної роботи (не відповідає вимогам) – 0 балів.

2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на практичних заняттях дорівнює

$4 \times 4 = 16$ балам.

- «відмінно» - виконання 100% задач під час заняття та самостійної роботи студента (СРС) – 4 балів.
- «добре» - виконання 80% задач під час заняття та самостійної роботи студента (СРС) – 3-2 бали.
- «задовільно» - виконання $\geq 60\%$ задач під час заняття та самостійної роботи студента (СРС) – 1 бал.
- «незадовільно» - невиконання задач під час заняття та самостійної роботи студента (СРС) – 0 балів.

3. Виконання лабораторних робіт

Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів на практичних заняттях дорівнює $3 \times 4 = 12$ балам.

- «відмінно», вчасне правильне виконання лабораторної роботи – 3 бала;
- «добре», вчасне виконання лабораторної роботи з неточностями – 2 бали;
- «задовільно», невчасне виконання лабораторної роботи – 1 бали;
- «незадовільно», невиконання лабораторної роботи – 0 балів.

За кожний тиждень запізнення зі здачею лабораторної роботи від встановленого терміну оцінка знижується на один бал.

4. Виконання ДКР

- «відмінно», виконані всі вимоги до ДКР – 8 балів;
- «добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 7 балів;
- «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 6-5 балів;
- «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

За кожний тиждень запізнення з поданням ДКР на перевірку нараховується штрафний (-1) бал.

5. Виконання та захист альбому конструкцій – 8 балів

Ваговий бал – 8.

- «відмінно», виконані всі вимоги до альбому конструкцій і повністю розкрита тема – 8 балів;

- «добре», виконані майже всі вимоги до роботи і розкрита тема – 7-6 балів;
- «задовільно», є недоліки виконання вимог і певні помилки – 5-4 балів;
- «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» або не здав альбом конструкцій – 0 балів.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 50. Необхідною умовою допуску до екзамену є робота на практичних та лабораторних заняттях і стартовий рейтинг не менше 25 балів.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 25 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 25$ балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 50 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 50$ балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить чотири теоретичні питання. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до освоєння кредитного модуля. Кожне теоретичне питання оцінюється у 12,5 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12,5-11,3 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11,2-9,4 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 9,3-7,5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Сума балів за кожне з 4 запитань контрольної роботи та ДКР переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

| Бали $RD=r_C+r_E$ | ECTS оцінка | Екзаменаційна оцінка |
|--|-------------|----------------------|
| 95-100 | A | відмінно |
| 85-94 | B | добре |
| 75-84 | C | |
| 65-74 | D | задовільно |
| 60-64 | E | |
| Менше 60 | Fx | незадовільно |
| Не зараховано ДКР, або є не зараховані лабораторні чи практичні роботи, або $r_C < 25$ | F | не допущено |

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Основні поняття та визначення

2. Основний закон теплопровідності
3. Основний закон тепловіддачі
4. Коефіцієнт теплопровідності
5. Основний закон теплопередачі
6. Диференційне рівняння теплопровідності
7. Умови однозначності
8. Граничні умови першого роду. Одношарова плоска стінка. Багатошарова плоска стінка.
9. Граничні умови першого роду. Одношарова циліндрична стінка. Багатошарова циліндрична стінка.
10. Граничні умови другого і третього роду.
11. Граничні умови третього роду. Теплопередача. Плоска стінка.
12. Основи теорії подібності. Три теореми подібності.
13. Математична модель конвективного теплообміну. Рівняння нерозривності.
14. Математична модель конвективного теплообміну. Рівняння Нав'є-Стокса.
15. Математична модель конвективного теплообміну. Диференційне рівняння енергії.
16. Критерії гідродинамічної подібності.
17. Критерії теплової подібності.
18. Основне критеріальне рівняння конвективного теплообміну.
19. Вимушена і природна конвекція. Критеріальні рівняння.
20. Конвективний теплообмін. Критеріальні рівняння.
21. Тепловіддача при зміні агрегатного стану речовини. Кипіння й конденсація.
22. Тепловіддача при бульбашковому кипінні.
23. Тепловіддача при плівковій конденсації.
24. Променевий теплообмін. Основні поняття і закони.
25. Променевий теплообмін між твердими тілами, між газами і твердими тілами.
26. Основні етапи розрахунку теплообмінних апаратів. Проектний і перевірочний розрахунки.
27. Теплова ізоляція. Розрахунки товщини ізоляції.
28. Нагрівання. Способи нагрівання, гріючі агенти.
29. Охолоджувальні агенти. Способи охолодження та конденсації.
30. Особливості конструкції та розрахунок теплообмінних апаратів. Гідравлічний розрахунок теплообмінників.
31. Нагрівання, охолодження, конденсація. Основні поняття та визначення.
32. Випарювання. Загальні поняття та визначення.
33. Однокорпусні випарні установки. Основні схеми. Переваги і недоліки.
34. Випарювання. Температурні втрати і температура кипіння розчинів.
35. Багатокорпусні випарні установки. Основні схеми. Переваги і недоліки.
36. Б.В.У. Матеріальний баланс.
37. Б.В.У. Тепловий баланс.
38. Загальна корисна різниця температур і її розподіл: по корпусах.
39. Методика розрахунку Б.В.У.
40. Сушіння. Загальні поняття і визначення.
41. Сушіння. Діаграма 1-х вологого повітря.
42. Рівновага при сушінні.
43. Форми зв'язку вологи з матеріалом.
44. Матеріальний і тепловий баланс сушіння, (на прикладі конвективної сушарки)
45. Графоаналітичний розрахунок процесу сушіння.

46. Варіанти процесу сушіння.
47. Швидкість і періоди сушіння.
48. Тривалість процесу сушіння.
49. Технологічні розрахунки основних типів сушарок, що застосовуються у біотехнологічних виробництвах.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

доцент, к.т.н., доцент каф. БТ та І Ружинська Людмила Іванівна

старший викладач каф. БТ та І Остапенко Жанна Ігорівна

Ухвалено кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 13 від 27. 06. 2022р.)

Погоджено Методичною комісією ФБТ (протокол № 9 від 13.06.2022 р.)