



Енерго- та ресурсоощадні установки

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 – Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>очна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>V осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5,5 кредитів ECTS (165 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, МКР</i>
Розклад занять	<i>36 год.-лекції, 36 год.-практичні, 18 год.-лабораторні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Шевчук Степан Прокопович, stshev@gmail.com Практичні: д.т.н., проф. Шевчук Степан Прокопович, stshev@gmail.com Лабораторні: к.ф.-м.н., асистент Осадчук Микола Павлович, 13717421@ukr.net
Розміщення курсу	<i>Googleclassroom, t4io7nw</i>

Програма навчальної дисципліни

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

При вивченні дисципліни розглядаються основні принципи побудови машин для напірного переміщення рідин та газів – нагнітачів, що використовуються при спорудженні та експлуатації підземних споруд міст, метрополітенів, шахт, кар'єрів, рудників, виробництв нафтового комплексу.

Аналізуються та вивчаються їх основні властивості, характеристики, інженерні методи розрахунків основних параметрів та проектування установок на базі даних машин, визначення та оптимізації їх техніко-економічних характеристик з врахуванням їх енерго та ресурсоощадності.

Мета вивчення дисципліни полягає в забезпеченні підготовки студентів з комплексу питань теорії, конструктивного влаштування, проектування та експлуатації насосних, вентиляторних та пневматичних установок в промисловості, на транспортні та будівництві, в паливно-енергетичному комплексі з врахуванням їх енерго- та ресурсоощадності.

Предметом вивчення дисципліни являється теорія турбомашин в сукупній взаємодії з їх зовнішньою мережею, влаштування, характерні параметри та особливості робочих процесів насосних, вентиляторних та пневматичних установок, їх проектування з розрахунку та вибору основного електромеханічного обладнання, енергетичного аналізу, регулювання та оптимізації режимів роботи у відповідності до фактичних умов експлуатації та енергоресурсоощадності. В результаті вивчення дисципліни «Енерго- та ресурсоощадні установки» студенти отримують такі фахові компетентності:

В результаті вивчення дисципліни «Енерго- та ресурсоощадні установки» студенти отримують такі фахові компетентності:

- 1) здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки (ФК 2),
- 2) усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування (ФК 9),
- 3) здатність розробляти робочу проектну й технічну документацію з перевіркою відповідності розроблювальних проектів і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам (ФК 13);

та програмні результати навчання:

- 1) Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. (ПРН 03),

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

Вивчення дисципліни базується на курсах: Загальна фізика, Гідравліка та гідропневмопривод, Основи електромехатроніки. Курс Енерго- та ресурсоощадні установки сприяє підготовці до дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна складається з 6 змістовних блоків:

1. Теоретичні основи нагнітачів та енерго-ресурсоощадних установок.

Тема 1.1. Загальні питання влаштування нагнітачів та показники їх енергоощадності

Тема 1.2. Кінематика потоку рідини в робочому колесі турбомашини

Тема 1.3. Динаміка турбомашин.

Тема 1.4. Подоба турбомашин та ресурсоощадність.

Тема 1.5. Робота турбомашин на зовнішню мережу

2.Вентиляторні установки

Тема 2.1. Загальні відомості про вентиляторні установки.

Тема 2.2. Робочі властивості вентиляторів та вентиляційної мережі.

Тема 2.3. Проектування вентиляторних установок головного провітрювання

3.Насосні установки

Тема 3.1. Стаціонарні насосні установки

Тема 3.2. Загальні питання роботи насосних установок

Тема 3.3.Відцентрові насоси

Тема 3.4.Спеціальні засоби водовідливу.

Тема 3.3.Методика розрахунку та вибору електромеханічного обладнання насосних установок

4.Пневматичні установки

Тема 4.1. Поршневі компресори

Тема 4.2. Різновиди та конструкції компресорів

5. Електротехнічні та електромеханічні складові систем переміщення рідин та газів

Тема 5.1. Електротехнічні та електромеханічні складові систем переміщення рідин та газів.

Тема 5.2. Етапи та критерії комплексного моделювання та проектування установок систем переміщення рідин та газів

Тема 5.3. Засоби та приклади комплексного проектування установок систем переміщення рідин та газів

6. Методи та засоби комплексного проектування

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Енерго- та ресурсоощадні установки: підруч. для здобувачів ступеня бакалавра за спец. 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / С. П. Шевчук та ін.; КПІ ім. Ігоря

- Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 382 с. DOI: <https://doi.org/10.20535/978-966-990-139-2>
2. Шевчук, С. П. Енерго- та ресурсоефективні установки. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / С. П. Шевчук, О. В. Мейта ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,08 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 59 с. – Назва з екрана. (Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 26.05.2022 р.) за поданням Вченої ради Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту (протокол № 9 від 26.04.2022 р.)).
Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48123>
 3. Енерго- та ресурсоефективні установки. Дистанційний лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів» спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С. П. Шевчук, А. В. Ворфоломеев, М. П. Осадчук. – Електронні текстові дані (1 файл: 595,71 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 27 с. – Назва з екрана. (Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 23.06.2022 р.) за поданням Вченої ради Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту (протокол № 10 від 31.05.2022 р.)).
Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48298>
 4. Шевчук С.П. Енерго- та ресурсоефективні установки. Лабораторний практикум: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка / С.П. Шевчук, А.В. Ворфоломеев, М.П. Осадчук. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 106 с. – Назва з екрана. (Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 26.05.2022 р.) за поданням Вченої ради Навчально-наукового інституту енергозбереження та енергоменеджменту (протокол № 9 від 26.04.2022 р.)). –
Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47980>

Додаткова література

5. Попович О.М. Визначення та дослідження коефіцієнту потужності електромеханотронних систем з асинхронними двигунами/О.М.Попович // Техн. електродинаміка. – 2014. – № 4. – С. 111 – 113.
6. Popovych O.M., Golovan I.V. Complex design tools for improvement of electromechanical systems with induction motors. Tekhnichna Elektrodynamika. – 2022. – No 2. – Pp. 52-59.
7. Попович О.М. Комплексне використання гідроенергоресурсів / О.М.Попович // Гідроенергетика України. – 2021. - № 3-4. – С. 53-60.
8. 4. Математична модель електромеханічної системи нафтовидобування для комплексного проектування / О.М.Попович, І.В.Головань, В.М.Сліденко, Л.К.Лістовщик, В.О.Поліщук, Яшин Р.В.// Енергетика: економіка, технології, екологія, 2021. - № 3. – С. 78 – 87.
9. O. Popovych, I. Golovan, S. Shevchuk and L. Listovshchik, "Means of Complex Design of the Electromechanical System of the Gravity Energy Storage of the WindPower Plant," 2022 IEEE 8th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), 2022, pp. 149-152.
10. Пат. на корисну модель 152220 Україна, МПК (2022.01) F03G 3/00. Електромеханічна система акумулювання гравітаційної енергії / О.М.Попович, Л.К.Лістовщик, П.П.Мирутенко, Б.А.Бушинський; заявл. 25.07.2022; опубл. 04.01.2023, Бюл. № 1.
11. Пат. на корисну модель 77357 Україна, МПК H02K 17/00, H05B 6/10. Мотор-насос трансформаторно-асинхронної системи для транспортування та нагрівання рідини/ О.М.Попович, А.П.Вербовий, І.В.Головань; заявл. 01.08.2012; опубл. 11.02.2013, Бюл. № 3.
12. Розробка методів та засобів діагностування енергоефективності стаціонарних установок для створення системи енергоменеджменту гірничовидобувних підприємств : звіт про науково-дослідну роботу (заключний) / Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" ; керівник НДР В. Розен. - Київ, 2016. - 276 с.

13. Оптимізація електроспоживання шахтних стаціонарних установок із застосуванням засобів діагностування їх енергоефективності [Електронний ресурс]: звіт про науково-дослідну роботу (заключ.) / Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" ; уклад. Чермалих В. - Київ : Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", 2014.
14. Онищенко В.О. Ефективні конструктивно-технологічні рішення об'єктів транспортування нафти і нафтопродуктів у складних інженерно-геологічних умовах : монографія = Effective constructive-technological solutions of oil and products transportation facilities in complicated geotechnical conditions : monograph/ В.О. Онищенко, Ю.Л. Винников, М.Л. Зоценко, С.Ф. Пічугін, М.О. Харченко, О.В. Степова, В.М. Савик, П.О. Молчанов, П.Ю. Винников, О.М. Ганошенко ; Міністерство освіти і науки України, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. - Полтава : ФОП Пусан А. Ф., 2018. - 258 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

- Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<u>Лекція 1. Загальні питання влаштування нагнітачів та показники їх енергоощадності</u> <i>Принципи функціонування нагнітачів Основні показники роботи енерго-ресурсоощадних установок. Елементи конструктивного влаштування осьової та відцентрової турбомашин</i> Дидактичні засоби: таблиці параметрів ТБМ та одиниць їх вимірювання. Рекомендована література: [1].
2	<u>Лекція 2. Кінематика потоку рідини в міжлопатевих каналах робочих коліс.</u> <i>Класифікація турбомашин за ознакою напрямку руху потоку рідини. Відцентрове робоче колесо. Осьове робоче колесо</i> Дидактичні засоби: паралелограми швидкостей на вході і виході ТБМ. Рекомендована література: [1]
3	<u>Лекція 3. Динаміка турбомашин.</u> <i>Основне енергетичне рівняння та шляхи енерго-ресурсоощадності турбоустановок. Теоретичні напірні характеристики турбомашин. Дійсні індивідуальні характеристики турбомашин.</i> Дидактичні засоби: графіки залежностей теоретичного напору ТБМ від теоретичної продуктивності для різних конструктивних тисків робочих коліс. Рекомендована література: [1]
4	<u>Лекція 4. Подоба турбомашин та ресурсоощадність.</u> <i>Умови та закони подоби, швидкохідність та ресурсоощадність турбомашин. Типові характеристики турбомашин. Універсальні характеристики турбомашин.</i> Дидактичні засоби: графічні залежності складових напору для різних типів робочих коліс. Рекомендована література: [1]
5	<u>Лекція 5. Робота турбомашин на зовнішню мережу.</u> <i>Характеристика зовнішньої мережі турбоустановки. Характеристика водовідливної мережі. Характеристика вентиляційної мережі. Режим роботи турбомашини та їх порівняльна енергоощадність. Сумісна робота турбомашин.</i> Дидактичні засоби: графічні відображення характеристики зовнішньої мережі, графічні рішення робочого режиму ТБМ. Рекомендована література: [1]

6	Лекція 6. Вентиляторні установки. Загальні відомості про вентиляторні установки. Склад вентиляторної установки. Порівняння властивостей осьових та відцентрових вентиляторів. Особливості роботи вентиляторної установки на всмоктування. Способи регулювання параметрів робочих режимів вентиляторної установки. Порівняння енергоощадності регулювання дроселюванням та зміною частоти обертання Дидактичні засоби :схеми влаштування вентиляторних установок головного провітрювання з відцентровими та осьовими вентиляторами. схеми влаштування відцентрових та осьових вентиляторів. Рекомендована література:[1]
7	Лекція 7. Робочі властивості вентиляторів та вентиляційної мережі. Область промислового використання вентилятора з урахуванням енергоощадності та надійності. Номенклатура вентиляторів Дидактичні засоби: Графічні відображення сукупності характеристик вентиляторів при їх регулюванні. графічні відображення робочої ділянки характеристики вентилятора, області промислового та нормального використання вентилятора, лінії і поля необхідних вентиляційних режимів Рекомендована література:[1]
8	Лекція 8. Проектування вентиляторних установок головного провітрювання. Вимоги до вентиляторних установок. Вихідні дані до проектування. Вибір типу вентилятора. Вибір способу регулювання. Визначення параметрів робочих режимів вентиляторів та оцінка енергоощадності. Вибір двигуна. Оцінка енергоощадності через коефіцієнт корисної дії регулювання. Витрати електроенергії на провітрювання. Дидактичні засоби: графічні відображення робочих режимів вентиляторної установки при різних способах регулювання. схеми влаштування ВМП, графічні відображення робочих режимів. Рекомендована література:[2]
9	Лекція 9. Стаціонарні насосні установки. Влаштування стаціонарних насосних установок з урахуванням Правил безпеки. Насосні водопровідні станції. Водовідливні установки. Схеми водовідливу Дидактичні засоби: схеми влаштування насосних установок, схема влаштування всмоктувальної частини насосної установки. Рекомендована література:[1]
10	Лекція 10. Загальні питання роботи насосних установок. Кавітація в насосах та її вплив на енерго- ресурсоощадність. Особливості силової взаємодії робочого колеса з рідиною при роботі насосу. Дидактичні засоби: схеми способів зрівноваження сили осьового тиску в насосі Рекомендована література:[1]
11	Лекція 11. Відцентрові насоси. Характеристики відцентрових насосів. Умови нормальної експлуатації. Регулювання параметрів робочих режимів насосів. Конструкції відцентрових насосів. Схеми заливки насосів Дидактичні засоби:: графічні відображення характеристик насоса та зовнішньої мережі при різних способах регулювання. Рекомендована література: [1]
12	Лекція 12. Спеціальні засоби водовідливу. Поршневі та ротаційні насоси. Струминні насоси. Ерліфти Дидактичні засоби: графічні відображення характеристик та робочих режимів при сумісній роботі ТБМ, схеми влаштування спеціальних засобів водовідливу Рекомендована література:[1]
13	Лекція 13. Методика розрахунку та вибору електромеханічного обладнання насосних установок. Вхідні дані для розрахунку насосних установок. Вибір насосу. Вибір трубопроводу. Визначення параметрів робочого режиму та вибір приводного двигуна.. Дидактичні засоби: таблиці даних електромеханічного обладнання насосних установок Рекомендована література:[2]

14	Лекція 14. Пневматичні установки. Будова пневматичної установки. Теоретичний робочий процес одноступеневого компресора. Дійсний процес одноступеневого стиснення. Фактори обмеження ступеня стиснення. Дво- та багаступеневе стиснення. Основні параметри компресорів. Регулювання продуктивності Дидактичні засоби: Схеми влаштування компресорних установок. Графічні відображення стиснення повітря. Графічні PVдіаграми способів регулювання. Схеми систем охолодження компресорів. Рекомендована література:[1]
15	Лекція 15. Різновиди та конструкції компресорів. Різновиди компресорів. Конструкція поршневих компресорів. Відцентрові компресори. Ротаційні компресори. Допоміжне обладнання компресорних станцій. Система охолодження та її вплив на енергоощадність. Система змащення та її вплив на ресурсощадність. Методика розрахунку пневматичної установки. Дидактичні засоби: Графічні відображення ідеальних та реального процесів стиснення повітря. Таблиця потужності двигунів компресорів Рекомендована література:[1]
16	Лекція 16. Електротехнічні та електромеханічні складові систем переміщення рідин та газів. Електричні мережі. Коефіцієнт потужності, як показник енергоощадності при оцінці втрат енергії в електричній мережі. Забезпечення найбільш економічним чином потрібного балансу реактивної потужності у мережі. Визначення коефіцієнту потужності за несинусоїдності і несиметрії процесів. Проблеми ефективності ланок електромеханічного перетворення енергії з асинхронними двигунами. Раціональний вибір АД за потужністю. Дидактичні засоби: Таблиці значень коефіцієнта потужності для різних електроприймачів та таблиці показників якості електричної енергії. Рекомендована література: [5]
17	Лекція 17. Методи та засоби комплексного проектування. Актуальність і мета комплексного проектування. Різновиди та напрями комплексного проектування. Етапи комплексного проектування. Комплексні критерії ефективності для оцінки енерго-ресурсоефективності. Коефіцієнт енергетичної ефективності. Коефіцієнти ефективності з урахуванням капітальних витрат Дидактичні засоби: Схеми відображення етапів проектування та комплексні критерії ефективності. Рекомендована література: [6], [8], [9].
18	Лекція 18. Системи акумулювання енергії в електромеханічних системах відновлюваної енергетики. Порівняльна оцінка енерго- ресурсоефективності способів акумулювання енергії. Визначення основних параметрів системи вітроенергетичної установки. Визначення основних параметрів електромеханічних систем з тепловими машинами. Електромеханічні системи з тепловими насосами. Схема і коефіцієнт корисної дії теплової машини. Робота теплового насоса для опалення. Типи холодильних машин. Проектування системи: електрична лінія – асинхронний двигун – навантаження за критеріями мінімуму зведених витрат і максимуму прибутку. Комплексний критерій ефективності для електромеханічної системи транспортування нафти нафтопроводом із інтегрованими насосними агрегатами.. Комплексний критерій ефективності для електромеханічної системи нафтовидобування із мотор-насос-нагрівачами. Дидактичні засоби: Схеми влаштування систем та приклади їх комплексного проектування. Рекомендована література:[9],[10],[11]

- Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять присвячені формуванню компетентностей розрахунку та вибору електромеханічного обладнання насосних, вентиляторних та пневматичних установок

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
	Тема 1. Розрахунок та вибір електромеханічного обладнання насосної установки

1	1. Вибір типу насоса, його характеристики. Виходячи із рекомендацій Правил безпеки, визначаються подача та напір насоса. Із області промислового використання насосів відповідного типу вибирається насос, його характеристика, габаритні дані, маса. Дидактичні засоби: таблиці з паспортними даними насосів. Рекомендована література: [1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
2	2. Обґрунтування конструктивного влаштування насосної камери і фундаменту Виходячи із кількості насосів, габаритів і маси насосів і двигунів визначаються габарити насосної камери і фундаменту. Дидактичні засоби: схеми розташування обладнання в насосній камері. Рекомендована література: [1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
3	3. Вибір трубопровідної мережі насосної установки. З урахуванням пропускної спроможності визначаються діаметр та довжина підводячої і напірної частин трубопроводу. Дидактичні засоби: таблиця місцевих опорів. Рекомендована література: [1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
4	4. Визначення характеристики трубопровідної мережі. З урахуванням параметрів підводячої і напірної частин трубопроводу розробляється схема заміщення трубопровідної мережі та визначається її характеристика. Дидактичні засоби: схема заміщення трубопровідної мережі, таблиця місцевих опорів. Рекомендована література: [1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
5	5. Визначення робочого режиму насосної установки. Виходячи із графічних і аналітичних рівнянь, характеристики насоса і зовнішньої мережі, визначаються (графічно і аналітично) параметри робочого режиму (подача, напір). Дидактичні засоби: графічні відображення робочого режиму насосної установки. Рекомендована література: [1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
6	6. Визначення та вибір потужності двигуна. Для параметрів робочого режиму визначається потужність і вибір двигуна. Дидактичні засоби: графічні відображення робочого режиму насосної установки. Рекомендована література: [1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
7	7. Визначення всмоктувальної спроможності насоса Виходячи із характеристики насоса і зовнішньої мережі та всмоктувальної спроможності насоса приймається рішення про можливість забезпечення безкавітаційного режиму роботи. Дидактичні засоби: графічні відображення робочого режиму насосної установки. Рекомендована література: [1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
8	8. Визначення показників енергоощадності роботи насосної установки За даними попередніх розрахунків визначається сумарний фактичний час роботи установки протягом доби та річні витрати електроенергії. Визначаються

	універсальні питомі енерговитрати, які порівнюються з рекомендованими їх значеннями. При необхідності аналізуються можливості покращення цього показника. Дидактичні засоби: графічні відображення характеристик паралельного з'єднання трубопроводів.. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
9	Тема 2. Розрахунок та вибір електромеханічного обладнання вентиляторної установки головного провітрювання 9. Вибір типу вентилятора та його характеристик Виходячи з областей промислового використання вентиляторів та за вихідними даними варіанту завдань вибирається тип вентилятора та сукупність його характеристик. Дидактичні засоби: графічні відображення сукупності характеристик вентилятора. Рекомендована література:[1-2]. СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
10	10. Обґрунтування енергоощадних способів регулювання вентилятора. Виходячи з областей промислового використання вентиляторів та за вихідними даними варіанту завдань вибирається спосіб його регулювання та сукупність його характеристик. Дидактичні засоби: графічні відображення сукупності характеристик вентилятора. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
11	11. Визначення характеристики зовнішньої мережі. Для вихідних даних варіанту визначається характеристика зовнішньої мережі та робочий режим вентиляторної установки. Дидактичні засоби: графічні відображення робочих режимів вентиляторної установки. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
12	12. Визначення робочого режиму вентиляторної установки, ККД регулювання, резерву продуктивності, потужності двигуна. Для вихідних даних варіанту визначається робочий режим вентиляторної установки, ККД регулювання та резерв продуктивності. За даними робочого режиму визначається потужність двигуна. Дидактичні засоби: графічні відображення робочих режимів вентиляторної установки. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
13	13. Вибір двигуна вентиляторної установки Для вихідних даних варіанту за даними робочого режиму та швидкості обертання вибирається тип двигуна. Дидактичні засоби: графічні відображення робочих режимів вентиляторної установки. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
14	14. Визначення показників енергоощадності роботи спроектованої вентиляторної установки За даними попередніх розрахунків для середніх значень продуктивності, тиску та ККД визначаються річні витрати електроенергії на провітрювання. Визначаються універсальні питомі енерговитрати, які порівнюються з рекомендованими їх значеннями. При необхідності аналізуються можливості покращення цього показника.

	Дидактичні засоби: табличні значення рекомендованих універсальних питомих енерговитрат. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
15	Тема 3. Розрахунок та вибір електромеханічного обладнання вентиляторної установки місцевого провітрювання (ВУМП) 15. Виходячи з областей промислового використання ВУМП та за вихідними даними варіанту завдань вибирається тип вентилятора та кут установки лопатки робочого колеса при його виготовленні і відповідна йому характеристика. Визначається характеристика зовнішньої мережі для попередньо вибраного діаметру і довжини трубопроводу. Визначається робочий режим. Дидактичні засоби: графічне відображення робочого режиму ВУМП. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
16	16. Визначається відповідність завантаженості комплектованого двигуна за параметрами робочого режиму. Визначаються річні витрати електроенергії на вентиляцію, їх універсальні питомі значення, які порівнюються з рекомендованими їх величинами. При необхідності аналізуються можливості покращення цього показника. Дидактичні засоби: графічне відображення робочого режиму ВУМП. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
17	Тема 4. Розрахунок та вибір електромеханічного обладнання компресорної установки За вихідними даними варіанту розробляється розрахункова схема пневмомережі та визначаються необхідні тиск і продуктивність. Дидактичні засоби: графічне відображення робочого режиму компресорної установки. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.
18	За табличними даними вибирається тип компресора та його двигун. Виконується графічний розрахунок робочого режиму. Дидактичні засоби: графічне відображення робочого режиму компресорної установки. Рекомендована література:[1-2] СРС: виконання завдань за варіантами заданою темою.

- Лабораторні заняття

Основні завдання лабораторних занять присвячені формуванню компетентностей з дослідження характеристик та робочих режимів насосних, вентиляторних та компресорних установок

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1	Дослідження напірної характеристики відцентрового насоса
2	Дослідження характеристики зовнішньої мережі турбоустановки
3	Дослідження закону пропорційності для регулювання робочого режиму турбомашин
4	Дослідження способу регулювання робочого режиму турбомашин шляхом почергово – короткочасного включення ступенів швидкості обертання
5	Дослідження напірної характеристики гвинтового насоса
6	Дослідження режимів роботи послідовно – з'єднаних відцентрових насосів
7	Дослідження режимів роботи паралельно – з'єднаних відцентрових насосів
8	Дослідження режимів роботи відцентрового вентилятора
9	Дослідження режимів роботи компресора

6. Самостійна робота студента

Години відведені на самостійну роботу студента зазначені в п.5. Методика опанування навчальної дисципліни, це підготовка до виконання та захисту практичних та лабораторних робіт, а також підготовка до модульної контрольної роботи іспиту.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вивчення навчальної дисципліни “Енерго- та ресурсоощадні установки”

потребує від здобувача вищої освіти:

- дотримання навчально-академічної етики;
- дотримання графіку навчального процесу;
- бути зваженим, уважним на заняттях;
- систематично опрацьовувати теоретичний матеріал;

- дотримання графіку захисту практичних та лабораторних робіт. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставленого завдання, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на лекції, то йому слід відпрацювати цю лекцію у інший час (з іншою групою, на консультації).

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на практичних та лабораторних заняттях, то йому слід відпрацювати ці заняття у інший час (з іншою групою, на консультації).

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

Рейтинг студента з освітнього компонента складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання 1 модульної контрольної роботи;
- 2) виконання та захисту 8 лабораторних робіт;
- 3) виконання та захисту 6 практичних завдань;
- 4) відповідь на іспиті;

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

	вчасна здача	1 перездача (протягом двох тижнів від початкового контролю)	2 перездача (без дотримання термінів виконання)
1. Виконання модульної контрольної роботи:			
- повністю правильно виконана робота	10	8	6
- робота виконана з незначними помилками	8	6	4
- робота не зарахована	0	0	0
2. Виконання лабораторних робіт:			
- лабораторна робота захищена з відмінним володінням матеріалом	2	1,5	1
- лабораторна робота виконана та захищена з незначними помилками	1,5	1	0,5
3. Виконання практичних завдань:			
- завдання захищено з відмінним володінням матеріалу	4	3	2
- завдання виконано з відмінним володінням матеріалу	3	2	1

Розрахунок шкали (RC)рейтингу

$$RC(\max)=2*10+8*2+6*4=60 \text{ балів}$$
$$RC(\min)= 2*10*0,5+8*2*0,5+6*4*0,5=30 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимальна сума набраних балів складає 28 балів (3 пр., 3 лаб., 0,5 МКР). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5*28 = 14$ балів.

За результатами 13 тижнів навчання максимальна сума набраних балів має складати 56 балів (6 пр., 6 лаб., 0,5 МКР). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5*56 = 28$ балів.

На іспиті студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, практичне – 10 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

Система оцінювання практичного питання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7,5 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

Шкала рейтингових балів та критерії оцінювання екзамену (RE):

	бали
- повністю правильна відповідь	40...38
- відповідь з незначними помилками	37...30
- відповідь з помилками	29...20
- відповідь не зарахована	19-0

Рейтингова шкала з дисципліни складає $R=RC+RE=60+40=100$ балів

Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

<i>Рейтингові бали, RD</i>	<i>Оцінка за університетською шкалою</i>
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

Необхідною умовою допуску до екзамену є повне виконання навчального плану, а також попередній рейтинг не менше 30 балів та не менш ніж одна позитивна атестація.

Студенти, які виконують додаткові завдання та проявлять творчу ініціативу отримують заохочувальні бали від 1 до 10.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль, наведено у додатку до силабусу

Робочу програму освітнього компонента (силабус):

Складено д.т.н., проф. Шевчук Степан Прокопович

Ухвалено кафедрою АЕМК (протокол № 18 від 24.06.2024)

Погоджено Методичною комісією інституту ІЕЕ (протокол № 21 від 25.06.2024)

Додаток до syllabusу освітнього компонента

«Енерго- та ресурсоощадні установки»

1. Надати визначення основним параметрам енерго- ресурсоощадності турбомашин.
2. Провести аналіз кінематики потоку рідини у відцентровій турбомашині.
3. Провести аналіз кінематики потоку рідини в осьовій турбомашині.
4. Основне енергетичне рівняння турбомашини та шляхи енерго- ресурсоощадності.
5. Теоретична напірна характеристика турбомашини та її аналіз. Дійсна напірна характеристика.
6. Характеристика зовнішньої мережі, еквівалентний отвір та робочий режим турбоустановки.
7. Втрати енергії в турбомашині та їх оцінювання
8. Обґрунтувати сферу застосування робочих коліс різних типів.
9. Умови та закони подібності лопатевих турбомашин та їх застосування. Ресурсоощадність турбомашин.
10. Проаналізувати залежність всмоктувальної спроможності насоса від зовнішніх умов і параметрів робочого режиму насоса.
11. Обґрунтувати причини осьового тиску в насосах та способи його врівноваження.
12. Здійснити порівнювальний аналіз способів енергоощадного регулювання продуктивності насосної установки.
13. Надати принцип дії гвинтових насосів, характеристики, переваги/недоліки, область застосування.
14. Навести схему влаштування ерліфтною установки, основні співвідношення, характеристики, область застосування. Ежекторні (струминні) установки.
15. Обґрунтувати робочу ділянку характеристики та розмах еквівалентного отвору вентилятора.
16. Визначити необхідний та дійсний робочий режим вентилятора та способи його здійснення.
17. Навести та здійснити порівнювальний аналіз способів енергоощадного регулювання продуктивності осьового та відцентрового вентилятора.
18. Навести область промислового використання вентилятора, нормальна область, середньозважений ККД.
19. Навести основні залежності почергово-короткочасного способу регулювання вентиляторного агрегата.
20. Навести влаштування та визначити основні параметри компресора об'ємної дії.
21. Визначити ідеальну та дійсну роботу циклу стиснення поршневого компресора. Обґрунтувати шляхи енергоощадності.
22. Визначити потужність та продуктивність поршневого компресора.
23. Багатоступінєве стиснення. Обґрунтувати розподіл ступеня стиснення та його обмеження.
24. Навести та здійснити порівнювальний аналіз способів регулювання продуктивності компресора за критерієм енергоощадності.
25. Навести схему охолодження компресора та розглянути суть енергоощадного принципу оптимізації її функціонування.
26. Технологічні схеми насосних установок, склад обладнання, вимоги Правил безпеки.
27. Технологічні схеми вентиляторних установок, склад обладнання, вимоги Правил безпеки.
28. Технологічні схеми компресорних установок, склад обладнання, склад допоміжного обладнання, різновиди компресорів.
29. Складові електротехнічного комплексу переміщення рідин та газів.
30. Показники енергоощадності транспортування електричної енергії.
31. Суть комплексного підходу до проектування систем транспортування рідин та газів.
32. Етапи комплексного проектування.
33. Визначення комплексного критерія ефективності.
34. Способи акумулювання енергії в ЕМС відновлюваної енергетики.
35. Особливості заходів енерго- ресурсоощадності в системах транспортування вуглеводнів.