



Теплові та атомні електростанції та установки-2

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>144 «Теплоенергетика»</i>
Освітня програма	<i>ОПП «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредитів ECTS, 135 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Практичні заняття, лабораторні заняття, МКР, екзамен</i>
Розклад занять	<i>Згідно rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н. Пешко Віталій Анатолійович, 067-176-5471, vapeshko@gmail.com</i> Практичні / Семінарські: <i>Беднарська Інна Станіславівна, 098-810-6001, innabednarska1@gmail.com</i> Лабораторні: <i>Беднарська Інна Станіславівна, 098-810-6001, innabednarska1@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Електронний кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Теплові та атомні електричні станції є основою електрогенерації в енергосистемах багатьох країн світу. Знання основних процесів енергетичної конверсії, складу головного та допоміжного устаткування, а також особливостей його конструкції та функціонування є вкрай важливим для здобувачів, що навчаються за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».

В дисципліні «Теплові та атомні електростанції та установки-2» розглядаються аспекти роботи теплоелектроцентралей (опалювальні, промислові, промислово-опалювальні, атомні); комбіноване вироблення електроенергії та теплоти; компоновання головних корпусів та генпланів ТЕС та АЕС; основне та допоміжне обладнання ТЕЦ; трубопроводи ТЕС та АЕС, розгорнуті теплові схеми електростанцій; нові прогресивні методи отримання енергії та перспективного розвитку енергетики такі як газотурбінні та парогазові установки, магнітогідродинамічні надбудови, імпульсні та квазістаціонарні термоядерні установки, електростанції що працюють на низько киплячих теплоносіях по органічному циклу Ренкіна.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей:

- ЗК 3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК 6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ЗК 7. Здатність працювати в команді;
- ЗК 10. Здатність спілкуватися іноземною мовою;

- ФК 3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання;
- ФК 4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі;
- ФК 6. Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі;
- ФК 7. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики;
- ФК 9. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання;
- ФК 10. Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- ПРН 2. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики;
- ПРН 4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики;
- ПРН 5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень;
- ПРН 6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень;
- ПРН 11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки
- ПРН 13. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії;
- ПРН 14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації;
- ПРН 15. Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів;
- ПРН 19. Володіти необхідним науковим підґрунтям та методиками планування експериментальних досліджень специфічного теплового устаткування теплових і атомних електростанцій;
- ПРН 21. Вміти вирішувати завдання, які потребують комплексного підходу до реалізації інженерних проєктів і виконувати дослідження відповідно до освітньої програми.

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

Вимоги до початку вивчення – базові знання з математики, поглиблені знання з термодинаміки та теплообміну.

Дисципліна «Теплові та атомні електростанції та установки-2» забезпечується освітніми компонентами: «Теплові та атомні електростанції та установки-1», «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Турбіни ТЕС та АЕС», «Поновлювальні джерела енергії».

Дисципліна «Теплові та атомні електростанції та установки-1» забезпечує освітні компоненти: «Котельні установки ТЕС», «Дипломне проектування».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Повні (розгорнуті) теплові схеми ТЕС та АЕС.

Тема 1. Вибір допоміжного обладнання ТЕС та АЕС (котельне, турбінне відділення).

Тема 2. Трубопроводи електростанцій. Класифікація. Технічний розрахунок трубопроводів.

Розділ 2. Комбіноване вироблення електроенергії та теплоти.

Тема 1. Порівняння комбінованого виробітку електроенергії та теплоти на ТЕЦ з роздільною схемою енергопостачання.

Тема 2. Заощадження палива та теплоти на ТЕЦ. Теплові схеми ТЕЦ. Енергетична ефективність теплофікації.

Тема 3. Відпуск пари з ТЕЦ. Характеристика споживачів теплоти. Схеми.

Тема 4. Відпуск гарячої води з ТЕЦ. Теплофікаційні установки ТЕЦ. Багатоступеневий підігрів мережевої води і його теплова ефективність.

Розділ 3. Компонування головних корпусів та генеральних планів ТЕС та АЕС.

Тема 1. Технічні та економічні вимоги до компоновки головних корпусів. Варіанти компоновок.

Тема 2. Вибір площадки будівництва електростанції. Генеральні плани КЕС, ТЕЦ, АЕС. Питомі показники генплану.

Розділ 4. Нові прогресивні методи отримання енергії та перспективного розвитку енергетики.

Тема 1. Газотурбінні електростанції. Принципові теплові схеми. Ефективність та надійність газотурбінних ТЕЦ. Газотурбінні надбудови енергоблоків ТЕС.

Тема 2. Парогазові електростанції. Схеми ПГУ, їх класифікація. Перспективи використання ПГУ на ТЕС.

Тема 3. Методи прямої конверсії теплової енергії в електричну. МГД-генератори.

Тема 4. Термоядерні електростанції. Критерії ініціалізації керованого термоядерного синтезу. Інерційний та квазістаціонарний термоядерний реактор.

Тема 5. Органічний цикл Ренкіна. Застосування ORC установок. Теплові носії для ORC.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Атомні і теплові електричні станції: Курс лекцій [Електронний ресурс] / О. Ю. Черноусенко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 323 с. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 31.01.2020 р.) за поданням Вченої ради теплоенергетичного факультету (протокол № 7 від 27.01.2020 р.)

2. Тепловые электрические станции: схемы и оборудование / А. А. Кудинов, под ред. Д. В. Кастреля. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 327 с. – ISBN 978-5-16-004731-7

3. Тепловые электрические станции. Учебник для системы подгот., переподг. и повыш. квалиф. персонала энергетич. компаний, для вузов, осущ. подгот. энергетиков / В. Д. Буров, Е. В.

Дорохов, Д. П. Елизаров; под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. – 3-е изд., стереотип. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. – 466 с.

4. Тепловые электрические станции: учебник для вузов / В. Я. Рыжкин; под ред. В. Я. Гиршфельда. – 4-е изд., стер. – Москва: АРИС, 2014. – 328 с.

5. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2008. – 463 с.

Допоміжна література

1. Національна енергетична компанія «Укренерго» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ : НЕК «Укренерго», 2020. – Режим доступу: ua.energy (дата звернення 10.06.2021) – Назва з екрана.

2. Энергетика: история, современность и будущее. Кн. 3: Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики / Е. Т. Базеев, Б. Д. Билека, Е. П. Васильев, Г. Б. Варламов, И. А. Вольчин; Наук. ред. В. М. Клименко, Ю. О. Ландау, И. Я. Сигал. – 2013. – 399 с. – ISBN 978-966-8163-15-9

3. Энергетика: история, современность и будущее. Кн. 4: Развитие атомной энергетики и объединенных энергосистем / К. Б. Денисевич, Ю. О. Ландау, В. О. Нейман, В. М. Сулейманов, Б. А. Шилев; Наук. ред. Ю. О. Ландау, И. Я. Сигал. – 2013. – 303 с. – ISBN 978-617-635-005-7

4. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник. Книга 3 / В.А. Григорьев, В.М. Зорин – М.: Книга по Требованию, 2013. – 604 с. – ISBN 978-5-458-37558-0

5. Тепловые и атомные электрические станции. Проектирование тепловых схем: учебное пособие / А. М. Антонова, А. В. Воробьев. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 256 с.

6. Атомні електричні станції: Підручник для Вузів / М. В. Топольницький. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2005. – 524 с.

7. Атомные электрические станции. Ч. 1: учеб. пособие / В. С. Киров. – Одес. нац. политехн. ун-т. – Одесса, 2018. – 201 с.

8. Атомные электрические станции. Ч. 2: учеб. пособие / В. С. Киров. – Одес. нац. политехн. ун-т. – Одесса, 2018. – 203 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Повні (розгорнуті) теплові схеми ТЕС та АЕС	
1.	<u>Лекція 1.</u> Вибір типу, кількості деаераторів, регенеративних та мережних підігрівачів, конденсатних, дренажних насосів, РОУ, БРОУ та ін. Завдання на СРС. Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами для участі у колоквіумі
2.	<u>Лекція 2.</u> Вибір допоміжного обладнання котельного відділення ТЕС та реакторного відділення АЕС. Завдання на СРС. Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами з урахуванням використання вугілля на ТЕС

3.	<u>Лекція 3.</u> Трубопроводи електростанцій. Вимоги до трубопроводів ТЕС та АЕС. Класифікація за призначенням та параметрами речовин. Матеріали трубопроводів. Технічний розрахунок трубопроводів. Завдання на СРС. Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами щодо розрахунків трубопроводів ТЕС та АЕС.
4.	<u>Лекція 4.</u> Арматура ТЕС та АЕС. Призначення Класифікація. Типи. Надійність трубопровідних зв'язків електростанцій. Розгорнута схема головних паропроводів енергоблоку потужністю 200 МВт. Завдання на СРС. Опрацювати матеріал за конспектом лекцій по розгорнутій тепловій схемі головних паропроводів енергоблоку ТЕС потужністю 200 МВт.
Розділ 2. Комбіноване вироблення електроенергії та теплоти	
5.	<u>Лекція 5.</u> Порівняння комбінованого виробітку електроенергії та теплоти на ТЕЦ з роздільною схемою енергопостачання. Вибір оптимального варіанту. Розрахунки. Аналіз. Завдання на СРС. Розрахувати за завданням викладача приклад по темі.
6.	<u>Лекція 6.</u> Заощадження палива та теплоти на ТЕЦ. Теплові схеми ТЕЦ. Енергетична ефективність теплофікації. Розрахунки. Схеми. Завдання на СРС. Скласти теплову схему ТЕЦ за конспектом лекцій та літературними джерелами.
7.	<u>Лекція 7.</u> Відпуск пари з ТЕЦ. Характеристика споживачів теплоти. Відкриті схеми відпуску пари з Завдання на СРС. Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами.
8.	<u>Лекція 8.</u> Закрита схема відпуску теплоти з використанням пароперетворювачів. Відпуск пари через термокомпресори. Завдання на СРС. Навести необхідні схеми відпуску пари з ТЕЦ.
9.	<u>Лекція 9.</u> Відпуск гарячої води з ТЕЦ. Теплофікаційні установки ТЕЦ. Техніко-економічні основи вибору коефіцієнтів теплофікації ТЕЦ. Мережеві підігрівачі. Пікові водогрійні котли. Завдання на СРС. Навести конструкцію мережного підігрівача та ПВК за матеріалами конспекту та лабораторних робіт.
10.	<u>Лекція 10.</u> Багатоступеневий підігрів мережної води і його теплова ефективність. Вибір оптимальної схеми відпуску гарячої води з ТЕЦ. Схеми теплопостачання. Приклади. Завдання на СРС. Навести реальну схему теплопостачання ТЕЦ-5 за матеріалами практики та екскурсій.
Розділ 3. Компоновка головних корпусів та генеральних планів ТЕС та АЕС	
11.	<u>Лекція 11.</u> Технічні та економічні вимоги до компоновки ГК. Варіанти компоновок. Зразки. Завдання на СРС. Наведіть приклад компоновки ТЕЦ за матеріалами практики та лабораторних робіт.
12.	<u>Лекція 12.</u> Вибір площі будування електростанції. Генеральні плани КЕС, ТЕЦ, АЕС. Питомі показники генплану. Приклади. Завдання на СРС. Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами.

Розділ 4. Нові прогресивні методи отримання енергії та перспективного розвитку енергетики	
13.	<u>Лекція 13.</u> Газотурбінні електростанції. Параметри. Принципові теплові схеми. Шляхи підвищення економічності. Ефективність та надійність газотурбінних ТЕЦ. ГТУ утилізаційного типу. Газотурбінні надбудови енергоблоків ТЕС. Завдання на СРС. Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами. Навести схеми ГТУ.
14.	<u>Лекція 14.</u> Парогазові електростанції. Схеми ПГУ, їх класифікація. Порівняння ПГУ з ГТУ. Перспективи використання ПГУ на ТЕС. Завдання на СРС. Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами.
15.	<u>Лекція 15.</u> Методи прямої конверсії теплової енергії в електричну. МГД-генератори. Паливні комірки. Схеми. Показники. Перспективи розвитку і використання. Завдання на СРС. Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами.
16.	<u>Лекція 16.</u> Термоядерні установки. Критерії ініціалізації керованого термоядерного синтезу. Імпульсні термоядерні реактори. Приклади інерційних термоядерних установок. Завдання на СРС. Розглянути та проаналізувати роботу основних систем комплексу National Ignition Facility за матеріалами мережі інтернет.
17.	<u>Лекція 17.</u> Квазістаціонарний підхід до ініціалізації керованого термоядерного синтезу. Покоління термоядерних реакторів. Міжнародний експериментальний термоядерний реактор ITER. Завдання на СРС. Розглянути та проаналізувати роботу основних систем міжнародного експериментального термоядерного реактора ITER за матеріалами мережі інтернет.
18.	<u>Лекція 18.</u> Органічний цикл Ренкіна. Застосування ORC установок. Теплові носії для ORC. Завдання на СРС. Проаналізувати ефективність роботи різних теплоносіїв для ORC установок.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: одержання студентами навичок розрахунку та аналізу елементів теплових схем енергоблоків різного типу електростанцій, питомих показників окремих енергоблоків та КЕС, ТЕЦ, АЕС в цілому з визначенням балансів речовин, техніко-економічних та екологічних показників, а також розрахунку термодинамічних та техніко-економічних показників теплових електроцентралей за типових режимів експлуатації для підготовки до дипломного проектування.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1.	Складання принципових теплових схем (ПТС) ТЕС та АЕС різної потужності. Теплові та матеріальні баланси елементів.
2.	Підготовка та обробка живильної води на ТЕС та АЕС. Шляхи зниження витрат конденсату та пари на ТЕС та АЕС. Вибір варіантів.
3.	Розрахунки питомих показників та ККД енергоблоків КЕС, ТЕЦ та АЕС з урахуванням реальних початкових та кінцевих параметрів пари.
4.	Розрахунок термодинамічних та техніко-економічних показників теплових

	<i>електроцентралей за типових режимів експлуатації: максимально зимнього, розрахунково-контрольного, середньо опалювального та літнього (розраховано на 6 практичних занять).</i>
--	--

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Основні завдання циклу лабораторних занять: дослідження мережних підігрівачів ТЕЦ-5 та їх конструкційних особливостей; використання газомазутного палива на ТЕЦ (сезонність протягом року); теплофікаційні установки ТЕЦ (насосне господарство, підготовка води).

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи</i>
<i>1.</i>	<i>Вивчення теплової схеми турбіни Т-110/120-130.</i>
<i>2.</i>	<i>Випробування мережних підігрівачів ТЕЦ-5 та вивчення їх конструкційних особливостей.</i>
<i>3.</i>	<i>Засоби контролю якості турбінних мастил.</i>
<i>4.</i>	<i>Випробування вакуумних та атмосферних деаераторів теплофікаційної установки ТЕЦ-5.</i>

6. Самостійна робота студента/аспіранта

- Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами для участі у колоквіумі.*
- Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами з урахуванням використання вугілля на ТЕС.*
- Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами щодо розрахунків трубопроводів ТЕС та АЕС.*
- Опрацювати матеріал за конспектом лекцій по розгорнутій тепловій схемі головних паропроводів енергоблоку ТЕС потужністю 200 МВт (працює на вугіллі).*
- Розрахувати за завданням викладача приклад по темі*
- Скласти теплову схему ТЕЦ за конспектом лекцій та літературними джерелами.*
- Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами.*
- Навести необхідні схеми відпуску пари з ТЕЦ.*
- Навести конструкцію мережного підігрівача та ПВК за матеріалами конспекту та лабораторних робіт.*
- Навести реальну схему теплопостачання ТЕЦ-5 за матеріалами практики та екскурсій.*
- Наведіть приклад компоновки ТЕЦ за матеріалами практики та лабораторних робіт.*
- Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами.*
- Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами. Навести схеми ГТУ.*
- Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами.*
- Опрацювати матеріал за конспектом лекцій та літературними джерелами.*
- Розглянути та проаналізувати роботу основних систем комплексу National Ignition Facility за матеріалами мережі інтернет.*
- Розглянути та проаналізувати роботу основних систем міжнародного експериментального термоядерного реактора ITER за матеріалами мережі інтернет.*

18. Проаналізувати ефективність роботи різних теплоносіїв для ORC установок.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги викладача до студентів:

- Відвідувати лекційні, практичні та лабораторні заняття;
- Виконувати завдання, поставлені на практичних роботах, і вчасно їх здавати;
- Неохайне виконання протоколу лабораторної роботи зменшує оцінку за захист на 1 бал;
- Максимальна кількість балів при невчасному складанні модульної контрольної роботи, без поважних причин, зменшується до 10;
- За ведення конспекту лекцій нараховуються додаткові 1-5 балів, однак сумарний стартовий рейтинг не може бути більше 60.

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

Поточний контроль: виконання завдань на практичних заняттях, робота на лабораторних заняттях та захист лабораторних робіт, модульна контрольна робота на лекційних заняттях під час 8-го та 16-го навчальних тижнів.

Календарний контроль: умовою отримання позитивної оцінки під час календарного контролю є обов'язкова здача модульної контрольної роботи та поточний рейтинг студента за всі види поточного контролю $R_{\Pi} \geq 12$.

Семестровий контроль: *екзамен*.

Умови допуску до семестрового контролю: здача двох модульних контрольних робіт, зарахування усіх лабораторних робіт та семестровий стартовий рейтинг $R_C \geq 30$.

Вид поточного контролю	кількість	бали		сума балів
Практичні заняття	9	відповіді на занятті	1	18
		виконане д.з.	1	
Лабораторні заняття	4	робота на занятті	1	12
		захист	2	
МКР	2		15	30
Сума вагових балів контрольних заходів				60

На екзамені студенти виконують екзаменаційну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне завдання. Кожне теоретичне питання оцінюється по 10 балів, а задача – 20 балів.

Кожне питання екзаменаційної роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) – 18-20 (9-10) балів;
- достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70 % потрібної інформації, або незначні неточності) – 14-17 (7-8) балів;
- неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) – 13 (6) балів;
- незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 60 % потрібної інформації та помилки) – менше 12 (5) балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

$R_D = R_C + R_E$	Оцінка ECTS
$95 \leq R_D \leq 100$	A - відмінно

$85 \leq R_D \leq 94$	<i>B – дуже добре</i>
$75 \leq R_D \leq 84$	<i>C - добре</i>
$65 \leq R_D \leq 74$	<i>D - задовільно</i>
$60 \leq R_D \leq 64$	<i>E - достатньо</i>
$R_D \leq 59$	<i>F_x - незадовільно</i>
<i>Нездана МКР, або лабораторна робота, або $R_C < 30$</i>	<i>F – незадовільно (потрібна додаткова робота)</i>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, канд. техн. наук, Пешком Віталієм Анатолійовичем

Ухвалено кафедрою ТЕУТ та АЕС (протокол № 19 від 18.06.2021)

Погоджено Методичною радою теплоенергетичного факультету (протокол № 11 від 24.06.2021)