



Режими роботи та експлуатація теплових електричних станцій

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістр)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>144 «Теплоенергетика»</i>
Освітня програма	<i>«Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредити ECTS, 150 годин</i>
Семестровий контроль / контрольні заходи	<i>Практичні заняття, РГР, екзамен</i>
Розклад занять	<i>У відповідності з rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., Шелешей Тетяна Вікторівна, 098-902-64-66, Sheleshey_tanya@ukr.net Практичні / Семінарські: ст. викл. Меренгер Петро Петрович, моб.тел.: 063-4406418, e-mail: p.merenger@kpi.ua Лабораторні: <i>не заплановано</i>
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom, тощо): https://classroom.google.com/c/NjE5NzU2MTEExNTc5?hl=ru&cjc=smcmtcz

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Режими роботи та експлуатація теплових електричних станцій" відноситься до профільюючих дисциплін, які дають основу спеціалізованої підготовки спеціалістів теплоенергетиків. Навчальна дисципліна формує у магістрантів здатність до визначення потреби виробництва у паливно-енергетичних ресурсах, обґрунтуванню заходів по економії енергоресурсів, розробленні норм їх витрат, розрахунку потреб виробництва в енергоресурсах.

Для повнішого засвоєння можливих режимів роботи та експлуатація теплових електричних станцій з забезпеченням охорони праці при цьому, ведення технічної документації і т.ін. курсом «Режими роботи та експлуатація теплових електричних станцій» передбачені лекції та практичні заняття.

Метою навчальної дисципліни є підсилення у студентів наступних **компетентностей**.

ЗК1 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК3 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

ФК 4 Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові, та екологічні аспекти.

ФК 5 Здатність розробляти, реалізовувати, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи етапи проектування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації теплоенергетичного обладнання.

ФК 9 Здатність здійснювати термодинамічний аналіз систем – енергетичний і ексергетичний; виконувати економічне обґрунтування ексергетичних втрат, забезпечувати зменшення втрат енергії.

ФК 10 Здатність до визначення потреби виробництва в паливно-енергетичних ресурсах, обґрунтуванню заходів по економії енергоресурсів, розробленні норм їх витрат, розрахунку потреб виробництва в енергоресурсах.

Основні завдання навчальної дисципліни.

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

ПРН 2 Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.

ПРН 4 Відшукувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію

ПРН 6 Приймати ефективні рішення, використовуючи сучасні методи та інструменти порівняння альтернатив, оцінювання ризиків та прогнозування.

ПРН 8 Обґрунтовувати вибір та застосування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

ПРН 12 Доносити зрозуміло і недвозначно власні висновки з проблем теплоенергетики, а також знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців.

ПРН 14 Планувати і реалізовувати заходи з підвищення енергоефективності теплоенергетичних об'єктів і систем з урахуванням наявних обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетиці, оцінювати ефективність таких заходів

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

Вимоги до початку вивчення – базова підготовка з основних процесів теплотехнічного обладнання промислових та комунальних підприємств.

Дисципліна «Режими роботи та експлуатація теплових електричних станцій» забезпечується освітніми компонентами "Проектування теплових та атомних електричних станцій", "Автоматизовані системи управління теплоенергетичними процесами", "Комбіноване виробництво енергії", та інші, які заклали фундамент для вивчення цієї дисципліни. Все це дасть змогу підготувати на високому рівні спеціалістів-теплоенергетиків з експлуатації теплоенергетичного устаткування електростанцій України.

Результати навчання з даної дисципліни допомагають при написанні магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

ВСТУП Задачі курсу. Перспективи розвитку енергетики України та світу

Розділ 1 Експлуатація ТЕС

Тема 1 Задачі експлуатації ТЕС, режими роботи агрегатів та блоків

Тема 2 Особливості експлуатації блочних ТЕС. технічний звіт електростанцій в процесі експлуатації

Тема 3 Робота ТЕС в енергосистемі. Графіки електричних та теплових навантажень споживачів, їх характеристики, приклади, аналіз

Розділ 2 Надійність роботи ТЕС

Тема 1 Надійність роботи енергоблоків

Тема 2 Порушення в роботі електростанцій, розслідування та облік технологічних порушень

Тема 3 Забезпечення надійності енергопостачання споживачів. Вибір резерву навантаження в енергосистемі. Типи резерву потужностей

Розділ 3 Маневреність електростанцій

Тема 1 Властивості, що характеризують маневреність ТЕС. Технічні вимоги щодо маневреності енергоблоків з конденсаційними та теплофікаційними турбінами

Тема 2 Робота ТЕС за частковими навантаженнями. Методика розрахунків теплових схем енергоблоків за частковим навантаженням

Тема 3 Енергетичні характеристики агрегатів і блоків

Тема 4 Програми керування потужності енергоблоків в процесі експлуатації. «Приємистість» енергоблоків

Тема 5 Нестационарні режими роботи ТЕС. Утримання блоків на навантаженні власних потреб або холостого ходу

Тема 6 Ковзний початковий тиск як спосіб регулювання потужності енергоблоків ТЕС

Тема 7 Пускові схеми енергоблоків та ТЕС з поперечними зв'язками. Особливості, порівняння

Тема 8 Особливості пуску та зупинку енергоблоків з прямоочними котлами

Тема 9 Уніфікована технологія пуску енергоблоків 300 МВт. Графіки пуску

Розділ 4 Мобільність теплових електростанцій

Тема 1 Теоретичні основи мобільності. Мобільність енергоблоків. Енергетичний блок як єдиний об'єкт керування

Тема 2 Способи покриття пікових навантажень в енергосистемах. Порівняльний аналіз

Тема 3 Способи проходження провалів навантаження енергоблоками ТЕС

Розділ 5 Режими роботи ТЕЦ

Тема 1 Особливості режимів роботи промислових ТЕЦ

Тема 2 Режими роботи опалювальних ТЕЦ

Тема 3 Вплив параметрів теплових мереж та водно-хімічного режиму на надійність та економічність теплофікаційних турбін

Розділ 6 Нові технології в теплоенергетиці

Тема 1 Шляхи вдосконалення паротурбінних та котельних установок ТЕС

Тема 2 Модернізація та реконструкція ТЕС України. Котли з ЦКШ. Високотемпературні надбудови блоків ТЕС газотурбінними установками

Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Мисак Й.С., Івасик Я.Ф., Гут П.О., Лашковська Н.М. Об'єкти теплових електричних станцій. Режими роботи та експлуатації. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2007. – 256 с.
2. Янко П.І., Мисак Й.С. Режими експлуатації енергетичних котлів. - Львів: НВФ "Українські технології", 2004. - 272 с.
3. Коновалов С.В. Експлуатація котлів. – Вінниця: ПП. Балюк, 2007. – 216 с.
4. Івасик Я.Ф. Технології попередження забруднення доквілля. Матеріали до курсу "Режими

роботи ТЕС і АЕС”. – Львів, 1997. – 102 с.

5. Навчальна програма та методичні вказівки до вивчення дисципліни «Режими роботи та експлуатація ТЕС», К.: Політехніка. - 2003 - 20 с. (укладач проф., д.т.н. Кесова Л.О).
6. Ілюстративні матеріали по курсу «Режими роботи та експлуатація ТЕС», К.: Політехніка. - 2000 - 30 с. (укладач проф., д.т.н. Кесова Л.О).
7. Методика розрахунку проектних показників енергоблоків ТЕС на 3 експлуатаційні режими. - К.:Політехніка. – 2005. – 30 с. (укладачі проф., д.т.н. Кесова Л.О, доц., к.т.н. Побіровський Ю.М.).
8. Методика розрахунку проектних показників ТЕЦ на 4 експлуатаційні режими. - К.:Політехніка. – 2010. – 128 с. (укладачі проф., д.т.н. Кесова Л.О, доц., к.т.н. Побіровський Ю.М., асп. Ніколайчук А.М., доц., к.т.н. Скловська Є.Г.).
9. Розслідування і облік технологічних порушень в роботі електростанцій, мереж та енергосистем Міненерго України. ГКД34.08.552-94 Інструкція К.: 1994.– 55 с.
10. Маневреність енергоблоків з конденсаційними турбінами. Технічні вимоги. ГКД.34.25.503-96 Міненерго України, ІНВО «Енергопрогрес» К.: 1986.– 21 с.
11. Моноблок потужністю 300 МВт з турбіною К-300-240 ХТГЗ . Інструкція щодо пуску з різних теплових станів і зупинки блока. ГКД.34.25.505-96. Міністерство енергетики та електрифікації України. УНВО «Енергопрогрес», К.: 1996.– 57 с.
12. Моноблок 300 МВт з бездеаераторною схемою. Інструкція щодо пуску з різних теплових станів. ГКД.34.25.504-98. Міністерство енергетики та електрифікації України. УНВО «Енергопрогрес», К.: 1996.– 76 с.

Допоміжна література:

1. Mottershead G. Handbook of Large Hydro Generators: Operation and Maintenance, First Edition / G. Mottershead, S. Bomben, I. Kerszenbaum, G. Klempner. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2021. – 672 p.
2. Klempner G. Handbook of Large Turbo-Generator Operation and Maintenance, Third Edition / G. Klempner, I. Kerszenbaum. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2018. – 1032 p.
3. Ge H. Maintenance Optimization for Substations with Aging Equipment: A dissertation for the degree of Phd. Lincoln, Nebraska. 2010. 212 p.
4. Kiameh P. Power plant equipment operation and maintenance guide, 1st Edition /P. Kiameh – New York City : McGraw-Hill Professional Publishing, 2012. – 770 p.
5. Wood A. J. Power Generation, Operation, and Control, 3rd Edition /A. J. Wood, B. F. Wollenberg, G. B. Sheblé. – Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2014. – 656 p
6. Теплова енергетика – нові виклики часу / Під заг. редакцією П. Омеляновського, Й. Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2010.– 690 с.

Інформаційні ресурси:

1. Кампус НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» <http://login.kpi.ua/>
2. Науково – технічна бібліотека НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» <http://library.kpi.ua/>

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<i>Лекція 1.</i> Задачі курсу. Перспективи розвитку енергетики України та світу. Енергетична стратегія України до 2030 р. (загальна характеристика).

	Література: Технічні журнали, періодична преса, матеріали МіРЕС. Завдання на СРС. Детальне ознайомлення з Енергетичною стратегією України на період до 2030 року.
Розділ 1 Експлуатація ТЕС	
2.	<i>Лекція 2.</i> Задачі експлуатації ТЕС, режими роботи агрегатів та блоків. Особливості експлуатації блочних КЕС. Введення ТЕС в нормальну експлуатацію, технічний звіт електростанцій в процесі експлуатації. Література: 1 - с.14-17, с.58-61; 5 - с.5-32; 3 - с.274-293; 7 - с.9-43; 8 - с.24-28; 18 - с.100-223; 2 - с.12-19; 9 - с.6-28.
3.	<i>Лекція 3.</i> Робота ТЕС в енергосистемі. Загальні показники експлуатації ТЕС. Графіки електричних та теплових навантажень споживачів, їх характеристики. Література: 2 - с.12-19; 7 - с.9-20; 9 - с.6-28; 3 - с.269-273; 5 - с.5-24.
Розділ 2 Надійність роботи ТЕС	
4.	<i>Лекція 4.</i> Надійність роботи енергоблоків. Фізична сутність надійності. Математичні основи надійності. Надійність енергоблоків. Порушення в роботі електростанцій. Розслідування та облік технологічних порушень в роботі електростанцій, мереж та енергосистем.
5.	<i>Лекція 5.</i> Забезпечення надійності енергопостачання. Вибір резерву навантаження в енергосистемі. Типи резерву потужності. Література: 1 - с.61-66; 10 - гл.1,3; 10 - 55с.; 11 - с.8-35; 14; 12 - с.5-80; 9 - с.28-42; 26; 23.
Розділ 3 Маневреність електростанцій	
6.	<i>Лекція 6.</i> Властивості, що характеризують маневреність ТЕС. Пояснення, приклади, аналіз. Технічні вимоги щодо маневреності енергоблоків з конденсаційними та теплофікаційними турбінами. Маневреність ТЕЦ в ОЕС. Робота ТЕС за частковими навантаженнями. Методика розрахунку теплових схем енергоблоків за частковими навантаженнями. Програми керування потужності енергоблоків в процесі експлуатації. «Приємність енергоблоків». Література: 8 - с.28-33; 70-99; 110-143
7.	<i>Лекція 7.</i> Енергетичні характеристики конденсаційних та теплофікаційних турбін енергоблоків (витратна, тепла). Енергетична характеристика котлів. Література: 1 - с.14-17; 3 - гл.10; с.52-58; 274-277; 280-293; 7 - с.20-25; 37-43; 9 - с.186-298.
8.	<i>Лекція 8.</i> Нестационарні режими роботи ТЕС. Утримання блоків на навантаженні власних потреб або холостого ходу. Аварійні ситуації. Література: 7 - с.204-271; 6 - с.8-35; 9 - с.99-147; 17; 16; 1 - с.14-22
9.	<i>Лекція 9.</i> Ковзний початковий тиск як спосіб регулювання потужності енергоблоків ТЕС. Термодинамічні основи. Вплив способів паророзподілу турбін на надійність і економічність енергоблоків в умовах експлуатації. Література: 7 - с.204-271; 6 - с.8-35; 9 - с.99-147; 17; 16; 1 - с.14-22.
10.	<i>Лекція 10.</i> Пускові схеми енергоблоків. Особливості пуску ТЕС з поперечними зв'язками. Порівняння, економічний аналіз.
11.	<i>Лекція 11.</i> Особливості пуску та зупинки енергоблоків з прямоточними котлами. Вимоги до пускових схем. Аналіз, порівняння пускових схем. Уніфікована технологія пуску енергоблоків 300 МВт. Графіки пуску. Література: 7 - с.204-271; 6 - с.8-35; 9 - с.99-147; 17; 16; 1 - с.14-22.
Розділ 4 Мобільність теплових електростанцій	
12.	<i>Лекція 12.</i> Енергетичний блок як єдиний об'єкт керування, мобільність енергоблоків. Теоретичні основи мобільності. Вплив вторинного промперегріву та акумулюючої

	здатності котла на маневреність та мобільність енергоблоків. Перехідний процес накиду навантаження на енергоблоки з барабанним котлом. Література: 1 - гл.3; 20 - с.102-112.
13.	<i>Лекція 13.</i> Способи покриття пікових навантажень в енергосистемах (загальна характеристика). Спосіб відключення ПВТ. Проходження провалів навантаження енергоблоків ТЕС. Пуско-зупинні режими. Робота при знижених навантаженнях. Моторний режим роботи турбін. Низькооборотний режим роботи (котел-турбіна). Спосіб обмеження теплової потужності відборів ТЕЦ. Література: 1- гл.2; с.148-164; гл.3, 12 - с.33-44; 110-143; 13 - 21с.; 7 - с.132-199
Розділ 5 Режими роботи ТЕЦ	
14.	<i>Лекція 14.</i> Особливості режимів роботи промислових ТЕЦ з турбінами типів Р та ПТ. Схеми, рекомендації.
15.	<i>Лекція 15.</i> Режими роботи опалювальних ТЕЦ. Турбіни типів Т-100-130, Т-250-240. Схеми, порівняння. Розрахунок тиску нижнього мережевого підігрівача при двоступеневому підігріві води.
16.	<i>Лекція 16.</i> Вплив параметрів та режимів роботи теплових мереж на економічність роботи ТЕЦ. Вплив водно-хімічного режиму на надійність та економічність роботи теплофікаційних турбін. Розрахунок теплової економічності Т-100-130 при різних теплових навантаженнях відборів. Література: 1 - с.182-208; 221-229; 12 с.194-227; 20 - с.159-170.
Розділ 6 Нові технології в теплоенергетиці	
17.	<i>Лекція 17.</i> Шляхи удосконалення паротурбінних та котельних установок ТЕС. Енергетичні блоки майбутнього. Аналіз, приклади
18.	<i>Лекція 18.</i> Модернізація та реконструкція ТЕС України. Котли з ЦКШ. Високотемпературні надбудови блоків ТЕС газотурбінними установками. Література: 24 - с.39-130, журнальна література, періодична преса, наукові збірники.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Практичне заняття №1. Розрахунок режиму часткового навантаження турбоустановки К-500-240
2.	Практичне заняття №2. Регулювання потужності блоку ковзним початковим тиском пари
3.	Практичне заняття №3. Розрахунок режимів роботи турбіни Т-100-130 за характеристиками відсіків турбіни.
4.	Практичне заняття №4. Особливості режимів роботи турбіни Т-250/300-240
5.	Практичне заняття №5. Модульна контрольна робота.
6.	Практичне заняття №6. Визначення показників основного обладнання ТЕС методами прямого і оберненого балансу.
7.	Практичне заняття №7. Розрахунок характеристик теплової ефективності ТЕЦ при режимах зниженого навантаження (Турбіна ПТ-135-130).
8.	Практичне заняття №8. Вибір оптимального способу проходження енергоблоками провалу електричного навантаження ТЕС.
9.	Практичне заняття №9. Тема: Методика розрахунку показників енергоблоку КЕС на 3 експлуатаційних режимах. Приклад розрахунку техніко-економічних показників ТЕС 1800 МВт.

5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги викладача до студентів:

- Відвідувати лекційні і практичні заняття;
- Виконувати завдання, поставлені на практичних роботах, і вчасно їх здавати;
- Максимальна кількість балів при невчасному складанні модульних контрольних зменшується вдвічі;
- Максимальна кількість балів при невчасній здачі результатів розрахунків за практичними роботами зменшується вдвічі.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до лекційних та практичних занять	15
2.	Виконання індивідуальних завдань	20
3.	Підготовка до модульних контрольних робіт	10
4.	Виконання РР	15
5.	Підготовка до екзамену	36
6.	Всього	96

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

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 40 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях (18 годин – 9 занять);
- модульна контрольна робота (2 години – 2 контрольні по 1 годині).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичних заняттях:

- активна творча робота – 2 бали;
- плідна робота – 1 бал;
- модульна контрольна робота – 20 балів;

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 20 балів (з них не менше 15 балів за модульну контрольну роботу). Умовою другої атестації – отримання не менше 23 балів.

4. Умовою допуску до екзамену є успішне написання модульної контрольної роботи та стартовий рейтинг не менше 24 балів.

5. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два запитання. Перелік запитань наведений у Рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 38 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 38–33 балів;

- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 33–23 балів;
 - «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 22–18 балів;
 - «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.
6. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на модульну контрольну роботу (проводиться перед першою семестровою атестацією):

1. Задачі експлуатації ТЕС, режими роботи агрегатів та блоків.
2. Особливості експлуатації блочних КЕС. Введення ТЕС в нормальну експлуатацію.
3. Особливості експлуатації блочних ТЕС, технічний звіт електростанцій в процесі експлуатації
4. Робота ТЕС в енергосистемі. Загальні показники експлуатації ТЕС. Графіки електричних та теплових навантажень споживачів, їх характеристики.
5. Надійність роботи енергоблоків. Фізична сутність надійності. Математичні основи надійності. Надійність енергоблоків.
6. Порухення в роботі електростанцій. Розслідування та облік технологічних порушень в роботі електростанцій, мереж та енергосистем.
7. Забезпечення надійності енергопостачання. Вибір резерву навантаження в енергосистемі. Типи резерву потужності.
8. Властивості, що характеризують маневреність ТЕС. Пояснення, приклади, аналіз.
9. Технічні вимоги щодо маневреності енергоблоків з конденсаційними та теплофікаційними турбінами. Маневреність ТЕЦ в ОЕС.
10. Робота ТЕС за частковими навантаженнями. Методика розрахунку теплових схем енергоблоків за частковими навантаженнями.
11. Енергетичні характеристики конденсаційних турбін енергоблоків (витратна, тепла). Енергетична характеристика котлів.
12. Енергетичні характеристики теплофікаційних турбін енергоблоків.
13. Програми керування потужності енергоблоків в процесі експлуатації. «Приємісткість енергоблоків».

14. Нестационарні режими роботи ТЕС. Утримання блоків на навантаженні власних потреб або холостого ходу. Аварійні ситуації.

15. Ковзний початковий тиск як спосіб регулювання потужності енергоблоків ТЕС. Термодинамічні основи. Вплив способів паророзподілу турбін на надійність і економічність енергоблоків в умовах експлуатації.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н. Шелешей Т.В..

Ухвалено кафедрою ТАЕ (протокол № 17 від 12 квітня 2023 р)

Погоджено Методичною радою факультету (протокол № 8 від 08 травня 2023 р)