



КОМБІНОВАНЕ ВИРОБНИЦТВО ЕНЕРГІЇ

робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>другий (магістерський)</i>
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	5курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	3,0 кредити ЄКТС/105 год: лекційні заняття – 27 год, практичні заняття – 9 год, самостійна робота – 51 год
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / МКР/РР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=ea920f6f-6a4d-4c2f-adce-f28c3e738a0e <i>практичні заняття починаються з 30.09.2021</i>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., ст.н.с., Сорокова Н.М., n.sorokova@ukr.net Практичні: д.т.н., ст.н.с., Сорокова Н.М.
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Сікорський)

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна передбачає ознайомлення студентів з основним підходом раціонального використання енергоресурсів Землі і захисту довкілля від забруднення шляхом застосування комбінованого виробництва електричної та теплової енергії.

Предметом навчальної дисципліни є процеси комбінованого виробництва електричної та теплової енергії, устаткування та теплові схеми ТЕЦ, аналіз режимів роботи та показників ефективності устаткування з комбінованого виробництва енергії.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей (фахових компетентностей):

- Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем, пов'язаних з проектуванням та експлуатацією енергетичного і теплотехнологічного обладнання (ФК 3).
- Здатність розробляти та впроваджувати інноваційні проекти і програми, забезпечувати конкурентоздатність продукції, здійснювати техніко-економічне обґрунтування проектів у галузі енергетичного машинобудування (ФК 5).
- Здатність приймати ефективні рішення з виробництва і експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання з урахуванням вимог щодо якості, екологічності, надійності, конкурентоздатності та охорони праці (ФК 7).

Після вивчення дисципліни здобувачі мають продемонструвати такі **результати навчання**:

- Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або дослідницькі задачі під час проектування, виготовлення і експлуатації енергетичного обладнання та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у інноваційних проектах (ПРН 3).

- Створювати новітні технології та процеси і обґрунтовувати вибір обладнання та інструментів, з урахуванням обмежень в енергетичному машинобудуванні на основі сучасних знань в енергетичній та суміжних галузях (ПРН 5).

- Формулювати та вирішувати інноваційні задачі галузі енергетичного машинобудування з урахуванням вимог до результатів, технічних стандартів, а також нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, інтелектуальна власність, навколишнє середовище, економіка і виробництво) аспектів (ПРН 9).

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

Пререквізитами навчальна дисципліна є нормативною для підготовки магістрів і передбачає наявність знань з таких предметів як „ Котли і реактори ”, „ Термодинаміка ”, „ Теплові і атомні електричні станції ”, „ Парові турбіни ”, „ Газові турбіни ”, „ Котельні агрегати ”, „Тепломасообмінні апарати ТЕС і АЕС” та „Тепломасообмін ”.

Постреквізитами є предмет «Енерго- та ресурсозбереження в енергетиці».

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Оцінка ефективності комбінованого виробництва енергії

Тема 1.1. Нормативно-правові умови розвитку комбінованого виробництва в ЄС та Україні.

Тема 1.2. Показники ефективності комбінованого виробництва.

Тема 1.3. Методи розподілу витрат на виробництво електричної та теплової енергії.

РОЗДІЛ 2. Особливості споживання електричної та теплової енергії.

Тема 2.1. Споживання теплоти на опалення і вентиляцію.

Тема 2.2. Коефіцієнт теплофікації.

РОЗДІЛ 3. Перспективні технології генерації для ТЕЦ, теплофікаційні парові турбіни.

Тема 3.1. Види сучасних технологій генерації, що застосовуються на ТЕЦ, сфери їх застосування.

Тема 3.2. Підпрограми та загальні блоки.

Тема 3.3. Теплофікаційне устаткування ТЕЦ.

РОЗДІЛ 4. Газотурбінні та парогазові установки ТЕЦ.

Тема 4.1. Газотурбінні установки ТЕЦ.

Тема 4.2. Парогазові установки ТЕЦ.

РОЗДІЛ 5. Двигуни внутрішнього згоряння на ТЕЦ, мікро-ТЕЦ та тригенерація.

Тема 5.1. Двигуни внутрішнього згоряння.

Тема 5.2. Мікро-ТЕЦ та розподілена генерація.

Тема 5.3. Тригенерація.

Тема 5.4. Екологічні аспекти експлуатації ТЕЦ.

РОЗДІЛ 6. Висновки курсу. Резерви підвищення ефективності комбінованого виробництва в Україні.

Тема 6.1. Резерви підвищення ефективності комбінованого виробництва в Україні.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література, використовується для більш глибокого опанування дисципліни та при виконанні самотійної роботи. Для отримання інформації про більш широке коло можливостей алгоритмічної мови ФОРТРАН пропонується використовувати також додаткову літературу та інтернет-ресурси.

Базова література

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети.- М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
2. Горобець В.Г., Богдан Ю.О., Троханяк В.І. Теплообмінне обладнання для когенераційних установок [Монографія]. – К.: «ЦП «Компринт», 2017. – 198 с. ISBN 978-966-929-674-0
3. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.
4. Клименко В.Н. Когенерационные системы с тепловыми двигателями: справочное пособие. –К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины. Ч.1. – 2008. – 600 с. <http://itf.kiev.ua/wp-content/uploads/2019/08/klymenko-t1.pdf>

5. Григорьев В.А., Зорин В.М. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник. – М: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
6. Сафонов А.П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям. – М: Энергия, 1968. – 240 с.
7. Щепетильников М.И., Хлопушкин В.И. Сборник задач по курсу ТЭС, - М.: Энергоатомиздат, 1983.
8. Закон України від 05.04.2005 № 2509-IV «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу».
9. Директива 2004/8/ЄС від 11.02.2004р. «Про заохочення когенерації, основаної на попиті на корисне тепло, що існує на внутрішньому енергетичному ринку».

Додаткова література

10. Костюк А.Г., Фролов В.В., Булкин А.Е., Трухний А.Д. Турбины тепловых и атомных электрических станций. – МЖ Издательство МЭИ, 2001. – 488 с.
11. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. – М: Издательство МЭИ, 2002. – 584 с.
12. Копко В.М. Теплоизоляция трубопроводов теплосетей. – Минск: Технопринт, 2002. – 160 с.
13. Теплова енергетика – нові виклики часу/ За заг. Редакцією П.Омеляновського, Й.Мисака. – Львів: НВФ «Українські технології», 2009. – 660 с.
14. Р.О. Клімов КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ з дисципліни «Джерела теплопостачання та теплові мережі». Дніпродзержинськ, 2016. -104 с. <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/29/6-29-k174.pdf>
15. Андрищенко А.И., Аминов Р.З., Хлебалин Ю.М. // Теплофикационные установки и их использование.
16. ГКД 34.09.108-98. Розподіл витрати палива на теплових електростанціях на відпущену електричну і теплову енергію при їх комбінованому виробництві.

Інформаційні ресурси

1. Кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського <http://login.kpi.ua/>
2. Науково-технічна бібліотека КПІ ім. Ігоря Сікорського <http://library.kpi.ua/>
3. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2509-15#Text>
Зікон про когенерацію.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекція 1. Предмет і задачі курсу «Комбіноване виробництво енергії». Стан та розвиток комбінованого виробництва енергії.

Структура, предмет і мета дисципліни. База дисципліни. Визначення переваг та обмежень комбінованого виробництва, історія розвитку комбінованого виробництва у світі та в Україні, передумови та перешкоди щодо розвитку комбінованого виробництва в Україні.

Лекція супроводжується показом слайдів за темою.

Тема для самостійної роботи: Класифікація когенераційних установок.

Література : 2 с. 13-17.

Лекція 2. Нормативно-правові умови розвитку комбінованого виробництва в ЄС та Україні

Механізми стимулювання комбінованого виробництва у країнах ЄС, перелік технологій генерації, що підлягають під термін когенерація, та особливості визначення «високоєфективної когенерації». Механізми стимулювання розвитку комбінованого виробництва в Україні.

Тема для самостійної роботи: Особливості функціонування ТЕЦ у сучасних організаційно-правових умовах роботи електроенергетичної галузі.

Література: 2 с. 12-18; 7, 8, 4. с. 45-49.

Лекція 3. Показники ефективності комбінованого виробництва.

Коефіцієнт використання палива, ексергетичний ККД, питома комбіноване виробництво електроенергії, тощо. Особливості використання різних показників ефективності та їх взаємозв'язок. Методи підвищення питомого комбінованого виробництва.

Тема для самостійної роботи: Взаємозв'язок КІТ і питомого комбінованого виробітку для ГТУ-ТЕЦ з КУ без допалювання палива.

Література: 1. с. 19-22; 4 с. 129-138; с. 208-213.

Лекція 4. Методи розподілу витрат на виробництво електричної та теплової енергії

Аналіз методів розподілу витрат при комбінованому виробництві електроенергії та тепла, зокрема, фізичного методу, ексергетичного методу, інших фізичних та економічних методів розподілу витрат, а також методу ОРГРЕС, що використовується в енергетиці України. Аналіз методів розподілу витрат, що набули розповсюдження у США та країнах ЄС. Проводиться порівняння традиційного фізичного методу з ексергетичним методом та методом ОРГРЕС.

Тема для самостійної роботи: Аналіз методики розподілу витрат, що застосовується на ТЕЦ України.

Література: 11. С31-32; 16 с. 1-17.

ПЗ-1. Визначення енергетичної ефективності комбінованого виробництва електричної та теплової енергії.

Завдання для самостійної роботи: Маркування теплофікаційних парових турбін.

Література: 6 с. 5-11; <http://ep3.nuwm.edu.ua/638/1/034-135.pdf> с. 8-9.

Лекція 5. Споживання теплоти на опалення і вентиляцію. Коефіцієнт теплофікації.

Особливості споживання теплової енергії на опалення та вентиляцію. Графік тривалості опалювального навантаження та формула Россандра. Формули для розрахунку опалювального та вентиляційного навантаження. Особливості гарячого водопостачання споживачів. Визначення та формули для розрахунку коефіцієнта теплофікації. Графіки розподілу теплового навантаження між основними та піковими джерелами теплозабезпечення для однотрубною та двотрубною систем.

Тема для самостійної роботи: Поглиблений аналіз систем водяного опалення та гарячого водозабезпечення. Граничні значення коефіцієнту теплофікації для різних схем гарячого водозабезпечення. Коефіцієнти теплофікації для промислово-опалювальних ТЕЦ.

Література: 1, с. 116-120, 170-172.

Лекція 6. Види сучасних технологій генерації, що застосовуються на ТЕЦ, сфери їх застосування.

Технології, що передбачають спалювання на ТЕЦ природного газу. Технології ТЕЦ на базі нафтопродуктів. Вугільні технології для ТЕЦ, зокрема, пиловугільні технології, технології спалювання вугілля у циркулюючому киплячому шарі, технології газифікації вугілля, тощо. Використання на ТЕЦ біомаси та комбіноване паливозабезпечення ТЕЦ.

Тема для самостійної роботи: Конструкції котельних агрегатів.

Література: 4 с. 150-202, 358-388; 13 с. 258-315.

ПЗ-2. Визначення опалювальної характеристики та розрахункових витрат тепла на опалювання будівлі. Побудова річного графіка тривалості опалювального навантаження.

Завдання для самостійної роботи: Визначення теплової потужності підігрівачів мережевої води.

Література: 6 с. 14-31.

Лекція 7. Теплофікаційне устаткування ТЕЦ.

Теплопідготовлювальні системи. Зв'язок характеристик теплофікаційних установок та теплових мереж. Склад устаткування теплопідготовлювальних систем ТЕЦ. Теплофікаційні установки ТЕЦ з турбінами потужністю 6-25 МВт. Теплофікаційні установки ТЕЦ з турбінами потужністю 50-250 МВт.

Тема для самостійної роботи: Розвиток теплофікації на базі атомних ТЕЦ.

Література: 5 с. 286-293; 14 с. 60-66.

Лекція 8. Газотурбінні установки ТЕЦ.

Основні визначення, класифікація ГТУ. Особливості побудови циклів ГТУ у розрізі їх застосування для ТЕЦ: простий цикл, цикл з регенерацією теплоти, цикл з проміжним підведенням теплоти та проміжним охолодженням повітря. Особливості конструкції ГТУ. Управління потужністю ГТУ та показники роботи ГТУ на

часткових навантаженнях. Енергетичні показники газотурбінних ТЕЦ. Регулювання відпуску теплоти на газотурбінних ТЕЦ. Використання ГТУ для переоснащення котельних. Приклад використання ГТУ при теплозабезпеченні датських споживачів. Котли-утилізатори для газотурбінних ТЕЦ.

Тема для самостійної роботи: Паливо для когенераційних установок. Номограми для оцінки паропроодуктивності котла-утилізатора.

Література: 11 с. 23-120; 5 с. 326-344; 4 с. 160-162; 240-310.

ПЗ-3. Визначення річних витрат палива та коефіцієнту використання палива на ТЕЦ.

Література: 6 с. 5-13.

Лекція 9. Парогазові установки ТЕЦ.

Термодинамічне обґрунтування побудови парогазового циклу. Типи парогазових циклів у розрізі їх застосування на ТЕЦ: цикл STIG та «Водолій», ПГУ з високонапірним парогенератором, ПГУ зі скиданням газів у топку котла, ПГУ із заміщенням регенерації, ПГУ утилізаційного типу. Комбіноване виробництво на ПГУ з котлом-утилізатором. Класифікація теплових схем ПГУ-ТЕЦ. Показники теплової ефективності ПГУ-ТЕЦ. Діаграми режимів ПГУ-ТЕЦ. Використання опалювання у ПГУ-ТЕЦ. Приклади реалізації теплових схем ПГУ-ТЕЦ та особливості їх роботи.

Тема для самостійної роботи: Компонівка устаткування. Котел-утилізатор у тепловій схемі ПГУ: конструкція котла-утилізатора, особливості експлуатації. Регулювання навантаження ПГУ з котлом-утилізатором.

Література: 4 с. 83-88; 311-338; 525-529; 5 с. 346-355.

Лекція 10. Двигуни внутрішнього згоряння.

Особливості конструкції поршневих енергетичних двигунів внутрішнього згоряння. Особливості термодинамічних циклів у розрізі застосування на ТЕЦ. Двопаливні двигуни внутрішнього загоряння. Порівняння двигунів внутрішнього згоряння та газових турбін у якості надбудов для котельних. Виробництво тепла енергетичними установками на базі двигунів внутрішнього згоряння.

Тема для самостійної роботи: Нові ТЕЦ в Україні.

Література: 4 с. 150-238; 110-124.

ПЗ-4. Визначення відпуску тепла, потужності теплофікаційної турбіни, повних годинних витрати палива при експлуатації на станції теплофікаційної та конденсаційної турбін.

Література: 7 с. 8-12.

Лекція 11. Мікро-ТЕЦ та розподілена генерація.

Мікро-ТЕЦ. Двигун Стірлінга: робочий процес та особливості застосування. Паливні елементи: основні види та особливості застосування на ТЕЦ. Газотурбінні міні-ТЕЦ. Органічний цикл Ренкіна. Парові двигуни. Порівняльний аналіз технологій міні та мікро-ТЕЦ.

Тема для самостійної роботи: Опалювальна ТЕЦ на біомасі.

Література: 4 с. 150-238; 519-523.

Лекція 12. Тригенерація.

Розгляд основних елементів і режимів роботи тригенераційної установки. Сфери застосування тригенераційних установок. Переваги три генерації у порівнянні із роздільним виробництвом. Абсорбційні холодильні установки: принцип роботи та основні елементи. Порівняльний аналіз водоаміачних та бромістолітєвих абсорбційних установок.

Тема для самостійної роботи: Поглиблений огляд конструкцій та досвід практичного застосування тригенераційних установок.

Література: 4 с. 445-556.

Лекція 13. Екологічні аспекти експлуатації ТЕЦ. Резерви підвищення ефективності комбінованого виробництва в Україні.

Викиди сірчаних сполук та методи боротьби з ними. Управління викидами оксидів азоту при комбінованому виробництві. Методи видалення та збереження діоксиду вуглецю. Аналіз втрат на ланцюгу виробництво-передача-споживання теплової енергії. Резерви підвищення ефективності ТЕЦ. Зменшення втрат при транспортуванні теплової енергії. Зменшення втрат на абонентському боці ланцюга теплозабезпечення.

Тема для самостійної роботи: Механізми утворення оксидів азоту при спалюванні палива. Основні питання проектування ТЕЦ підвищеної заводської готовності.

Література: 4 с. 348-350, 350-443; 13 с 389-425; 14 с. 67-83.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота передбачає підготовку до лекцій, виконання домашніх завдань у вигляді рішення задач по практичним заняттям, опрацювання джерел із списку літератури, підготовку до модульної контрольної роботи (МКР), виконання розрахункової роботи, підготовку до екзамену.

Перелік питань для підготовки до МКР (1-30) та до іспиту (1-59)

1. Механізми стимулювання комбінованого виробництва у країнах ЄС,
2. Перелік технологій генерації, що підлягають під термін когенерація, та особливості визначення «високоєфективної когенерації».
3. Механізми стимулювання розвитку комбінованого виробництва в Україні.
4. Коефіцієнт використання палива, ексергетичний ККД.
5. Питомий комбінований виробіток електроенергії.
6. Методи підвищення питомого комбінованого виробництва.
7. Аналіз фізичного методу розподілу витрат при комбінованому виробництві електроенергії та тепла.
8. Аналіз ексергетичного методу розподілу витрат при комбінованому виробництві електроенергії та тепла.
9. Аналіз методу ОРГРЕС розподілу витрат при комбінованому виробництві електроенергії та тепла.
10. Особливості споживання теплової енергії на опалення та вентиляцію.
11. Графік тривалості опалювального навантаження та формула Россандра.
12. Формули для розрахунку опалювального та вентиляційного навантаження.
13. Особливості гарячого водопостачання споживачів.
14. Визначення та формули для розрахунку коефіцієнта теплофікації.
15. Графіки розподілу теплового навантаження між основними та піковими джерелами теплозабезпечення для однотрубною та двотрубною систем.
16. Граничні значення коефіцієнту теплофікації для різних схем гарячого водозабезпечення.
17. Технології, що передбачають спалювання на ТЕЦ природного газу.
18. Технології ТЕЦ на базі нафтопродуктів.
19. Вугільні технології для ТЕЦ.
20. Використання на ТЕЦ біомаси та комбіноване паливозабезпечення ТЕЦ.
21. Теплопідготовлювальні системи.
22. Зв'язок характеристик теплофікаційних установок та теплових мереж.
23. Склад устаткування теплопідготовлювальних систем ТЕЦ.
24. Теплофікація на базі атомних ТЕЦ.
25. Класифікація ГТУ.
26. Особливості побудови циклів ГТУ при їх застосування для ТЕЦ.
27. Особливості конструкції ГТУ.
28. Управління потужністю ГТУ та показники роботи ГТУ на часткових навантаженнях.
29. Енергетичні показники газотурбінних ТЕЦ.
30. Регулювання відпуску теплоти на газотурбінних ТЕЦ.
31. Використання ГТУ для переоснащення котельних.

32. Котли-утилізатори для газотурбінних ТЕЦ.
33. Паливо для когенераційних установок.
34. Номограми для оцінки паропродуктивності котла-утилізатора.
35. Парогазові установки ТЕЦ. Термодинамічне обґрунтування побудови парогазового циклу.
36. Типи парогазових циклів у розрізі їх застосування на ТЕЦ.
37. Комбіноване виробництво на ПГУ з котлом-утилізатором.
38. Класифікація теплових схем ПГУ-ТЕЦ.
39. Показники теплової ефективності ПГУ-ТЕЦ.
40. Діаграми режимів ПГУ-ТЕЦ. Використання опалювання у ПГУ-ТЕЦ.
41. Приклади реалізації теплових схем ПГУ-ТЕЦ та особливості їх роботи.
42. Особливості конструкції поршневих енергетичних двигунів внутрішнього згорання.
43. Двопаливні двигуни внутрішнього загорання.
44. Виробництво тепла енергетичними установками на базі двигунів внутрішнього згорання.
45. Мікро-ТЕЦ. Двигун Стірлінга: робочий процес та особливості застосування.
46. Газотурбінні міні-ТЕЦ.
47. Органічний цикл Ренкіна. Парові двигуни.
48. Порівняльний аналіз технологій міні та мікро-ТЕЦ.
49. Опалювальна ТЕЦ на біомасі.
50. Основні елементи і режими роботи тригенераційної установки. Сфери застосування тригенераційних установок.
51. Переваги три генерації у порівнянні із роздільним виробництвом.
52. Абсорбційні холодильні установки: принцип роботи та основні елементи.
53. Порівняльний аналіз водоаміачних та бромістолітєвих абсорбційних установок.
54. Викиди сірчаних сполук та методи боротьби з ними.
55. Управління викидами оксидів азоту при комбінованому виробництві.
56. Методи видалення та збереження діоксиду вуглецю.
57. Аналіз втрат на ланцюгу виробництво-передача-споживання теплової енергії. Резерви підвищення ефективності ТЕЦ.
58. Зменшення втрат при транспортуванні теплової енергії. Зменшення втрат на абонентському боці ланцюга теплозабезпечення.
59. Механізми утворення оксидів азоту при спалюванні палива.

Розрахункова робота присвячена виконанню чотирьох типових задач по індивідуальним варіантам.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, поставлених перед студентом, складається з:

- оцінювання активності у обговоренні питань теми на аудиторних заняттях;
- виконання домашніх завдань по практичним заняттям, МКР та РР згідно з вимогами та критеріями оцінювання.

Слід дотримуватися правил відвідування занять.

На заняттях викладається теоретичний матеріал, розглядаються приклади реалізації практичного застосування теорії, надаються методичні рекомендації та розвиваються навички, необхідні для виконання контрольних завдань. Тому відвідування впливає на результати аудиторної і самостійної роботи студента, підготовку до контрольних заходів.

Вагома частина рейтингу студента формується за рахунок самостійної роботи (виконання домашніх завдань, РР та МКР), активної участі в роботі на аудиторних заняттях.

У разі виявлення академічної недоброчесності у виконаній модульній контрольній роботі – результати контрольного заходу не враховуються.

Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

Заохочувальні та штрафні бали

Заохочувальні бали

Завдання, що задаються на самостійне виконання у якості самостійної роботи законспектовано + 2 бали

Відповіді на аудиторних заняттях + 2 бали

Штрафні бали

Невчасне виконання домашньої роботи – 2 бали

Невчасне виконання МКР (на не запланованому занятті) – 5 балів

Невчасне виконання розрахункової роботи – 5 балів

Академічна доброчесність

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>.

Норми етичної поведінки

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>.

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

PCO за освітнім компонентом має **стартову (max 50 балів)** та **залікову (max 50 балів)** складові.

Стартова складова: опитування на практичних заняттях (4 заняття), виконане домашнє завдання (4 заняття), написання модульної контрольної роботи (1), виконання розрахункової роботи.

Залікова складова: відповіді та виконання практичного завдання на заліку.

Аудиторні заняття: За відповідь на практичному занятті можна отримати 2 бали (max 8 балів).

- «відмінно», вільне володіння матеріалом та вміння його застосувати на практиці отримання результату його практичної реалізації – 8...7 балів;
- «добре», достатньо глибоке володіння матеріалом та вміння його застосувати на практиці – 6...5 балів;
- «задовільно», не достатньо повне володіння матеріалом та уміння його самостійно реалізовувати на практиці. – 4...3 бали.

Самостійна робота: За правильно виконане домашнє завдання можна отримати 3 бали (max 12 бали).

- «зараховано», виконання завдання у строк – 3 бали;
- «зараховано», завдання виконано, але не у строк – 1 бал;
- «незараховано», завдання не виконано – 0 бали.

Всього за самостійну роботу і роботу на аудиторних заняттях можна отримати max 20 балів.

МКР: I (max 14 балів)

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 14-12 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 11-9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 8-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам) – 4-0 балів.

Розрахункова робота: I (max 16 балів)

- «зараховано», виконання завдання у строк – 16-13 балів;
- «зараховано», завдання виконано, але не у строк – 12-8 бали;
- «незараховано», завдання не виконано – 0 балів.

Екзамен (max 50 балів)

Заліковий білет складається з 2-х теоретичних питань, за які можна отримати 20 балів, та 1 практичного завдання, за яке можна отримати 30 балів:

- Відповідно 20...16 та 30...25 балів – повна правильна відповідь на запитання або не менше 90% необхідної інформації, правильно виконане практичне завдання та отримано кінцевий результат;
- 15...11 і 24...19 балів – повна відповідь на запитання з незначними помилками/неточностями або не менше 75% необхідної інформації, практичне завдання виконане не менше ніж на 75%;
- 10...5 і 18...12 балів – майже повна відповідь з незначними помилками/неточностями або не менше 60% необхідної інформації, практичне завдання має незначні помилки/неточності і виконане менше ніж на 60%;
- 0 балів – відповідь відсутня/неправильна або менше 60% необхідної інформації.

Необхідною умовою допуску до заліку є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС та стартовий рейтинг не менше 33 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний кампус». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять. Заняття проходять з використанням сучасних ресурсів проведення онлайн-зустрічей (організація відео-конференцій на платформі zoom).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, д.т.н., ст.н.с., Сорокова Н.М.

Ухвалено кафедрою АЕС і ІТФ (протокол № 21 від 18.06.2021)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 11 від 24.06.2021)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.