



ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G3 Електрична інженерія</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/ 120 годин / 30 лекцій, 30 практичних занять, 60 СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц. Дубровська В.В. dubrovskavv@ukr.net 067-234-42-07</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс: Google classroom https://classroom.google.com/c/NjI4NDIzMDcyODEx?cjc=z2znv5g https://campus.kpi.ua/</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Однією з важливих проблем розвитку України є забезпечення потреб народного господарства енергетичними ресурсами. Електрична енергія виробляється на електричних станціях: теплових (ТЕС), атомних (АЕС), гідравлічних (ГЕС), а також за рахунок відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Виробництво електроенергії пов'язано з застосуванням складних технологічних процесів та обладнання, що потребує засвоєння теоретичних основ, на яких побудована сучасна енергетика.

Дисципліна “Технологія виробництва електричної енергії” вивчає особливості та методи виробництва теплової і електричної енергії з традиційних джерел енергії.

Кредитний модуль складається з Термодинаміка та теплообмін, Паливо та процеси горіння, Теплові двигуни, Системи виробництва електроенергії і теплоти.

Вивчення дисципліни “Технологія виробництва електричної енергії” забезпечує підготовку студентів у галузі енергетики.

Курс має на меті сформувані та розвинути наступні компетентності студентів:

Фахові:

Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння з основ термодинаміки та теплообміну.

Застосовувати стандартні методи розрахунку енергетичного обладнання. Вирішувати практичні задачі, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної та теплової енергій.

Розуміти особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної та теплової енергій.

Програмними результатами навчання є:

Аналізувати ефективність використання енергії.

Порівнювати технології виробництва теплової та електричної енергії на електричних станціях різних типів.

Визначати склад обладнання електричних станцій різних типів та основні функціональні зв'язки між ними.

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

Пререквізити: Дисципліна базується на дисциплінах: Вища математика, Загальна фізика,

Постреквізити. Дисципліни, які будуть використовувати результати навчання даного курсу: Енергозбереження у електротехнічних системах та Дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Термодинаміка та теплообмін

Розділ 2. Паливо та котельні установки

Розділ 3. Теплові двигуни

Розділ 4. Системи виробництва електроенергії і теплоти

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Технологія виробництва електричної енергії: підручник/ В.В. Дубровська, В.І. Шкляр. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 316 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48258>
2. Б.Х. Драганов, А.А. Долінський, А.В. Міщенко, Є.М. Письменний. Теплотехніка: Підручник – Київ: «ІНКОС», 2005. – 504 с.
3. Константінов С.М., Панов Є.М. Теоретичні основи теплотехніки: Підручник. – К.: «Золоті ворота», 2012. – 592 с.

Додаткова література

4. «Підвищення ефективності циклів ПТУ. Розрахункова робота» [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітня програма «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.В. Дубровська, В.І. Шкляр, І.Ю. Білоус – Електронні текстові дані (1 файл: 20 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 41 с.
5. Технологія виробництва електричної енергії: конспект лекцій з дисципліни / В.А. Маляренко, С.І.Доценко, І.О. Темнохуд. – Харків: ХНУМГ, 2014. –165 с.
6. Термодинаміка, тепломасообмін і теплопередача: навчальний посібник / Б.Кутний, О.Череднікова. –Полтава: Національний університет ім. Юрія Кондратюка, 2022. –182 с.

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Тема 1.1 Технічна термодинаміка. Основні поняття і визначення Лекція 1. Енергетичний потенціал України. Стан і розвиток енергетики України. Класифікація енергоустановок. Предмет технічної термодинаміки як теоретичної бази теплоенергетики. Основні поняття і визначення технічної термодинаміки. Термодинамічні параметри стану робочого тіла. Термодинамічний процес. Література: Л1 с.7-19; Л2 с.4-8; Л3 с. 5-39.
2	Тема 1.2 Перший закон термодинаміки. Теплота і робота та їх визначення. Формулювання першого закону термодинаміки. Аналітичні вирази першого закону термодинаміки. Математичні властивості теплоти і роботи. Література: Л1 с.19-32; Л2 с.12-20, Л3 с.77-79.
3	Тема 1.3 Другий закон термодинаміки. Цикли теплоенергетичних установок Формулювання другого закону термодинаміки. Термодинамічні цикли та їх характеристики. Цикл Карно. Властивості циклу Карно. Теореми Карно. Інтеграл Клаузіуса. Ентропія. Аналітичний вираз 2-го закону термодинаміки. Зміна ентропії в ізольованій системі. Поняття про ексергію. Література: Л1 с.33-45; Л2 с.27-35.
4	Тема 1.4 Термодинаміка робочих тіл теплоенергетичних установок. Цикл Ренкіна. Термодинаміка реальних газів та водяної пари, як робочого тіла теплоенергетичних установок ТЕС. Отримання водяної пари і аналіз трьох стадій пароутворення. Таблиці і діаграми стану водяної пари. Цикл Ренкіна. Термодинамічні процеси з водяною парою. Література: Л1 с.57-71; Л2 с.37-42; Л3 с.101-125.
5	Тема 1.5 Основи теплообміну. Основні поняття теплообміну. Способи перенесення теплоти. Температурне поле. Температурний градієнт. Закон Фур'є. Диференційне рівняння теплопровідності. Умови однозначності. Окремі задачі стаціонарної теплопровідності. Теплопровідність крізь плоску і циліндричну стінки при граничних умовах I-го і III-го роду. Література: Л1 с.72-91; Л2 с.79-86.
6	Конвективний теплообмін. Основний закон теплообміну. Коефіцієнт тепловіддачі і його визначення. Окремі задачі конвективного теплообміну. Теплообмін при вільній конвекції в необмеженому і обмеженому просторі. Тепловіддача при вимушеній течії в трубах. Література: Л1 с.91-101, Л2 с. 99-106; Л3 с. 333-367, 395-397, 403-413.
7	Тема 2.1 Енергетичне паливо. Особливості спалювання різних видів палива Паливо, основні поняття і визначення. Основні характеристики і хімічний склад палива. Теплота згорання палива, коефіцієнт надлишку повітря. Основи теорії горіння. Класифікація топок. Особливості спалювання газоподібного палива. Особливості спалювання рідкого палива. Спалювання твердого палива. Література: Л1 с.124-145; Л2 с.130-140.
8	Тема 2.2 Парові котли і котельні установки. Парові котли (ПК) і котельні установки електричних станцій. Класифікація парових котлів. Основні технічні характеристики ПК. Низькотемпературні і високотемпературні поверхні нагрівання. Техніко-економічні показники і ККД парових котлів. Котли - утилізатори. Водогрійні котли. Конструкції сучасних парових котлів. Література: Л1 с.145-164.
9	Тема 3.1 Поршневі двигуни внутрішнього згорання Двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ). Загальні відомості. Принцип дії та їх класифікація. Цикли ДВЗ та показники ефективності їх роботи.

	СРС. Паливо для ДВЗ. Тепловий баланс ДВЗ. Токсичність вихлопних газів ДВЗ. Література: Л1 с.194-207, Л2 с.63-66; Л3 с.197-208.
10	Тема 3.2. Парові турбіни /ПТ/ і паротурбінні установки /ПТУ/. Парові турбіни. Основні поняття, визначення. Класифікація парових турбін. Втрати енергії і ККД турбінної ступені. Багатоступеневі парові турбіни. Енергетичні показники і характеристики ПТ. Паротурбінні установки (ПТУ). Тепловий цикл ПТУ. СРС. Конденсаційні пристрої парових турбін. Література: Л1 с.167-179; Л2 с.66-71; Л3 с.228-236.
11	Тема 3.3 Газові турбіни та газотурбінні установки(ГТУ). Парогазові установки. Газові турбіни . Принцип дії та їх класифікація. Цикли ГТУ та показники ефективності їх роботи. ГТУ з генерацією теплоти. Парогазові установки для виробництва електроенергії і теплоти. Комбіновані установки з роздільними контурами робочих тіл. Схема і цикл бінарної ПГУ. Контактні ПГУ. СРС. ГТУ з утилізацією теплоти відхідних газів. Застосування ГТУ. Турборозширювальні машини Література: Л1 с.207-231; Л2 с.185-187; Л3 с. 210-217, с.251-254.
12	Тема 4.1 Теплові електричні станції. Теплові електричні станції (ТЕС). Класифікація ТЕС. Теплові та технологічні схеми ТЕС. Конденсаційний спосіб виробництва електроенергії та його енергетичні характеристики. Література: Л1 с.233-246.
13	Тема 4.2 Методи підвищення теплової економічності ТЕС. Вплив початкових та кінцевих параметрів пари на економічність ПТУ. Проміжний перегрів пари. Регенеративний підігрів живильної води. Комбінований спосіб виробництва теплової та електричної енергії (ТЕЦ). Теплові схеми ТЕЦ, їх обладнання та техніко-економічні показники. Література: Л1 с.180-192, с.246-251, Л3 с.237-244
14	Тема 4.3 Атомні електричні станції (АЕС). Загальні характеристики АЕС. Теплоносії АЕС. Реактори АЕС. Схеми АЕС. Технологічна схема АЕС. Теплова економічність і техніко-економічні показники АЕС. Системи захоронення і транспортування палива на АЕС. Очищення газів на АЕС. Література: Л1 с.255-279.
15	Тема 4.4 Гідроенергетичні установки. Класифікація гідравлічних турбін. Склад і компонування основних споруд ГЕС. СРС. Гідроакумульовальні електростанції. Література: Л1 с.281-297.

Практичні заняття

Метою практичних занять є закріплення знань отриманих на лекційних заняттях, ознайомлення з методикою розрахунків теплових процесів.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Термодинамічні параметри стану робочих тіл
2	Перший закон термодинаміки
3	Другий закон термодинаміки
4	МКР 1 частина
5	Теплопровідність плоскої та циліндричної стінки
6	Визначення коефіцієнта тепловіддачі при вільній конвекції в необмеженому просторі
7	Визначення складу палива
8	Горіння палива, теплота згорання палива
9	Визначення параметрів води і водяної пари за таблицями і діаграмами
10	Цикл Ренкіна. Визначення енергетичних характеристик паротурбінних установок

11	МКР 2 частина
12	Визначення потужності та к.к.д поршневих компресорів
13	Розрахунок техніко-економічних показників двигунів внутрішнього згорання
14	Розрахунок техніко-економічних показників ГТУ
15	Визначення ефективності роботи теплових станцій

2. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Тема 1.6 Теплообмін випромінюванням Основні поняття і визначення. Основні закони теплового випромінювання. Види променевих теплових потоків. Теплообмін випромінюванням між твердими тілами, що розділені прозорим середовищем. Теплообмін при наявності екрана. Література: Л 1 с.120-129; Л 2 с.156-162.	3
2	Способи інтенсифікації теплопередачі..	2
3	Визначення кількості повітря, необхідного для спалювання палива. Об'єми і склад продуктів згорання. Ентальпія продуктів згорання.	2
4	Котли - утилізатори. Водогрійні котли. Конструкції сучасних парових котлів.	2
5	Системи захоронення і транспортування палива на АЕС. Очищення газів на АЕС.	2
6	Підготовка до лекційних та практичних занять	30
7	Підготовка до модульної контрольної роботи	4
8	Підготовка до заліку	6
	Всього	60

Контрольні роботи

Під час вивчення кредитного модуля передбачається проведення модульної контрольної роботи за темами: Перший та другий закон термодинаміки. Визначення енергетичних характеристик циклу Ренкіна.

Політика та контроль

3. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Порушення Кодексу академічної доброчесності Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <https://kpi.ua/code.3>.

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх участі в роботі.

Академічна доброчесність: Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу. Норми етичної поведінки: Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2.

Вимоги, які ставляться перед студентом дисципліни:

- відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу, викладач фіксує присутність на заняттях;
- викладач використовує *Google classroom* та *ZOOM* для викладання матеріалу поточної лекції, додаткових ресурсів, практичних занять та ін.;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; який по закінченні лекції викладає у *Google classroom* з відповідної дисципліни, де присутній потік студентів;
- на лекції заборонено відволікати викладача від подання матеріалу студентам, усі питання, уточнення та ін. студенти ставлять в кінці лекції у відведений для цього час;
- МКР виконується на практичному занятті та надсилається у *Google classroom* або електронну пошту викладача або телеграм;
- у відповідності до «Кодексу честі» МКР та Тести студенти виконують самостійно;
- заохочувальні бали виставляються за: активну участь на лекціях; підготовку оглядів наукових праць; презентацій по одній із тем.

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

Поточний контрольний контроль:

Тести на лекціях. Експрес тести на практичних заняттях. Модульна контрольна робота.

Календарний рубіжний контроль.

Метою його проведення є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Календарний рубіжний контроль проводиться два рази в семестр.

Перший контроль 7-ий тиждень, другий - 13-ий тиждень.

Календарний контроль для заочної форми навчання не передбачений.

Семестровий контроль:

Залік.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що отримуються за:

Експрес тести на практичних заняттях, тести за розділами дисципліни на лекційних заняттях та модульну контрольну роботу.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання.

Рейтингові бали r_k :

а) 10 експрес тестів на практичних заняттях:

- | | |
|--------------------------|---------|
| • повна відповідь | 3 бали; |
| • неповна відповідь | 2 бали; |
| • незадовільна відповідь | 0 балів |

б) 2 ТЕСТИ за розділами курсу

- | | |
|--------------------------|----------|
| • повна відповідь | 20 балів |
| • неповна відповідь | 10 балів |
| • незадовільна відповідь | 0 балів |

в) модульна контрольна робота 2 частини:

- | | |
|--------------------|--------------|
| • 95-100% завдання | 15-13 балів; |
| • 75-94% завдання | 12-11 балів; |
| • 60-74% завдання | 10-9 балів; |

Заохочувальні бали r_s .

- додаткові заохочувальні бали +3 бали.

Значення R_C - стартової шкали PCO поточної успішності дорівнює сумі максимальних вагових балів:

$$R_C = \sum r_k = 10 \times 3 + 2 \times 20 + 2 \times 15 = 100 \text{ балів.}$$

Розмір R - шкали PCO з кредитного модуля формується як сума балів поточної успішності

R_C :

$$R = R_C = 100$$

Рейтингова оцінка студента RD з кредитного модуля формується як сума рейтингових балів r_k та заохочувальних/штрафних балів r_s :

$$RD = R_C + R_S = \sum r_k + \sum r_s$$

Календарний контроль.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимально можлива кількість балів – 27 бали: 4 експрес тести, МКР 1 частина. На першій атестації (7-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менший ніж 14 балів.

За результатами 13 тижнів навчання максимально можлива кількість балів – 74 балів: МКР, 8 експрес тестів, Тест 1. На другій атестації (13-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менший ніж 37 балів.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за МКР, написання тестів за розділами дисципліни та експрес тестів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни $RD < 40$, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку і мають академічну заборгованість.

Семестровий контроль: Залік.

1. Студенти, які виконали всі умови допуску до семестрової атестації та набрали протягом семестру необхідну кількість балів ($RD \geq 60$) мають можливості:

- отримати залікову оцінку (залік) так званим «автоматом» відповідно до набраного рейтингу. У такому разі до заліково-екзаменаційної відомості вносяться бали RD та відповідні оцінки;
- виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення оцінки. При цьому попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три теоретичні питання. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Теоретичні питання оцінюються у 33 бали або у 34 бали.

2. Студенти, що набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни $40 \leq RD < 60$ зобов'язані виконувати залікову контрольну роботу.

Переведення рейтингових балів з кредитного модуля RD до оцінок за університетською шкалою здійснюється відповідно до таблиці:

Значення RD	Оцінка традиційна
$95 \leq RD \leq 100$	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

Процедура оскарження результатів контрольних заходів:

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання стосовно процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно з попередньо визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши, з якими зауваженнями не погоджуються.

5. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік теоретичних питань, які виносяться на Поточний, Календарний та Семестровий контроль наведено в Google classroom.

Дистанційне навчання:

Організація дистанційного режиму освітнього процесу здійснюється з урахуванням умов правового режиму воєнного стану та використанням технологій дистанційного навчання:

платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний кампус». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять.

Здобувач вищої освіти має можливість пройти онлайн курс(и) за однією або декількома темами, передбаченими силабусом навчальної дисципліни. Онлайн курс здобувач може обрати самостійно або за рекомендацією викладача. У рейтинг здобувача можуть бути зараховані сертифікати проходження очних або дистанційних курсів за тематикою курсу на платформах Prometheus, Coursera тощо. Порядок визнання шляхом валідації результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті здобувачами усіх рівнів вищої освіти, які навчаються в КПІ ім. Ігоря Сікорського, викладено у Положенні про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті (затверджено та уведено в дію наказом від 09.05.2023 р. № НОН/157/2023).

Інклюзивне навчання:

Навчальна дисципліна “Технологія виробництва електроенергії” може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп’ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Позааудиторні заняття:

Консультації (індивідуальні та групові) з даної навчальної дисципліни та самостійна робота студентів можуть проводитись за попередньою згодою у науковій лабораторії, в науково-технічній бібліотеці університету та/або у домашніх умовах, відповідно. Навчальний матеріал, передбачений для засвоєння студентом у процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль разом з навчальним матеріалом, що вивчався при проведенні аудиторних навчальних занять.

На початку семестру викладач інформує студентів/слухачів про можливість пройти відповідні безкоштовні (або платні) курси на свій розсуд по тематиці навчальної дисципліни. Після отримання студентом офіційного сертифікату проходження відповідних курсів, викладач зараховує відповідну частину курсу (або курс в цілому).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., доцент, Дубровська В.В.

Ухвалено кафедрою ТАЕ (протокол № 18 від 11.06.2026 р.)

Ухвалено кафедрою АЕМК (протокол № 27 від 23.06.2026 р.)

Погоджено Методичною радою НН ІАТЕ (протокол № 8 від 26.06.2026 р..)

Погоджено методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 43 від 29.06.2026 р.)