



ОСОБЛИВОСТІ ТЕРМОДИНАМІКИ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>144 «Теплоенергетика»</i>
Освітня програма	<i>ОНП Теплоенергетика</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 рік, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити/ 120 годин / 18 лекцій, 9 практичних занять</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / 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. Студенець В.П. v.stoudenets@kpi.ua 067-477-90-50</i>
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс: Google Classroom https://campus.kpi.ua/</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є підготовка студентів в галузі базових методів термодинамічного аналізу систем різного класу.

Предметом вивчення дисципліни є методи розрахунку енергоефективності різних видів термодинамічних систем, від простих закритих до складних відкритих систем, з можливістю вибирати, розраховувати і аналізувати вказані методи з метою максимальної економії паливно-енергетичних ресурсів, інтенсифікації, оптимізації і здійснення екологічно чистих сучасних енергетичних процесів.

Результатом вивчення дисципліни мають стати формування та розвиток наступних компетентностей студентів.

Інтегральна компетентність:

- Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері теплоенергетики, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні:

- ЗК1 Здатність до критичного аналізу та синтезу, абстрактного мислення та генерування нових знань при вирішенні дослідницьких і практичних завдань.

Фахові:

- ФК1 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукові результати, які створюють нові знання в області теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з теплоенергетики та суміжних галузей
- ФК2 Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англомовних наукових текстів за напрямом досліджень з теплоенергетики
- ФК4 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень
- ФК6 Здатність розуміти сучасні проблеми науково-технічного розвитку енергетики, знати сучасні технології енерго- та ресурсозбереження.

Програмними результатами навчання є:

- ПРН2 Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми теплоенергетики державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях
- ПРН3 Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, тощо) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані
- ПРН5 Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

Знання:

- термодинамічна термінологія;
- методи виробництва, взаємного перетворення різних видів енергії;
- методи термодинамічного аналізу ефективності взаємного перетворення різних видів енергії;
- принцип дії, основи конструкцій, робочі параметри, сфери використання та потенціальні можливості основного теплоенергетичного обладнання;
- особливості взаємодії теплотехнологічних процесів з навколишнім середовищем та шляхи охорони навколишнього середовища від забруднення.

Вміння:

- практично здійснювати вибір ефективних методів отримання та перетворення різних видів енергії в залежності від конкретних умов;
- проводити виміри та розрахунки основних теплотехнічних показників, які пов'язані з профілем інженерної діяльності;
- проводити теплотехнічну оцінку ефективності технологій, обладнання на основі використання термодинамічних методів аналізу;
- визначити основні теплотехнічні показники термодинамічного аналізу та використовувати їх для підвищення ефективності технологій та обладнання.

Досвід:

- проведення термодинамічного аналізу та окремих розрахунків основних термодинамічних характеристик різних видів складних термодинамічних систем;
- знання і навички, отримані в даній дисципліні, використовуються у процесі підготовки бакалаврської, магістерської робіт та в подальшій науковій діяльності.

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

Пререквізити: «Особливості термодинаміки складних систем» відноситься до навчальних дисциплін для здобуття глибинних знань зі спеціальності, які забезпечують навчання студентів в

галузі енергетики на матеріалах дисциплін «Загальна фізика», «Вища математика», «Математичний аналіз», «Хімія», «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Гідрогазодинаміка», «Теплотехнічні процеси та установки», «Філософські засади наукової діяльності», Іноземна мова для наукової діяльності».

Постреквізити. Дисципліни, які базуються на результатах навчання курсу «Особливості термодинаміки складних систем»: «Маловитратні технології підвищення комплексної ефективності енерговиробництва», «Новітні тенденції розвитку та технології в енергетичній галузі».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Аналітичний апарат термодинаміки складних систем

Тема 1. Базові термодинамічні положення.

Тема 2. Математичний апарат термодинаміки.

Тема 3. Метод термодинамічних потенціалів (характеристичних функцій) Гіббса.

Тема 4. Загальні умови рівноваги складної системи.

Розділ 2. Складна термодинамічна система як хімічна система

Тема 1. Хімічний потенціал. Парціальні мольні властивості.

Тема 2. Термохімія.

Тема 3. Термодинаміка розчинів.

Розділ 3. Складна термодинамічна система як система з немеханічним видом роботи.

Тема 1. Прості термодинамічні системи з немеханічним видом роботи.

Тема 2. Термодинаміка гравітаційних, електростатичних та магнітних систем.

Тема 3. Термодинаміка міжфазної поверхні.

Тема 4. Електрохімічна термодинаміка.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Базаров И.П. Термодинамика: Учеб. для студентов университетов, обучающихся по специальности «Физика». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 376 с.
2. D. Kondepudi, I. Prigogine. Modern Thermodynamics. From Heat Engines to Dissipative Structures. John Wiley & Sons, 1998 // И. Пригожин, Д. Кондепуди. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур: Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 461 с. / Лучший зарубежный учебник /.
3. Сычев В.В. Дифференциальные уравнения термодинамики. Учеб. пособие для теплоэнергетич. и теплофизич. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1991. – 224с.
4. Сычев В.В. Сложные термодинамические системы. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
5. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии. Учебник для студентов химических и химико-технологических специальностей вузов. – М.: Высш. шк. 1991. – 319 с.
6. J.Bevan Ott and J.Boerio-Goates. Two-Volume Series: Chemical Thermodynamics. Principles and Applications. Chemical Thermodynamics. Advanced Applications. Academic Press. 2000.
7. S.Stolen, T.Grande, N.L.Allan. Chemical Thermodynamics of Materials. Macroscopic and Microscopic Aspects. John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
8. F. Weinhold. Classical and Geometrical Theory of Chemical and Phase Thermodynamics. John Wiley & Sons, Inc. 2009.

Додаткова література.

9. P.W. Atkins. The Laws of Thermodynamics. A Very Short Introduction. Oxford Univ. Press. 2010.
10. Howard de Voe. Thermodynamics and Chemistry. 2nd ed. vers. 5. 2014.
11. M.W. Zemansky, R.H. Dittman. Heat and Thermodynamics. An Intermediate Textbook. 7ed. McGraw-Hill, 1997.

12. R.A. Alberty. Use of Legendre Transforms in Chemical Thermodynamics / International Union of Pure and Applied Chemistry / IUPAC Technical Report / Pure Appl. Chem., Vol.73, No.8, pp.1349-1380, 2001.
13. P.W. Atkins, J. De Paula. Atkins' Physical Chemistry. 8th ed. W.H. Freeman and Co. 2006.
14. A.W. Neumann, R. David, Y. Zuo. Applied Surface Thermodynamics. 2nd ed. /Surfactant Science Series. Founding Editor: M.J. Schick. Series Editor: A.T. Hubbard. Volume 151/ CRC Press Taylor & Francis Group. 2011.

Навчальний контент

5. 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 Базові термодинамічні положення. Термодинамічні системи. Фази і компоненти. Гомогенні і гетерогенні системи. Однорідні і неоднорідні системи. Закони термодинаміки. Математичні формулювання I і II законів. Узагальнені сили і координати. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
2	Тема 1.2 Математичний апарат термодинаміки. Форми Пфаффа, перетворення Лежандра; диференціальні рівняння термодинаміки; рівняння Максвелла. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
3	Використання якобіанів, властивості якобіанів 2-го порядку. Завдання на СРС. Термодинамічний квадрат (VAT-VUS diagram). Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
4	Тема 1.3 Метод термодинамічних потенціалів (характеристичних функцій) Гіббса. Характеристичні функції (ХФ): визначення та властивості. Термодинамічні потенціали (ТП): визначення та види. Визначення ХФ і ТП: проста замкнута система, розширена замкнута система, складна замкнута система, проста відкрита система, складна відкрита система. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
5	Тема 1.4 Загальні умови рівноваги складної системи. Хімічний потенціал: визначення та виведення на прикладі. Характеристики складу складної системи. Загальні умови рівноваги складної системи. Умови фазової рівноваги. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
6	Тема 2.1 Хімічний потенціал. Парціальні мольні властивості. Залежність хімічного потенціалу від тиску і температури. Завдання на СРС. Хімічний потенціал складової суміші ідеальних газів. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
7	Тема 2.2 Термохімія. Теплові ефекти реакцій. Зв'язок між тепловими ефектами ΔU і ΔH . Закон Гесса. Теплові ефекти утворення речовин. Теплові ефекти горіння. Залежність теплового ефекту реакції від температури (рівняння Кірхгофа), тиску і фазового перетворення. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
8	Тема 2.3 Термодинаміка розчинів. Термодинамічна класифікація розчинів. Хімічний потенціал компонента у розчині. Процеси у розчинах. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
9	Застосування розчинів у теплосилових і холодильних установках (паросилові установки).

	Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
10	Тема 3.1 Прості термодинамічні системи з немеханічним видом роботи. Приклади простих термодинамічних систем: натягнутий дріт (stretched wire), поверхня (surface), електрохімічна комірка (electrochemical cell), діелектрична шина (dielectric slab). Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
11	Тема 3.2 Термодинаміка гравітаційних, електростатичних та магнітних систем. Термодинаміка електростатичних систем: плоскопаралельний конденсатор у вакуумі, плоскопаралельний конденсатор у флюїді. Термодинаміка магнітних систем. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
12	Тема 3.3 Термодинаміка міжфазної поверхні. Гетерогенна ліофобна система (ГЛС) «рідина – тверде тіло» Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
13	Термодинамічні моделі та гістерезис у процесі стиснення-розширення ГЛС Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
14	Розрахунок питомої енергоємності гетерогенного робочого тіла на базі ГЛС Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
15	Енергопристрої на гетерогенних робочих тілах. Автомобільний амортизатор (термомолекулярний демпфер). Термомолекулярний акумулятор. Виконавчий механізм типу «thermal lock». Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
16	Тема 3.4 Електрохімічна термодинаміка. Гальванічний елемент як складна термодинамічна система. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
17	Паливний елемент як складна термодинамічна система. Рівняння Гібса-Гельмгольца для паливного елемента. Завдання на СРС. Види паливних елементів. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.
18	Характеристики термодинамічних процесів у паливному елементі. Електрорушійна сила і коефіцієнт корисної дії паливного елемента. Література: Л1-Л8, конспект лекцій. Характеристики термодинамічних процесів у паливному елементі. Електрорушійна сила і коефіцієнт корисної дії паливного елемента. Література: Л1-Л8, конспект лекцій.

Практичні заняття

Практичні заняття з дисципліни проводяться викладачем згідно навчального плану. Метою практичних занять є закріплення теоретичних положень і набуття умінь їх практичного застосування шляхом виконання певних відповідно сформульованих завдань.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Характеристичні функції і термодинамічні потенціали: проста замкнута система, Література: конспект лекцій.
2	Характеристичні функції і термодинамічні потенціали: складна замкнута система Література: конспект лекцій.
3	Характеристичні функції і термодинамічні потенціали: проста відкрита система Література: конспект лекцій.
4	Характеристичні функції і термодинамічні потенціали: складна відкрита система Література: конспект лекцій.

5	Термохімія. Розрахунок теплового ефекту хімічної реакції. Література: конспект лекцій.
6	Термодинаміка міжфазної поверхні. Визначення питомої енергоємності гетерогенного робочого тіла. Література: конспект лекцій.
7	Електрохімічна термодинаміка. Визначення ЕРС паливного елемента. Література: конспект лекцій.
8	Електрохімічна термодинаміка. Визначення ККД паливного елемента. Література: конспект лекцій.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Розділ 1. Тема 1. Поняття про інтенсіал та екстенсіал. Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	2
2	Розділ 1. Тема 2. Термодинамічний квадрат (VAT-VUS diagram). Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	5
3	Розділ 1. Тема 3. Поняття про ізольовану складну систему. Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	6
4	Розділ 1. Тема 4. Правило фаз Гіббса. Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	2
5	Розділ 2. Тема 1. Летючість і активність. Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	6
6	Розділ 2. Тема 2. Загальний тепловий ефект у складній системі. Література: Л1-Л13, конспект лекцій.	4
7	Розділ 2. Термодинамічні функції змішування. Література: Л1-Л14, конспект лекцій. Абсорбційні холодильні установки. Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	2
8	Розділ 3. Тема 1. Парамагнітний стрижень (paramagnetic rod). Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	2
9	Розділ 3. Тема 2. Термодинаміка гравітаційних систем (у полі тяжіння). Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	2
10	Розділ 3. Тема 3. Вплив деформаційного фактору на гістерезис процесу стиснення-розширення ГЛС. Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	4
11	Розділ 3. Тема 4. Види паливних елементів. Література: Л1-Л14, конспект лекцій.	10

Контрольні роботи

У кредитному модулі передбачено проведення модульної контрольної роботи за розділом 3, темою 4. **Тема МКР. Термодинамічний розрахунок паливного елемента.**

7. 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; підготовка оглядів наукових праць; презентацій по одній із тем;
- штрафні бали виставляються за: несвоєчасну здачу та переписування МКР.

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

Поточний контрольний контроль:

Експрес-тести на лекціях. 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 8-ий тиждень, другий - 14-ий тиждень.

Календарний контроль для заочної форми навчання не передбачений.

Семестровий контроль:

Екзамен

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

Експрес-тести на лекційних заняттях, відповіді на практичних заняттях, модульну контрольну роботу, відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання.

1. Експрес-контроль

(ваговий бал $\bar{r}_k = 10$, максимальна кількість балів $\sum_k \bar{r}_k = 10 \times 2 = 20$):

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 9-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 7-6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 5-0 балів.

2. Практичні заняття

(ваговий бал $\bar{r}_k = 10$; максимальна кількість балів $\sum_k \bar{r}_k = 10 \times 2 = 20$):

- «відмінно», повна відповідь – 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь – 9-8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь – 7-5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (або відсутність відповіді) – 4-0 балів.

3. Контрольна робота:

(ваговий бал $\bar{r}_k = 20$):

- «відмінно» – 20-19 балів;
- «добре» – 18-16 балів;
- «задовільно», – 15-10 балів;
- «незадовільно» – 9-0 балів.

5. Штрафні та заохочувальні бали ($\mp r_s$):

- відсутність на занятті (без п/п) -1 бал
- повторна здача КР -2 бали
- робота з дод. учбовим матеріалом +1 бал
- участь у створенні лаб. стендів +1 бал.

6. Значення шкали РСО дорівнює сумі максимальних вагових балів контрольних заходів:

- сума максимальних вагових балів контрольних заходів:

$$R_C = 10 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 20 = 60 \text{ балів}$$

- екзаменаційна складова шкали (40% від R):

$$R_E = \frac{0,4}{1-0,4} R_C = 40 \text{ балів}$$

- рейтингова шкала з дисципліни:

$$R = R_C + R_E = 100 \text{ балів}$$

7. Календарна атестація студента (8-й та 14-й тижні) здійснюється за значенням поточного рейтингу $RD = \sum_k r_k + \sum_s r_s$ на час атестації:

- “задовільно” – якщо поточний рейтинг $RD \geq 50\%$ від максимально можливого на час атестації.
- “незадовільно” – в іншому випадку.

8. Необхідною умовою допуску до екзамену є:

- зарахування МКР,

- стартовий рейтинг

$$r_C \geq 0,5R_C = 30 \text{ балів.}$$

9. Критерії екзаменаційного оцінювання r_E .

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне (задача). Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне теоретичне питання оцінюється у 8 балів, а практичне – 16 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 8-7 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 6-5 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 4-2 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 1-0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 16-15 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 14-10 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 9-5 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 5-0 балів.

10. Рейтингова оцінка з дисципліни формується як сума балів:

$$RD = r_C + r_E = \sum_k r_k + \sum_S r_S + r_E$$

та переводиться у традиційні та ECTS оцінки відповідно до таблиці:

Значення RD	Оцінка ECTS	Оцінка традиційна
$95 \leq RD$	A	відмінно
$85 \leq RD < 95$	B	дуже добре
$75 \leq RD < 85$	C	добре
$65 \leq RD < 75$	D	задовільно
$60 \leq RD < 65$	E	достатньо
$RD < 60$	Fx	незадовільно
$r_C < 30$	F	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.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

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

Дистанційне навчання:

Дистанційне навчання з даної навчальної дисципліни допускається за певною тематикою за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання (або

через форс-мажорні обставини) пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу у такій формі допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, передбачені силабусом навчальної дисципліни.

Виставлення екзаменаційної оцінки та оцінки за контрольні заходи шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсу з даної дисципліни передбачено лише у разі форс-мажорних обставин студентів.

Виконання деяких тематичних завдань, а також завдань СРС, здійснюється під час самостійної роботи студентів у дистанційному режимі (з можливістю консультування з викладачем через соціальні мережі, електронну пошту тощо).

Інклюзивне навчання:

Навчальна дисципліна «Особливості термодинаміки складних систем» 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.

Навчання іноземною мовою:

Враховуючи специфіку навчальної дисципліни, деякі поняття та навчальний матеріал вивчаються англійською мовою (фрагментарно). Враховуючи студентоцентризований підхід, за бажанням студентів, допускається вивчення окремих тем за допомогою відповідних англомовних електронних ресурсів або англомовного підручника.

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, Студенець В.П.

Ухвалено кафедрою ТЕ (протокол № 14 від 22.06.2020 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 8 від 23.06.2020 р.)