



МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ І ПРОЦЕСІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силлабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістр 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)/ очна(вечірня)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – один раз на тиждень; практичні заняття – один раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська, англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: укр.мова - <i>д.т.н, проф. Варламов Геннадій Борисович, varlamovgb@gmail.com¹</i> англ.мова- <i>к.т.н., доц. Романова Катерина Олександрівна</i> <i>romanova_ko@ukr.net</i> Практичні: <i>д.т.н, проф. Варламов Геннадій Борисович, varlamovgb@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&create&filter=&sd=10188&cm=14307</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою вивчення та засвоєння студентами навчальної дисципліни «Математичне моделювання систем і процесів» є формування у студента таких компетенцій:

¹ Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці;

здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики. задач в теплоенергетиці;

здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці;

здатність здійснювати наукові та прикладні дослідження в теплоенергетиці;

здатність виконувати математичний опис процесів теплообміну в складних системах з урахуванням фізичної сутності процесу та методу моделювання, використовувати в професійній діяльності основні поняття і твердження теорії ймовірності, виконувати математичний опис термодинамічних, теплових і гідродинамічних характеристик систем, в яких відбуваються комплексні процеси тепло- і масопереносу з урахуванням їх внутрішньої структури.

Предметом² навчальної дисципліни «Математичне моделювання систем і процесів» є механізм створення математичних моделей тепло-масообмінних процесів, що протікають в різних енергетичних пристроях, установках і складних теплоенергетичних системах, розробка алгоритму та проведення комплексних досліджень властивостей систем з пошуком і відбором найбільш ефективних режимів їх роботи.

Метою навчальної дисципліни є формування здатностей (компетентностей), які магістрант набуде після вивчення дисципліни:

- | | |
|------|---|
| ЗК1 | Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. |
| ЗК2 | Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. |
| ФК1 | Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці. |
| ФК2 | Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики. |
| ФК3 | Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці. |
| ФК8 | Здатність здійснювати наукові та прикладні дослідження в теплоенергетиці. |
| ФК9 | Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у закладах вищої освіти. |
| ФК11 | Здатність виконувати математичний опис процесів теплообміну в складних системах з урахуванням фізичної сутності процесу та методу моделювання, використовувати в професійній діяльності основні поняття і твердження теорії ймовірності, виконувати математичний опис термодинамічних, теплових і гідродинамічних характеристик систем, в яких відбуваються комплексні процеси тепло- і масопереносу з урахуванням їх внутрішньої структури . |

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

² Для нормативних дисциплін зазначається згідно матриці відповідності програмних компетентностей та результатів навчання в освітній програмі.

<i>ПРН2</i>	<i>Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.</i>
<i>ПРН5</i>	<i>Розробляти і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність.</i>
<i>ПРН7</i>	<i>Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.</i>
<i>ПРН9</i>	<i>Вільно спілкуватися державною мовою з професійних питань, обговорювати результати виробничої, наукової та інноваційної діяльності з фахівцями та нефахівцями.</i>
<i>ПРН18</i>	<i>Виконувати наукові дослідження, аналізувати, обробляти, оцінювати та презентувати результати досліджень, аргументувати висновки.</i>
<i>ПРН23</i>	<i>Розробляти фізичні та математичні моделі теплотехнічних процесів та явищ; проводити планування експериментального дослідження; оцінювати точність отримання експериментальних даних; обробляти та узагальнювати результати експерименту; складати звіт з науково-дослідницької роботи.</i>

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

Для вивчення дисципліни необхідні знання з предмету «Методи термодинамічного аналізу установок і систем». На результатах навчання з даної дисципліни базується виконання науково-дослідних робіт, інженерних і дипломних проектів, магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Мета, об'єкти дослідження та моделювання.

Тема 1.1. Види та особливості моделей.

Тема 1.2. Моделювання складних теплоенергетичних систем.

Розділ 2. Принципи розробки математичних моделей.

Тема 2.1. Склад математичної моделі.

Тема 2.2. Методи розробки математичних моделей.

Розділ 3. Метод балансових рівнянь.

Тема 3.1. Ієрархія балансових рівнянь. Модульне програмування.

Тема 3.2. Особливості універсального програмування.

Тема 3.3. Особливості оптимізації теплоенергетичних систем.

Тема 3.4. Визначення критеріїв оптимізації. Поетапна оптимізація.

Розділ 4. Матричне представлення теплових схем.

Тема 4.1. Види матриць та їх складання на підставі теплової схеми.

Тема 4.2. Метод розриву потоків як інструмент зниження рівня ітеративності задачі.

Розділ 5. Теорія графів для розробки математичних моделей.

Тема 5.1. Загальні поняття та визначення теорії графів.

Тема 5.2. Правило складання графу на підставі системи рівнянь.

Тема 5.3. Еквівалентні перетворення графу. Граф Кенігу.

Тема 5.4. Методи спрощення та визначення схемної функції графу.

Розділ 6. Класифікація методів оптимізації. Використання чисельних методів для рішення задач математичного моделювання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетика та екологія. Підручник. Харків: «Видавництво САГА» 2008. – 234с.:іл.
2. Варламов Г.Б., Куделя П.П. Конспект лекцій для бакалаврів спеціальності 6.090510 «Теплоенергетика» з дисципліни «Методи термодинамічного аналізу установок та систем». Свідоцтво про надання грифа електронному навчальному виданню НМУ № Е9/10-150 протокол № 5 від 21 січня 2010, – с.128.
3. Варламов Г.Б., Камаєв Ю.М., Приймак К.О., Позняков П.О. Математичне моделювання систем і процесів. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Свідоцтво про надання грифа електронному навчальному виданню НМУ № Е9/10-090 протокол № Звід 26 листопада 2009, – с.84.
4. Чабан О.Й., Галянчук І.Р. Структурно-функціональний аналіз теплоенергетичних установок. В кн. Теплоенергетика. Збірник наукових статей до 110-річчя кафедри ТТЕС.- Львів: Видавничий центр НУ «Львівська політехніка», 2008. С.185-188.
5. Галянчук І.Р., Чабан О.Й. «Моделі і характеристики двоходових теплообмінників». Там же, С.188-194.
6. Чабан О.Й., Галянчук І.Р. Моделі і розрахунки елементарних конвективних теплообмінників. — В кн.: Вісник ДУ «Львівська політехніка» № 365, Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація. — Львів: Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 1999, С.32-40.
7. Варламов Г.Б. Використання мікропроцесорної техніки для підвищення надійності роботи системи управління водогрійного котла // Енергетика: економіка, технології, екологія.—2001.— № 3.— С.44-48
8. Методичні вказівки до виконання Модульної контрольної роботи (МКР) «Дослідження теплових та аеродинамічних процесів у контактному теплогенераторі» з дисципліни “Математичне моделювання і оптимізація теплоенергетичних установок та процесів” для студентів напряму підготовки 14 «Електрична інженерія», спеціальність 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання / Укл Г.Б. Варламов, К.О. Романова, О.С. Фетісенко – К.:НТУУ “КПІ”, 2016. - 14 с. (гриф Вченої ради ТЕФ, протокол №8, 28.03.2016)
9. Методичні вказівки до виконання модульної контрольної роботи “Оптимізація теплопередачі за поперечним омиванням горизонтальної поодинокі труби потоком рідини” з курсу “Математичне моделювання і оптимізація процесів тепломасообміну” для студентів усіх форм навчання теплоенергетичних спеціальностей / Укл Г.Б. Варламов, Г.Г. Леонтьєв, І.М. Голота. – К.:ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2012. - 12 с.
10. Варламов Г. Б., Романова К. О., Цзян Цзянгоу. Особливості досягнення високих показників ефективності роботи систем охолодження обчислювальних комплексів // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XVI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 14–18 вересня 2020 р.) / УКРНДІЕП. – ПП «Стиль-Іздат», 2020. С. 50–57.

Допоміжна література

11. Варламов Г.Б., Любчик Г.Н., Маляренко В.А., Стольберг Ф.В., Шутенко Л. Н. Базовые энергоустановки и технологии производства энергии с учетом экологических аспектов // Часть I «Энергогенерирующие установки на органическом топливе». – Харьков: ХГАГХ. – 2001. – 210 с.
12. Варламов Г.Б., Романова Е.А., Магера Ю.М., Кучинская Т.С. Базовые теплоэнергетические установки = Fundamental thermal and power units .– (Серия «Экологические аспекты энергопроизводства» = Environmental aspects of energy generation): учеб. пособие . – К.: НТУУ «КПИ», 2017. – 287с
13. Варламов Г.Б., Айтмагамбетова М.Б., Сакипов К.Е. Исследование процессов газодинамики и теплообмена в современном вычислительном комплексе PHOENICS/ Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения: VI Международная научно–практическая конференция, Астана, 16 марта 2018 /Подгот. Г.Т.Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов– Астана, 2018. – С.755-759.
14. Попырин Л.С., Самусев В.И., Этельштейн В.В., Автоматизация математического моделирования теплоэнергетических установок.: М. Наука, 1981, с.236.
15. Ши Д. Численные методы в задачах теплообмена. М. Мир, 1988, с.544.
16. Мак-Кракен Д., Дори Г. Численные методы и программирование на ФОРТРАНе. М. Мир, 1977, с.584.
17. Зыков А.А. Основы теории графов. М. Наука, 1987, с.384.
18. Сумарський А.А. Введение в численные методы. М.Наука, 1982, с.272.
19. Шепен П., Коспар М., Гардан Н. та ін. Математика й САПР. М. Мир, 1988, с.204.

Рекомендації

Сайт наукової бібліотеки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» <http://library.kpi.ua> в розділі «Електронні ресурси», підрозділі «Загальний електронний каталог НТБ» дозволяє знайти та замовити рекомендовану літературу до навчальної дисципліни та отримати доступ до електронних ресурсів бібліотеки та роботи з ними

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	Лекція 1, 2 Мета, об'єкти дослідження та моделювання. Види та особливості моделей. Моделювання складних теплоенергетичних систем. Література: [1,2,4,11,12,14-16].
2	Лекції 3, 4 Принципи розробки математичних моделей. Склад математичної моделі. Методи розробки математичних моделей. Література: [2,3,5,7,13-16]. Завдання на СРС: Особливості, форми та алгоритм проведення, стратегія, характеристика основних етапів, основні параметри, величини, прилади контролю, аналіз та похибка якісного впливу різних факторів на комплексні показники експлуатації теплоенергетичних об'єктів.

3	Лекції 5, 6,7,8 Метод балансових рівнянь. Ієрархія балансових рівнянь. Модульне програмування. Особливості універсального програмування. Особливості оптимізації складних теплоенергетичних систем. Визначення критеріїв оптимізації. Поетапна оптимізація. Література: [2,3-6, 13-16]. Завдання на МКР: розробити математичну модель методом балансових рівнянь теплоенергетичного устаткування для конкретного об'єкту (конкретний агрегат визначається викладачем).
4	Лекції 9,10,11,12 Матричне представлення теплових схем. Види матриць та їх складання на підставі теплової схеми. Метод розриву потоків як інструмент зниження рівня ітеративності задачі. Література: [2-9, 11, 15,16].
5	Лекції 13,14,15,16, Теорія графів для розробки математичних моделей. Загальні поняття та визначення теорії графів. Правило складання графу на підставі системи рівнянь. Еквівалентні перетворення графу. Граф Кенігу. Методи спрощення та визначення схемної функції графу. Література: [3,5,6,9,15-17].
6	Лекції 17,18 Класифікація методів оптимізації. Використання чисельних методів для рішення задач математичного моделювання. Література: [3-5,8,9,16,-18,19].

Практичні заняття

Основним завданням циклу проведення практичних занять є закріплення студентами знань з лекційної частини дисципліни щодо визначення та практичного застосування умов та засобів моделювання аеродинамічних та теплових процесів у пристроях та апаратах складних теплоенергетичних установок і систем з метою їх вдосконалення та підвищення ефективності.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Практичне заняття 1 Визначення та практичні приклади різних видів моделей, аналіз особливостей моделювання теплоенергетичних пристроїв та систем. Література: [2-5,7-10].
2	Практичне заняття 2 Основні особливості застосування математичних моделей теплоенергетичних пристроїв та установок. Склад математичної моделі. Література: [2,3,5,7,13-16].
3	Практичне заняття 3 Методи розробки математичних моделей. Література: [2,3-6, 13-16].
4	Практичне заняття 4 Методологія застосування методу балансових рівнянь для створення математичної моделі. Ієрархія балансових рівнянь. Література: [2,3-6, 13-16].
5	Практичне заняття 5 Характерні риси модульного програмування. Особливості і переваги модульних

	програми. Література: [2,3-6, 13-16].
6	Практичне заняття 6 Переваги універсального програмування. Призначення та визначення критеріїв оптимізації. Поетапна оптимізація. Література: [2,3-6, 13-16].
7	Практичне заняття 7 Головні особливості матричного методу створення моделей теплових схем. Види матриць та їх складання на підставі теплової схеми. Література: [2-9, 11, 15,16].
8	Практичне заняття 8 Особливості застосування теорії графів для розробки математичних моделей. Еквівалентні перетворення графу. Методи спрощення та визначення схемної функції графу. Література: [3,5,6,9,15-17].
9	Практичне заняття 9 Види методів оптимізації та їх особливості. Використання чисельних методів для рішення задач математичного моделювання. Література: [3-5,8,9,16,-18,19].

6. Самостійна робота магістранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Особливості різних видів моделей, переваги та особливості їх застосування в теплоенергетиці.. Література: [1,2,4,11,12,14-16]. Завдання на СРС: Власні приклади різних видів моделей для теплоенергетичних елементів, пристроїв та установок.	6
2	Особливості та склад математичної моделі конкретного теплоенергетичного агрегату. (за індивідуальним завданням викладача) Література: [1,2,4,11,12,14-16]. Завдання на СРС: скласти послідовність та перелік основних параметрів, величин та приладів проведення моніторингу, описати методологію визначення похибки параметрів та показників	10
3	Особливості оптимізації складних теплоенергетичних систем. Література: [2,3-6, 13-16]. Завдання на СРС: описати ієрархію балансових рівнянь конкретного агрегату (за завданням викладача)	10
4	Визначення критеріїв оптимізації. Поетапна оптимізація. Література: [2,3-6, 13-16]. Завдання на СРС: обґрунтувати та обрати критерій оптимізації моделі конкретного теплоенергетичного агрегату (за завданням викладача)	10
5	Матричне представлення теплових схем. Види матриць та їх складання на підставі теплової схеми. Література: [2-9, 11, 15,16]. Завдання на СРС: скласти матрицю процесів конкретного теплоенергетичного агрегату (за завданням викладача)	10
6	Правило складання графу на підставі системи рівнянь. Методи спрощення та визначення схемної функції графу. Література: [1,7,8,13,17-19,24,25,36].	10

	Завдання на СРС: скласти орієнтований граф теплової схеми конкретного теплоенергетичного об'єкту (за завданням викладача)	
7	Еквівалентні перетворення графу. Граф Кенігу. Методи спрощення та визначення схемної функції графу. Література: [3,5,6,9,15-17]. Завдання на СРС: розробити алгоритм проведення еквівалентних перетворень орієнтованого графу теплової схеми теплоенергетичної системи (за завданням викладача)	10
	<u>Всього</u>	66

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- на заняттях дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку інформації та виконання індивідуальних завдань;
- захист практичних завдань відбувається на практичному занятті у виділений для цього викладачем час;
- штрафні та заохочувальні бали:
 - відсутність на практичному занятті без поважної причини - мінус 5 балів;
 - несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання МКР - мінус 5 балів;
 - участь в розробці ситуаційних вправ, тестових завдань та задач з дисципліни, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни надається від 5 до 10 заохочувальних балів.

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

Види контролю знань студентів з дисципліни:

- відповіді на лекційних заняттях;
- відповіді на практичних заняттях;
- виконання завдань СРС;
- виконання МКР ;
- відповідь на екзамені – максимально 40 балів.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) шість відповідей в середньому кожного студента на лекційних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 2 студента; при середній чисельності групи 10 осіб і вісімнадцяти лекційних занять (36 годин) отримуємо: $3 \cdot 18 / 10 \approx 6$ відповідей);
- 2) три відповіді в середньому кожного студента на практичних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 3 студента; при середній чисельності групи 10 осіб і дев'яти практичних занять (18 годин) отримуємо: $3 \cdot 9 / 10 \approx 3$ відповіді);
- 3) виконання завдань СРС;
- 4) виконання однієї МКР;
- 5) відповідь на екзамені – максимально 40 балів.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на лекційних заняттях

Ваговий бал — 2. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях:

$$r_1 = 3 \text{ бали} \times 6 = 12 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання:

2 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **1 бал** — відповідь має несуттєві похибки, або є неповною відповіддю; **0 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

2. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях:

$$r_2 = 3 \text{ бали} \times 2 = 6 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання:

2 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **1 бал** — відповідь має несуттєві похибки, або неповна відповідь; **0 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

3. Виконання завдань СРС

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів студента 28 (видається сім завдань на СРС, строк задачі завдання – не пізніше ніж через два тижні після видачі): $r_3 = 4 \text{ балів} \times 7 = \mathbf{28 \text{ балів}}$. Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту, виконання завдань СРС обов'язкове.

Критерії оцінювання:

4 бали – в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; **2 бали** – не в повному об'ємі і вчасно надана відповідь; **0 балів** – не вчасно надана відповідь або ненадана відповідь.

Штрафні бали:

- несвоєчасне представлення виконаного завдання СРС без поважної причини (хвороба) – **-2 бали**.

Заохочувальні бали

- участь у наукових та/або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозіумах **4 бали**.

4. Модульна контрольна робота (МКР)

Ваговий бал МКР – 14. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_4 = 14 \times 1 = \mathbf{14 \text{ балів}}$.

Критерії оцінювання:

14 балів – повна вірна відповідь на завдання; **10 балів** – відповідь має несуттєві похибки; **6 балів** – неповна відповідь; **0...4 бали** – наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

5. Відповіді на екзамені

Екзамен проводиться у письмово-усній формі. Екзаменаційний білет складається з трьох теоретичних питань. Перелік питань наведений у додатку до силабусу дисципліни. Перші два теоретичних питання оцінюються по 10 балів, а третє – 20 балів. Тобто, максимальна кількість балів за виконане завдання $10+10+20 = \mathbf{40 \text{ балів}}$.

Критерії оцінювання:

Кожне питання екзаменаційної роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)

– **9...10 балів**;

достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – **7...8 балів**;

неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 50% потрібної інформації та деякі помилки) – **5...6 балів**;

незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 50% потрібної інформації та помилки) – менше **5 балів**.

Штрафні бали:

додаткове питання з тем лекційного курсу отримують студенти, які не брали участі у роботі певного заняття. Незадовільна відповідь з додаткового питання знижує загальну оцінку на **3 бали**.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_d):

Сума вагових балів контрольних заходів в семестрі (стартовий рейтинг) складає:

$$R_i = r_1 + r_2 + r_3 + r_4.$$

де R_i — рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни.

Максимально можливий стартовий рейтинг: $R_c = \mathbf{12+6+28+14 = 60 \text{ балів}}$.

Необхідною умовою допуску до екзамену є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС, захист розрахункової роботи та стартовий рейтинг не менше $0,4 \times R_c = 24$ балів.

Студенти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 24 бали, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Екзаменаційна складова R_E шкали дорівнює: **$R_E = 40$ балів.**

Таким чином, максимальна кількість балів за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_c + R_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

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

За рішенням кафедри, згідно Тимчасового регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (Наказ № 7/86 від 08.05 2020 року), допускається застосувати підхід щодо виставлення оцінки з кредитного модуля «автоматом» шляхом пропорційного перерахунку стартових балів у підсумкові за 100-бальною шкалою. При цьому обов'язковим залишається виконання студентом умов допуску до екзамену. Студентам, які набрали фактичний стартовий рейтинг не менший, ніж 0,9 від максимально можливого (тобто $R_c \geq 54$), екзаменатор може запропонувати виставити оцінку «Дуже добре». Найвища оцінка «автоматом» не виставляється.

Переведення стартових балів у підсумкові здійснюється за формулою

$$R = 60 + \frac{40 \cdot R_i - R_D}{R_c - R_D},$$

де R – оцінка за 100-бальною шкалою;

R_i – сума балів, набраних студентом продовж семестру;

R_c – максимальна сума вагових балів контрольних заходів продовж семестру;

R_D – бал допуску до екзамену.

Студенти, які хочуть підвищити оцінку з кредитного модуля, виконують екзаменаційну роботу. При цьому переведення стартових балів у підсумкові не здійснюється.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

склав д.т.н., проф. Варламов Геннадій Борисович

Ухвалено кафедрою теоретичної і промислової теплотехніки (протокол № 16 від 23.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією теплоенергетичного факультету (протокол № 11 від 24.06.2021р.)