



ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізитивна навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії Електричні станції</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр;</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS / 120 годин аудиторних – 54 годин: лекції – 36 годин; практичні заняття – 18 годин; самотійна робота – 66 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 1 раз на тиждень, практичні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції: канд. техн. наук, доцент, Кириленко К.В., 0675085575, katakыр20@gmail.com Практичні: канд. техн. наук, доцент, Кириленко К.В., 0675085575, katakыр20@gmail.com</i>
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MTUyNzQwMzE0NjU1?cjc=4fwnbeh

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Геотермальна енергетика» складено відповідно до освітніх програм підготовки бакалаврів «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції» спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Предмет навчальної дисципліни.

Історія використання геотермальної енергії та тенденції розвитку геотермальної енергетики як галузі сучасної світової енергетики. Схеми сучасних геотермальних енергетичних установок та систем. Використання термальних вод для виробництва електроенергії та теплопостачання. Особливості теплових навантажень споживачів в залежності від сезонних змін потреб і режимів теплоспоживання. Способи сумісного використання геотермальної енергії з іншими джерелами теплопостачання.

Метою навчальної дисципліни є доповнення по закріпленню студентами наступних здатностей: (K02) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (K03) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; (K05) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (K07) Здатність працювати в команді; (K08) Здатність працювати автономно; (K12) Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки; (K16) Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми,

пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії; (K19) Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування; (K20) Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Програмні результати навчання.

(ПРО9) Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем (ПР10) Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність. (ПР12) Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень (ПР13) Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни. (ПР23) Знати існуючі конструкції обладнання та устаткування призначеного для перетворення енергії відновлюваних джерел в електричну та інші види енергій.

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

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання визначається за освітньою програмою «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Дисципліна «Геотермальна енергетика» входить до циклу вибіркових дисциплін підготовки і безпосередньо пов'язана з іншими дисциплінами навчальних планів освітньої програми. Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти освітніми компонентами “Загальна фізика”, “Вища математика”, “Тепломасообмін”, «Технічна термодинаміка», «Вступ до спеціальності». Знання та уміння, одержані в процесі вивчення освітнього компонента є доповнюючими для подальшого вивчення освітньої компоненти «Електрична частина станцій та підстанцій», «Комплексне використання відновлюваних джерел енергії», «Дипломне проектування».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна містить **5 розділів**.

Розділ 1. Загальна характеристика геотермальної енергетики

Основні етапи і напрямки розвитку геотермальної енергетики. Поняття геотермальних ресурсів. Загальна характеристика джерел геотермальної енергії. Класифікація геотермальних ресурсів. Особливості використання геотермальних джерел енергії. Напрями теплоенергетичного використання геотермальних ресурсів у залежності від їх температурного рівня. Технічна, економічна та екологічна характеристика геотермальної енергетики. Сучасний стан геотермальної енергетики в світі. Ресурсна база геотермальної енергетики України. Найбільш перспективні райони та їх енергетичні характеристики

Розділ 2 Енергетичні показники геотермальної енергетики

Основні характеристики та питомі енергетичні показники геотермальної енергії. Методики оцінки технічно-досяжних геотермальних ресурсів. Характеристики геотермальних свердловин. Продуктивність свердловини по воді та продуктивність по теплоті. Особливості фонтанної та насосної геотермальних систем. Особливості використання тепла сухих гірських порід.

Розділ 3 Геотермальні системи з ГеоТЕС та їх схеми

Основні схеми отримання електроенергії на геотермальних електростанціях та особливості застосування ГеоТЕС. Класифікація установок для виробництва електроенергії в геотермальних перетворювачах. Принципова схема роботи ГеоТЕС за прямим пароводяним циклом. Принципові схеми одноконтурних і двоконтурних паротурбінних геотермальних енергоустановок. Термодинамічний цикл робочого тіла в установці зі ступінчастим розширенням. Використання низькокиплячих робочих тіл в геотермальних енергоустановках.

Розділ 4 Геотермальні системи теплопостачання

Методики розрахунків потреб в теплоті для споживачів з різною структурою теплоспоживання. Оцінка ефективності геотермальних енергоустановок теплопостачання. Методика розрахунку

необхідної кількості видобутку геотермального теплоносія для забезпечення заданої потужності теплопостачання. Основні схеми геотермального опалення. Принципова схема геотермального опалення і гарячого водопостачання із доставкою теплоносія за рахунок природного напору. Принципові схеми відкритої та закритої однотрубних геотермальних систем гарячого водопостачання. Принципові схеми геотермальної системи водопостачання з піковою котельною, з догрівальним тепловим насосом

Розділ 5 Техніко-економічні аспекти геотермальної енергетики

Техніко-економічний розрахунок систем геотермального теплопостачання. Економічна ефективність використання геотермальної енергії в Україні. Перспективи розвитку геотермальної енергетики України.

4. Навчальні матеріали та ресурси

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. С.О.Кудря/ *Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: підруч.* – Київ: НТУУ «КПІ» - 2012 – 492 с.
2. *Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі.* – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с. (https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Monografia_final_21.12.2020.pdf)
3. Морозов Ю.П. *Видобування геотермальних ресурсів та акумулювання теплоти в підземних горизонтах.* Київ: Наукова Думка, 2017. – 200 с.
4. Морозов Ю. П. *Видобування геотермальної енергії: монографія / Ю. П. Морозов.* –
5. Київ: IBE, 2022. – 245 с.
6. *Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з дисципліни "Геотермальна енергетика", укладач Кириленко К.В., НТУУ "КПІ", 2017. – 33 с.*

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. DiPippo, R. (2016). *Geothermal Power Generation: Developments and Innovation.* London: Woodhead Publishing, 2016. 854 pages. ISBN: 9780081003374 cloth
2. IRENA (2017), *Geothermal Power: Technology Brief,* International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
3. Stober I, Bucher KE. *Geothermie.* 2nd ed. Berlin: Springer; 2014.
4. *Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел України/за заг. Ред С.О.Кудрі.* – Київ:Шнститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.
5. В.В. Гордієнко, І.В. Гордієнко, О.В. Завгородня, І.М. Логвінов, В.М. Тарасов, О.В. Усенко *Геотермічний атлас України.* – К.: 2004. - 60 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1. Загальна характеристика геотермальної енергетики	
1	Тема 1.1. Основні етапи і напрямки розвитку геотермальної енергетики. Поняття геотермальних ресурсів. Загальна характеристика джерел геотермальної енергії. Структура курсу. Енергетика у сучасному суспільстві. Завдання курсу «Геотермальна енергетика». Світові процеси розвитку геотермальної енергетики. Поняття геотермальних ресурсів. Загальна характеристика джерел геотермальної енергії. Глобальний характер геотермальної енергетики, взаємозв'язок зі сферою людської діяльності. Література: [1], [2]
2	Тема 1.2. Класифікація геотермальних ресурсів. Особливості використання геотермальних джерел енергії. Напрями теплоенергетичного використання геотермальних ресурсів у залежності від їх температурного рівня. Класифікація геотермальних ресурсів за природою, продуктивністю, потенціалом, доступністю. Особливості використання гідро- та петротермальних джерел енергії. Геотермальні системи електро- та теплопостачання: структура та вимоги до інфраструктури і обладнання. Література: [1], [2]

3	<p>Тема 1.3 Технічна, економічна та екологічна характеристика геотермальної енергетики. Сучасний стан геотермальної енергетики в світі.</p> <p>Лекція 3. Техніко-економічний, соціально-політичний та екологічний (біосферичний) аспекти геотермальної енергетики. Сучасний стан геотермальної енергетики в світі. Найпродуктивніші райони Земної кулі стосовно геотермальних джерел енергії. Геотермальні джерела і вулканічна діяльність. Досягнутий світовий рівень геотермальної енергетики.</p> <p>Література: [1], [2]</p>
4	<p>Тема 1.4 Ресурсна база геотермальної енергетики України. Найбільш перспективні райони та їх енергетичні характеристики.</p> <p>Лекція 4. Характерні види джерел геотермальної енергії в Україні. Ресурси геотермальної енергії в різних регіонах України. Геотермальна енергія в Україні як джерело теплопостачання. Перспективи використання відпрацьованих шахт для створення геотермальних систем енергозабезпечення</p> <p>Література: [1], [2]</p>
<p>Розділ 2 Енергетичні показники геотермальної енергетики</p>	
5	<p>Тема 2.1 Основні характеристики та питомі енергетичні показники геотермальної енергії.</p> <p>Лекція 5. Кількісні характеристики геотермальних джерел енергії. Продуктивні та інтегральні і питомі енергетичні параметри свердловин. Коефіцієнт використання свердловини. Продуктивність свердловини по воді та продуктивність по теплу.</p> <p>Література: [1], [3]</p>
6	<p>Тема 2.2 Основні характеристики та питомі енергетичні показники геотермальної енергії. Характеристики геотермальних свердловин</p> <p>Лекція 6. Поняття перспективного, технічно-досяжного та економічно-доцільного потенціалів свердловин. Методики оцінки перспективного, технічно-досяжного та економічно-доцільного потенціалів геотермальних ресурсів. Продуктивні та інтегральні і питомі енергетичні параметри свердловин. Коефіцієнт використання свердловини. Продуктивність свердловини по воді та продуктивність по теплу.</p> <p>Література: [1], [3]</p>
7	<p>Тема 2.3 Особливості фонтанної та насосної геотермальних систем.</p> <p>Лекція 7. Фонтанний та насосний режими роботи свердловин. Обслуговування видобувної та нагнітальної свердловин. Обладнання, необхідне для реалізації фонтанної та насосної геотермальних систем</p> <p>Література: [1], [3], [4]</p>
8	<p>Тема 2.4 Особливості використання тепла сухих гірських порід.</p> <p>Лекція 8. Створення штучних джерел геотермічної енергії в сухих гірських породах. Створення підземних проникних колекторів методом гідророзриву. Створення підземних колекторів за допомогою ядерного вибуху. Результати досліджень «Плоушерської програми». Приклади використання петротермальних джерел в країнах Західної Європи та США.</p> <p>Література: [1], [2]</p>
<p>Розділ 3 Геотермальні системи з ГеоТЕС та їх схеми</p>	
9	<p>Тема 3.1 Основні схеми отримання електроенергії на геотермальних електростанціях та особливості застосування ГеоТЕС.</p> <p>Лекція 9 Основні схеми отримання електроенергії на геотермальних електростанціях та особливості застосування ГеоТЕС. Загальна характеристика Паужетської ГеоТЕС.</p> <p>Література: [1], [2]</p>
10	<p>Тема 3.2 Класифікація установок для виробництва електроенергії в геотермальних перетворювачах</p> <p>Лекція 10 Класифікація установок для виробництва електроенергії в геотермальних перетворювачах. Загальна характеристика ГеоТЕС з прямим пароводяним циклом, одно контурних та двоконтурних паротурбінних геотермальних енергоустановок.</p> <p>Література: [1], [2]</p>

11	<p>Тема 3.3 Принципова схема роботи ГеоТЕС за прямим пароводяним циклом.</p> <p>Лекція 11 Принципова схема роботи ГеоТЕС за прямим пароводяним циклом. Описання основних блоків геотермальних енергоустановок з прямим пароводяним циклом. Залежність структури енергоустановок від характеристик геотермального джерела.</p> <p>Література: [1], [2]</p>
12	<p>Тема 3.4 Принципові схеми одноконтурних і двоконтурних паротурбінних геотермальних енергоустановок.</p> <p>Лекція 12 Термодинамічний цикл робочого тіла в установці зі ступінчастим розширенням. Принципові схеми одноконтурних геотермальних енергоустановок. Принципові схеми двоконтурних паротурбінних геотермальних енергоустановок</p> <p>Література: [1], [2]</p>
13	<p>Тема 3.5 Термодинамічний цикл робочого тіла в установці зі ступінчастим розширенням. Використання низькокиплячих робочих тіл в геотермальних енергоустановках.</p> <p>Лекція 13. Термодинамічний цикл робочого тіла в установці зі ступінчастим розширенням. Використання низькокиплячих робочих тіл в геотермальних енергоустановках. . Приклади діючих ГеоТЕС з бінарним циклом.</p> <p>Література: [1]</p>
14	<p>Тема 3.6. Принципові схеми турбокомпресорних геотермальних енергоустановок.</p> <p>Лекція 14 Принципові схеми турбокомпресорних геотермальних енергоустановок. Вимоги до енергоносія та обладнання турбокомпресорних геотермальних енергоустановок.</p> <p>Література: [1]</p>
Розділ 4 Геотермальні системи теплопостачання	
15	<p>Тема 4.1 Методики розрахунків потреб в теплоті для споживачів з різною структурою теплоспоживання</p> <p>Лекція 15. Методики розрахунків потреб в теплоті для споживачів з різною структурою тепло споживання. Особливості теплопостачання для комунальних та промислових споживачів.</p> <p>Література: [1], [2], [3]</p>
16	<p>Тема 4.2 Оцінка ефективності геотермальних енергоустановок теплопостачання. Методика розрахунку необхідної кількості видобутку геотермального теплоносія для забезпечення заданої потужності теплопостачання.</p> <p>Лекція 16 Оцінка ефективності геотермальних енергоустановок теплопостачання. Методика розрахунку необхідної кількості видобутку геотермального теплоносія для забезпечення заданої потужності теплопостачання. Визначення необхідності і технологія підвищення потенціалу теплоносія.</p> <p>Література: [1], [3]</p>
17	<p>Тема 5.2 Основні схеми геотермального опалення.</p> <p>Лекція 18. Принципова схема геотермального опалення і гарячого водопостачання з добуванням теплоносія за рахунок природного напору. Принципова схема відкритої та закритої однотрубних геотермальних систем гарячого водопостачання. Конструкція системи добування і утилізації теплоносія в однотрубних системах.</p> <p>Способи підвищення ефективності систем гарячого водопостачання. Принципова схема геотермальної системи водопостачання з піковою котельною, з догрівуючим тепловим насосом. Графічний метод визначення необхідних потужностей допоміжних джерел теплоти з врахуванням сезонних потреб в тепловій енергії.</p> <p>Література: [1], [3]</p>
Розділ 6 Техніко-економічні аспекти геотермальної енергетики	
17	<p>Тема 6.1 Техніко-економічний розрахунок систем геотермального теплопостачання.</p> <p>Лекція 17 Основні фактори, що визначають техніко-економічні характеристики систем геотермального теплопостачання. Техніко-економічний розрахунок систем геотермального теплопостачання. Можливості оптимізації систем геотермального теплопостачання. Економічна ефективність використання геотермальної енергії в Україні. Перспективи розвитку геотермальної енергетики України.</p> <p>Література: [1], [2], [4]</p>

18	Тема 6.2 Можливості оптимізації систем геотермального теплопостачання. Використання комбінованих систем. Рекомендації з вибору схем енергопостачання з використанням геотермальних джерел енергії для різних регіонів України. Література: [1], [2], [4]
-----------	--

Практичні заняття

№	Короткий зміст практичного заняття	Кількість ауд. годин
1	Розрахунок корисного тепловмісту сухих скальних порід і можливості його видобування в залежності від витрати теплоносія і часу експлуатації.	2
2	Розрахунок корисного тепловмісту природних водонесних пластів і можливості його видобування в залежності від витрати теплоносія і часу експлуатації.	2
3	Розрахунок перспективного і технічно-досяжного геотермального потенціалу сухих гірських порід і термальних вод.	2
4	Розрахунок ККД термодинамічного циклу робочого тіла в ГеоТЕС в залежності від вхідних характеристик теплоносія	2
5	Консультація з виконання розрахунково-графічної роботи, частина 1	2
6	Графічний метод розрахунку потужностей основних джерел теплоти Розрахунок необхідної кількості геотермального теплоносія для забезпечення теплопостачання	2
7	Розрахунок теплообмінних апаратів для геотермальних теплових пунктів	2
8	Консультація з виконання розрахунково-графічної роботи, частина 2	2
9	Розрахунок необхідної потужності додаткових джерел теплоти для покриття пікових навантажень системи геотермального опалення	2
Разом		18

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять, опрацювання лекційного матеріалу	11
2	Розв'язання задач домашніх практичних завдань	27
3	Виконання розрахунково-графічної роботи	20
4	Підготовка до модульної контрольної роботи	2
5	Підготовка до заліку	6
Разом		66

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях. Виконання розрахунково-графічної роботи є обов'язковою умовою допуску до заліку.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі *classroom.google* здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту індивідуальних практичних завдань: захист домашнього практичного завдання з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами його перевірки (за умови дотримання календарного плану його виконання);
- правила захисту розрахункової роботи: захист розрахунково-графічної роботи з дисципліни здійснюється індивідуально за вимогою викладача, або у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР). Виконання РГР є обов'язковим для допуску до заліку.;

- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. За умови написання студентом модульної контрольної роботи перескладання результатів МКР не передбачено
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Геотермальна енергетика»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: експрес-опитування та розв'язання задач на практичних заняттях, виконання домашніх практичних завдань, модульна контрольна робота (МКР), розрахунково-графічна робота (РГР).

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

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
Порушення принципів академічної доброчесності	Усунений

Рейтинг студентів з дисципліни складається з балів, отриманих за виконання таких робіт:

- експрес-опитування та виконання завдань на практичних заняттях;
- виконання розрахунково-графічної роботи (2 частини)
- написання модульної контрольної роботи,
- додаткові бали

Експрес-опитування на практичних заняттях	Домашні практичні завдання	Розрахунково-графічна робота (2 частини)	написання модульної контрольної роботи
15	35	30	20

Система рейтингових (вагових) балів та критеріїв оцінювання:

Робота на практичних заняттях:

Експрес-опитування

На практичних заняттях здійснюється розв'язування практичних задач та експрес-опитування - задаються запитання про основні визначення, формулювання законів, одиниці виміру величин за темою задачі, що розв'язується. Відповідь на таке запитання потребує не більше 1 хвилини. На

одному практичному занятті здійснюється опитування 8 - 10 студентів, за семестр студентів опитують по 3 рази.

Ваговий бал одного опитування або розв'язання задач становить 5. Максимальна кількість балів за експрес-опитування на всіх практичних заняттях Рпр: 5балів * 2 опитування = 10 балів.

Домашні практичні завдання

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $5 \times 7 = 35$ балів.

Критерії оцінювання:

- вірне вирішення практичних завдань, вільне володіння темою, відповідь на запитання – 5 балів;
- вирішення практичних завдань з незначними помилками, володіння окремими розділами теми – 3-4 бали;
- неправильне вирішення практичних завдань, правильні відповіді на окремі питання по практичному заняттю – 1-2 бали.

Виконання та захист розрахункової роботи.

Ваговий бал – 30. Максимальна кількість балів за виконану та захищену розрахункову роботу дорівнює $30 \times 1 = 30$ балів.

Критерії оцінювання:

- правильне виконання завдань розрахункової роботи, вільне володіння темою роботи, відповідь на запитання – 30 балів;
- виконання завдань з незначними помилками, володіння окремими розділами теми роботи – 15...29 балів;
- неправильне виконання завдань, неправильні відповіді на питання по розрахунковій роботі – 0...10 балів.

Написання модульної контрольної роботи

Ваговий бал – 20 балів.

Критерії оцінювання:

- вірне вирішення завдань контрольної роботи, вірні відповіді на теоретичні запитання – 20 балів;
- вирішення завдань з незначними помилками, володіння окремими розділами теми роботи – 10...19 бали;
- невиконані завдання, неправильні відповіді – 0...9 балів.

3. Додаткові завдання (заохочувальні бали)

Для покращення рейтингу студент за бажанням студента і згодою викладача може отримати додаткові бали, підготувавши стислий реферат або презентацію на задану викладачем тему або огляд обраної викладачем літератури за дисципліною (не більше 1 додаткового завдання на 1 студента протягом семестра)

Ваговий бал – 5

Оцінюється викладачем від 0 до 5 балів в залежності від якості підготовленого матеріалу.

4. Календарний контроль

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доноситься до студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

5. Семестровий контроль: залік

Максимальна сума балів за роботу у семестрі складає **100 балів**.

Умови допуску до заліку: виконання розрахунково-графічної роботи, семестровий рейтинг не менше 30 балів. Студенти, які протягом семестру не набрали 60 балів або бажують підвищити свою оцінку виконують залікову контрольну роботу за тематикою кредитного модуля, при цьому стартовий рейтинг студента скасовується, а оцінка за залікову контрольну роботу є підсумковою за дисципліну.

Залікове завдання містить 3 залікових питання, які визначаються викладачем і відповідають переліку питань, наведеному у Додатку 1 до силабусу.

Ваговий бал залікової роботи – **100**

Критерії оцінювання залікової контрольної роботи:

- *вичерпні відповіді на всі основні, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять; величин – **95..100 балів**;*
- *в деяких відповідях мають місце певні неточності – **85...94 бали**;*
- *допускаються окремі помилки, але має місце загальне знання основних понять і величин, розуміння суті процесів і принципів їх використання – **75...84 бали**;*
- *припускаються суттєві помилки, неповне розуміння основних понять і суті процесів і принципів їх використання – **60...74 бали**.*
- *Незнання матеріалу, нерозуміння основних понять і процесів в геотермальній енергетиці – **менше 60 балів***

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на залік.

1. *Поняття геотермальних ресурсів. Загальна характеристика джерел геотермальної енергії.*
2. *Особливості використання геотермальних джерел енергії.*
3. *Класифікація геотермальних ресурсів.*
4. *Напрями теплоенергетичного використання геотермальних ресурсів у залежності від їх температурного рівня.*
5. *Технічна, економічна та екологічна характеристика геотермальної енергетики.*
6. *Основні етапи і напрямки розвитку геотермальної енергетики.*
7. *Сучасний стан геотермальної енергетики в світі.*
8. *Ресурсна база геотермальної енергетики України. Найбільш перспективні райони та їх енергетичні характеристики*
9. *Основні характеристики та питомі енергетичні показники геотермальної енергії.*
10. *Методики оцінки технічно-досяжних геотермальних ресурсів.*
11. *Характеристики геотермальних свердловин. Продуктивність свердловини по воді та продуктивність по теплу.*
12. *Особливості фонтанної та насосної геотермальних систем.*
13. *Основні схеми отримання електроенергії на геотермальних електростанціях та особливості застосування ГеоТЕС.*
14. *Класифікація установок для виробництва електроенергії в геотермальних перетворювачах.*
15. *Принципова схема роботи ГеоТЕС за прямим пароводяним циклом. Принципові схеми одноконтурних геотермальних енергоустановок. Термодинамічний цикл робочого тіла в установці зі ступінчастим розширенням*
16. *Принципові схеми двоконтурних паротурбінних геотермальних енергоустановок. Використання низькокиплячі робочих тіл в геотермальних енергоустановках. Приклади діючих ГеоТЕС з бінарним циклом.*
17. *Оцінка ефективності геотермальних енергоустановок.*
18. *Принципові схеми турбокомпресорних геотермальних енергоустановок.*
19. *Особливості використання тепла сухих гірських порід.*
20. *Приклади використання геотермальної енергії в Україні.*
21. *Перспективи розвитку геотермальної енергетики України.*
22. *Основні схеми геотермального опалення.*
23. *Принципова схема геотермального опалення і гарячого водопостачання із доставкою теплоносія за рахунок природного напору.*
24. *Принципова схема відкритої однотрубною геотермальною системою гарячого водопостачання.*
25. *Принципова схему закритої однотрубною геотермальною системою гарячого водопостачання.*
26. *Принципова схема геотермальною системою водопостачання з піковою котельною*
27. *Принципова схема геотермальною системою водопостачання з догрівуючим тепловим насосом.*
28. *Техніко-економічний розрахунок систем геотермального теплопостачання.*
29. *Методика розрахунку необхідної кількості добутку геотермального теплоносія для забезпечення заданої потужності теплопостачання.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри відновлюваних джерел енергії, канд. техн. наук Кириленко К.В.

Ухвалено кафедрою відновлюваних джерел енергії (протокол № 9 від 18.05.23)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023)