

Національна академія наук України

Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Заступник директора  
з наукової роботи



2018 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Геотермальна та геліотермальна енергетика**

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 144 Теплоенергетика

спеціалізація Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою інституту 18 жовтня 2018 року,  
протокол № 10

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)  
Костіков Андрій Олегович, член-кор. НАН України, д-р техн.  
наук, доцент

Програму схвалено на засіданні відділу моделювання та ідентифікації теплових процесів

Протокол № 2 від 07.09.2018 р.

Завідувач відділу моделювання та ідентифікації теплових процесів

  
(підпис)

Мацевитий Ю. М.  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-технічною проблемною радою «Енергомашинобудування.  
Теплова та відновлювана енергетика. Екологія»

Протокол № 13 від 13.09.2018 р.

Голова НТПР

  
(підпис)

Русанов А.В.  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Геотермальна та геліотермальна енергетика” складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю 144 Теплоенергетика (спеціалізація «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика»)

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є формування розуміння фізичної природи геотермальних та геліотермальних джерел енергії, вмінь та навичок проведення теплового аналізу об'єктів геотермальної та геліотермальної енергетики.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є практична реалізація можливостей застосування теоретичних методів дослідження для аналізу роботи об'єктів геотермальної та геліотермальної енергетики та проведення перед проектних розрахунків такого обладнання.

Здобувачі вищої освіти ступеня доктора філософії мають досягти таких результатів навчання:

- набуття знань щодо фізичної природи геотермальних та геліотермальних джерел енергії;
- набуття знань щодо способів використання цих відновлювальних джерел енергії;
- формування вмінь та навичок аналізу енергетичного потенціалу таких джерел енергії;
- формування вмінь та навичок розрахунку робочих параметрів об'єктів геотермальної та геліотермальної енергетики;
- формування вмінь та навичок визначення раціональних та оптимальних режимів роботи та конструкції об'єктів геотермальної та геліотермальної енергетики.

#### 1.3. Кількість кредитів 3

#### 1.4. Загальна кількість годин 90

#### 1.5. Характеристика навчальної дисципліни

Вибіркова	
Вид підсумкового контролю: <i>залік</i>	
Рік підготовки	1-й
Семестр	1-й
Лекції	30 год.
Практичні, семінарські заняття	___ год.
Індивідуальні заняття	___ год.
Самостійна робота	60 год.

#### 1.6. Заплановані результати навчання

Після вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні:

*Знати:* фізичну природу та способи використання геотермальної та геліотермальної енергії.

*Вміти:* розрахунковим шляхом визначати основні режимні параметри та знаходити оптимальні та раціональні конструктивні рішення та режими роботи геотермальних та геліотермальних установок.

*Розуміти:* принципи функціонування об'єктів геотермальної та геліотермальної енергетики.

## 2. Тематичний план навчальної дисципліни

### Розділ 1. Геотермальна енергетика

#### Тема 1. Геотермальні джерела енергії та їх характеристики

Гідротермальні води. Тепло глибинних гірських порід. Низькопотенціальне тепло приповерхневого шару. Розподіл геотермальних джерел по районам Землі. Прогнозовані геотермальні запаси енергії.

#### Тема 2. Способи відбору геотермального тепла

Свердловинні схеми відбору геотермальних вод. Відбір енергії від гірських порід. Свердловинні теплообмінники. Відбір низькопотенціального тепла приповерхневого шару. Грунтові теплообмінники.

#### Тема 3. Використання геотермальної енергії для систем теплопостачання

Геотермальні установки з високим температурним потенціалом геотермального джерела. Геотермальні теплонасосні установки.

#### Тема 4. Використання геотермальної енергії для одержання електроенергії

Геотермальна електрична станція з високотемпературним гідротермальним джерелом енергії. Гідропарові турбінні установки. Геотермальна електрична станція з низькокиплячим робочим тілом.

#### Тема 5. Методики розрахунку свердловинних та ґрунтових теплообмінників

Розрахунок робочих параметрів свердловинних теплообмінників. Розрахунок робочих параметрів ґрунтових колекторів. Врахування вихолоджування гірської породи та ґрунту.

#### Тема 6. Оптимізація геотермальних установок

Комплексні методики урахування взаємодії системи геотермальне джерело енергії – геотермальна установка – споживач теплової енергії. Робота геотермальних установок на змінних режимах. Відновлювання теплового потенціалу геотермального джерела енергії.

### Розділ 2. Геліотермальна енергетика

#### Тема 7. Сонячне випромінювання

Джерело сонячного випромінювання. Спектральна щільність сонячного випромінювання в космосі та на поверхні Землі. Вплив атмосфери на поширення сонячного випромінювання. Чинники, що впливають на зміну сонячного випромінювання.

#### Тема 8. Надходження сонячного випромінювання на приймальну площадку

Фактори, що впливають на прийом сонячного випромінювання. Розрахунок надходження прямого сонячного випромінювання на приймальній площадці.

#### Тема 9. Розрахунок ресурсів сонячної енергетики

Розрахунок валового потенціалу сонячного випромінювання в точці та для території. Особливості розрахунку дифузного та відбитого випромінювання. Розрахунок середньочасового, добового та річного надходження сонячної енергії. Оптимізація орієнтації приймальної площадки.

#### Тема 10. Схеми використання сонячної енергії

Концентратори сонячного випромінювання. Перетворення сонячного випромінювання в теплову енергію. Перетворення сонячного випромінювання в роботу. Пряме перетворення сонячного випромінювання в електроенергію.

## 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		лекції	практ.	лаб.	сем.	інд.
<b>Розділ 1. Геотермальна енергетика</b>						

<i>Тема 1. Геотермальні джерела енергії та їх характеристики</i>	6	2					4
<i>Тема 2. Способи відбору геотермального тепла</i>	6	2					4
<i>Тема 3. Використання геотермальної енергії для систем теплопостачання</i>	12	4					8
<i>Тема 4. Використання геотермальної енергії для одержання електроенергії</i>	6	2					4
<i>Тема 5. Методики розрахунку свердловинних та ґрунтових теплообмінників</i>	6	2					4
<i>Тема 6. Оптимізація геотермальних установок</i>	12	4					8
Разом за розділом 1	48	16					32
<b>Розділ 2. Геліотермальна енергетика</b>							
<i>Тема 7. Сонячне випромінювання</i>	6	2					4
<i>Тема 8. Надходження сонячного випромінювання на приймальну площадку</i>	12	4					8
<i>Тема 9. Розрахунок ресурсів сонячної енергетики</i>	12	4					8
<i>Тема 10. Схеми використання сонячної енергії</i>	12	4					8
Разом за розділом 2	42	14					28
<i>Усього годин</i>	90	30					60

#### 4. Індивідуальні завдання

#### 5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Розподіл геотермальних джерел по районах Землі	4
2	Ґрунтові теплообмінники	4
3	Розрахунок теплонасосних установок	8
4	Геотермальна електрична станція з низькокиплячим робочим тілом	4
5	Розрахунок робочих параметрів ґрунтових колекторів	4
6	Робота геотермальних установок на змінних режимах	8
7	Вплив атмосфери на поширення сонячного випромінювання	4
8	Розрахунок надходження прямого сонячного випромінювання на приймальній площадці	8
9	Розрахунок середньочасового, добового та річного надходження сонячної енергії	8
10	Перетворення сонячного випромінювання в роботу	8
	Разом	60

#### 6. Методи контролю

Поточний контроль теоретичних знань, що отримані здобувачем вищої освіти ступеня доктора філософії, здійснюється методом усного опитування. На заняття оцінюється здатність здобувача вищої освіти приймати участь у науковій дискусії. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку.

### 7. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання											Разом	Залік	Сума
Розділ 1						Розділ 2				Індивідуальні завдання			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10				
4	4	8	4	4	8	4	8	8	8		60	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
50 – 100	зараховано
1–49	не зараховано

### 8. Рекомендована література

1. Бринкворт Б. Дж. Солнечная энергия для человека. – М. Мир, 1976. – 291 с.
2. Берман Э. Геотермальная энергия. – М.: Мир, 1978. – с.
3. Васильев Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев земли. – М.: Граница, 2006 – с.

### Допоміжна література

4. Алхасов А. Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие. –М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 272 с.
5. Алхасов А. Б., Алишаев М. Г., Алхасова Д. А., Каймаразов А. Г., Рамазанов М. М. Освоение низкопотенциального геотермального тепла. – М.: Физматлит, 2012. – 276 с.
6. Фролов Н. М. Гидрогеотермия. – М.: Недра, 1976. – 280 с.
7. Череменин Г. А. Геотермия. – М.: Недра, 1972. – 269 с.
8. Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы. – М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.
9. Проселков Ю. М. Теплопередача в скважинах. – М.: Недра, 1986. – 252 с.
10. Кулинченко В. Р. Справочник по теплообменным расчетам. – К. Техника, 1990. –

### 9. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Мережа Internet.
2. Бібліотека ІПМаш НАН України.