ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА системного аналізу і моделювання у теплогазопостачанні
(повна назва кафедри)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-педагогічної
та навчальної роботи
_____ Р. Б. Папірник
«___» _____ 2019 року

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Спецкурс: Удосконалення систем теплогазопостачання
(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання, вентиляція та кондиціювання»
(назва освітньої програми)

освітній ступінь магістр
(назва освітнього ступеня)

форма навчання денна
(денна, заочна, вечірня)

розробники Адегов Олександр Валерійович, Солод Леонтіна Валеріївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Удосконалення систем теплогазопостачання (ТГП)» є спеціальним курсом освітньо-професійної та освітньо-наукової програм «Теплогазопостачання, вентиляція та кондиціювання» та входить до варіативного блоку. Курс викладається студентам, що виконують кваліфікаційну роботу на кафедрі системного аналізу і моделювання у теплогазопостачанні. Курсу складається з 6-х змістових модулів: 1. Загальні етапи удосконалення систем ТГП з використанням альтернативної енергії, 2. Удосконалення в теплопостачанні з використанням відновлювальних джерел енергії, 3. Курсовий проект на тему «Удосконалення системи теплопостачання житлового приміщення», 4. Основні етапи процесу удосконалення систем ТГП, 5. Удосконалення в промисловому теплопостачанні, 6. Курсовий проект на тему «Удосконалення системи теплопостачання виробничого приміщення».

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

	Години	Кредити	Семестр	
			I	II
Всього годин за навчальним планом, з них:	450	15	180	270
Аудиторні заняття, у т.ч:	60		60	
лекції	60		30	30
лабораторні роботи	-		-	-
практичні заняття	90		30	60
Самостійна робота, у т.ч:	300		120	180
підготовка до аудиторних занять	104		30	74
підготовка до контрольних заходів	33		15	18
виконання курсового проекту	60		30	30
опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях	43		15	28
підготовка до екзамену	60		30	30
Форма підсумкового контролю			екзамен	екзамен

3. СТИСЛИЙ ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни: підготовка інженера-будівельника, що розуміє загальні етапи процесу удосконалення систем ТГП в т.ч. з використанням альтернативної енергії та відновлювальних джерел енергії, вміє визначати особливості прийняття рішень при такому удосконаленні, знає особливості відновлювальних джерел енергії, вміє зазначити основні цілі й напрямки удосконалення, знає певні засоби удосконалення систем ТГП; вивчення студентами систем, установок та процесів промислового теплопостачання, та методів раціонального використання теплових ресурсів промислового підприємства; може застосувати теоретичні знання при вирішенні практичних задач проектування.

Завдання дисципліни: ознайомлення студентів з загальними етапами та напрямками процесу удосконалення систем ТГП в т.ч. з використанням альтернативної енергії, ознайомлення з основними видами та особливостями відновлювальних джерел енергії, надання практичних навичок вирішення задач, що виникають в ході удосконалення систем ТГП; ознайомлення студентів з основними видами та особливостями систем промислового теплопостачання та основами раціонального використання теплових ресурсів промислового підприємства, отримання практичних навичок вирішення задач промислового теплопостачання.

Пререквізити дисципліни: основою для вивчення курсу «Удосконалення систем ТГП» є базові знання з дисциплін «Термодинаміка», «Тепломасообмін», «Теплопостачання», «Газопостачання», «Теплогенеруючі установки», «Опалення» навчального плану підготовки бакалаврів за освітньою програмою «Теплогазопостачання, вентиляція та кондиціювання».

Постреквізити дисципліни: знання та вміння для вирішення задач удосконалення систем ТГП в т.ч. з використанням альтернативної енергії на основі системного підходу, що застосовуватимуться в професійній діяльності.

Компетентності.

Загальні компетентності:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність планувати та управляти часом.

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність бути критичним і самокритичним.

Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети.

Навики здійснення безпечної діяльності.

Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Спеціальні компетентності:

Базові знання основних нормативно-правових актів, довідкових матеріалів та чинних стандартів в сфері теплогазопостачання.

Здатність оперувати технічною документацією при розв'язанні конкретних інженерно-технічних завдань за фахом.

Уміння оцінювати техніко-економічні показники проекту з урахуванням впливу технологічних факторів.

Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, що впливають на формування поточних та перспективних рішень.

Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач спеціальності.

Уміння створювати продукти за спеціальністю з урахуванням усіх аспектів поставленої задачі, включаючи створення, просування, реалізацію та удосконалення.

Здатність самостійно обґрунтовувати та вибирати технічні рішення в сфері теплогазопостачання.

Досягти конкурентноспроможності шляхом впровадження сучасних конструкцій і технологій з одночасною оптимізацією цінового фактору.

Заплановані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні інструменти та стратегії, що мають відношення до діагностування та аналізу стану розвитку послуг з проектування, монтажу та експлуатації систем ТГП; складові загальних етапів реконструкції систем ТГП та розробки нових технологій; методології модернізації систем ТГП та відповідні нормативні вимоги чинних стандартів; технічні характеристики та технологічні особливості відновлювальних джерел енергії, промислового теплопостачання, основи раціонального використання теплових ресурсів.

вміти: ефективно використовувати на практиці теоретичні знання при формуванні та реалізації послуг з проектування, монтажу та експлуатації систем ТГП; застосовувати набуті знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення завдань в сфері ТГП; класифікувати відновлювальні джерела енергії, системи промислового теплопостачання визначати шляхи можливого використання альтернативної енергії, раціоналізації використання теплових ресурсів; відповідально ставитись до виконуваної роботи, самостійно приймати рішення, досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики; системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей в сфері послуг з проектування, монтажу та експлуатації систем ТГП; здійснювати пошук інформації в різних джерелах для вирішення задач в галузі; критично оцінювати отримані результати діяльності, та аргументовано захищати прийняті рішення.

Методи навчання: практичний (навчально-продуктивна праця), наочний (ілюстрації, демонстрації), словесний (пояснення, роз'яснення, розповідь, бесіда, лекція, дискусія), робота з нормативами та науково-технічною літературою (аналіз, пошук інформації), відео-метод (перегляд відео-контенту).

Форми навчання: фронтальна (робота викладача відразу з усіма студентами групи/потоку в єдиному темпі і з загальними завданнями); індивідуальні консультації, в т. ч. електронною поштою.

І СЕМЕСТР

4.1. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
Змістовий модуль 1. (Загальні етапи удосконалення систем ТГП з використанням альтернативної енергії)					
Комплексний підхід при визначенні цілей та методів удосконалення систем ТП, загальні етапи процесу удосконалення обладнання і систем ТП з використанням альтернативних джерел енергії.	**6**	**2**	**2**		**2**
Прийняття рішень при удосконаленні систем або обладнання ТП з альтернативними джерелами енергії, їх особливості, переваги та сфера використання.	**6**	**2**	**2**		**2**
Прийняття рішень при удосконаленні систем або обладнання ТП з альтернативними джерелами енергії: особливості їх розрахунку. Використання математичного моделювання.	**6**	**2**	**2**		**2**
Прийняття рішень при удосконаленні систем або обладнання ТП з альтернативними джерелами енергії: вимоги нормативних документів та особливості проектування.	**6**	**2**	**2**		**2**
Прийняття рішень при удосконаленні систем або обладнання ТП з альтернативними джерелами енергії: особливості їх монтажу та експлуатації.	**6**	**2**	**2**		**2**
Новітні досягнення в області відновлювальних джерел енергії. Експериментальні дослідження.	**6**	**2**	**2**		**2**
Оптимізація роботи установок та систем альтернативного теплопостачання.	**6**	**2**	**2**		**2**
Основи енергоаудиту установок і систем ТП.	**6**	**2**	**2**		**2**
Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях.	**8**				**8**
Підготовка до контрольних заходів	**8**				**8**
Разом за змістовим модулем 1	**64**	**16**	**16**	**-**	**32**
Змістовий модуль 2. (Удосконалення в теплопостачанні з використанням відновлювальних джерел енергії)					
Загальна характеристика особливостей альтернативного теплопостачання.	**10**	**4**	**4**		**2**
Джерела теплоти альтернативного теплопостачання	7	**2**	**2**		**3**
Вибір системи теплопостачання, вибір схеми підключення відновлювальних джерел енергії.	6	**2**	**2**		**2**
Високотемпературні і низькотемпературні відновлювальні джерела енергії та шляхи їх використання.	6	**2**	**2**		**2**
Високотемпературні та низькотемпературні	**6**	**2**	**2**		**2**

джерела енергії для систем ГВП. Підбір баків ГВП.					
Енергетичний менеджмент систем альтернативного теплопостачання.	**7**	**2**	**2**		**3**
Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях.	**7**				**7**
Підготовка до контрольних заходів	**7**				**7**
Разом за змістовим модулем 2	**56**	**14**	**14**	**-**	**28**
Змістовий модуль 3. Курсовий проект за темою «Удосконалення системи теплопостачання житлового приміщення»					
1. Визначення розрахункових теплових навантажень. Попередній розрахунок економічного ефекту від удосконалення. Вибір системи та схеми альтернативного теплопостачання.	**2**				**2**
2. Підбір і розміщення обладнання.	**3**				**3**
3. Розрахунок обраного обладнання для системи опалення та системи теплої підлоги.	**4**				**4**
4. Розрахунок обраного обладнання для системи ГВП. Розрахунок температури суміші.	**4**				**4**
5. Розрахунок схеми підключення відокремленої котельної до системи альтернативного теплопостачання.	**3**				**3**
6. Вирішення задач.	**10**				**10**
7. Робота над графічною частиною.	**4**				**4**
Разом за змістовим модулем 3	**30**				**30**
Підготовка до екзамену	**30**				**30**
Усього годин	**180**	**30**	**30**	**-**	**120**

5.1. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	Змістовий модуль 1. (Загальні етапи удосконалення систем ТГП з використанням альтернативної енергії)	
1	**Комплексний підхід при визначенні цілей та методів удосконалення систем ТП з використанням альтернативних джерел енергії.** Цілі удосконалення систем ТП. Напрямки удосконалення систем ТП. Формулювання основних етапів процесу удосконалення систем ТП. Огляд альтернативних джерел енергії.	2
2	**Прийняття рішень при удосконаленні систем або обладнання ТП з альтернативними джерелами енергії, їх особливостей, переваг та сфер використання.** Різноманітність приладів систем ТП. Переваги та недоліки окремих систем або обладнання ТП. Сфера використання певних систем або обладнання ТП.	2
3	**Прийняття рішень при удосконаленні систем або обладнання ТП з альтернативними джерелами енергії, особливостей їх розрахунку.** Деякі допущення, які можуть бути прийняті для спрощення розрахунків певних систем або обладнання ТП. Параметри роботи певних системи або обладнання ТП, що можуть бути розраховані. Розрахунок температурного графіку.	2

	Використання програмних комплексів для розрахунків там моделювання.	
4	**Прийняття рішень при удосконаленні систем або обладнання ТП з альтернативними джерелами енергії: вимоги нормативних документів та особливостей проектування.** Основні нормативні документи України в галузі ТП. Деякі європейські нормативи в галузі ТП. Приклади вимог нормативних документів. Особливості проектування систем ТП. Користування довідковою та науково-технічною літературою при розробці систем теплопостачання з альтернативними джерелами енергії.	2
5	**Прийняття рішень при удосконаленні систем або обладнання ТП з альтернативними джерелами енергії, особливості їх монтажу та експлуатації.** Зниження вартості, терміну монтажу та експлуатаційних витрат на систему як засіб удосконалення певної системи/обладнання ТП. Вимоги до виконавців монтажу систем ТП і пуско-налагоджувальних робіт систем працюючих на відновлювальній енергії. Основні вимоги при монтажі та експлуатації певних систем альтернативного теплопостачання.	2
6	**Новітні досягнення в області відновлювальних джерел енергії. Експериментальні дослідження.** Огляд останніх досягнень в області альтернативної енергії. Методика розрахунків та проектування, експериментальних установок відновлювальних джерел енергії. Експериментальні дослідження систем ТП. Протокол випробувань. Прилади для експериментальних досліджень і випробувань систем ТП.	2
7	**Оптимізація роботи установок та систем альтернативного теплопостачання.** Поняття оптимізації. Цілі оптимізації систем ТП. Критерії оптимізації систем ТП. Варійовані та незмінні параметри. Етапи процесу оптимізації систем і установок ТП. Шляхи та приклади оптимізації систем ТП.	2
8	**Основи енергоаудиту установок і систем ТП.** Поняття, цілі та основні задачі енергоаудиту систем ТП. Організація і проведення робіт з енергоаудиту систем ТП які працюють на альтернативній енергії.	2
	Змістовий модуль 2. (Удосконалення в теплопостачанні з використання відновлювальних джерел енергії)	
9 10	**Вступ. Загальна характеристика особливостей альтернативного теплопостачання.** Елементи систем теплопостачання: джерела, теплова мережа, теплоспоживання Класифікація систем теплопостачання з використанням альтернативних джерел енергії. Особливості теплового режиму житлових та промислових приміщень. Теплове навантаження на систему теплопостачання. Теплоносії для альтернативного теплопостачання Тепловий баланс житлового та промислового приміщення.	4
11	**Джерела теплоти для альтернативного теплопостачання.** Загальні принципи вибору джерела теплоти. Схема і принцип роботи установок, що працюють на альтернативній енергії. Основне обладнання систем альтернативного теплопостачання, котельні та теплових пунктів.	2
12	**Вибір системи теплопостачання, вибір схеми підключення відновлювальних джерел енергії.** Водяні системи. Засоби прокладки теплових мереж для альтернативного теплопостачання.	2

	Особливості теплової ізоляції теплових мереж альтернативного теплопостачання.	
13	**Високотемпературні і низькотемпературні відновлювальні джерела енергії та шляхи їх використання.** Класифікація. Економічна ефективність використання відновлювальних джерел енергії. Напрямки використання ВЕР для альтернативного теплопостачання.	2
14	**Високотемпературні та низькотемпературні джерела енергії для систем ГВП. Підбір баків ГВП.** Основні джерела ВЕР для ГВП. Основне обладнання для систем ГВП. Основні положення проектування систем ГВП. Правило підбору баків ГВП.	2
15	**Енергетичний менеджмент систем альтернативного теплопостачання**. Визначення та цілі енергетичного менеджменту та енергоаудиту. Причини перевитрати теплових ресурсів системами теплопостачання. Проведення робіт з енергоаудиту систем альтернативного ТП.	2

6.1. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	Змістовий модуль 1. (Загальні етапи удосконалення систем ТГП з використанням альтернативної енергії)	
1	Попередній розрахунок економічного ефекту від удосконалення системи або обладнання ТП. Розрахунок максимального теплового навантаження на систему опалення.	2
2	Розрахунок баку ГВП та теплового навантаження для його нагріву.	2
3	Розрахунок надходжень сонячної енергії (пряма та розсіяна). Розрахунок температурного графіку роботи обладнання.	2
4	Ознайомлення з приладами для експериментальних досліджень і випробувань систем ТП. Протоколи випробувань.	2
5	Розрахунок та підбір продуктивності плоских та вакуумних сонячних колекторів.	2
6	Підбір та розрахунок насосів для роботи систем сонячних колекторів.	2
7	Задачі оптимізації проектних рішень при децентралізованому теплопостачанні	2
8	Задачі оптимізації проектних рішень при централізованому теплопостачанні	2
	Змістовий модуль 2. (Удосконалення в теплопостачанні з використанням відновлювальних джерел енергії)	
9	Розрахунок теплонадходжень у житлове приміщення. Ознайомлення з обладнанням джерел теплоти для альтернативного теплопостачання.	2
10	Розрахунок системи ТП житлового будинку за допомогою газового котла (основний), електричного (резервний).	2
11	Розрахунок системи ТП житлового будинку за допомогою твердопаливного котла з ручним завантаженням (основний), електричного (резервний); газового конденсаційного (резервний), геліосистема для ГВП.	2
12	Розрахунок системи ТП житлового будинку за допомогою пелетного котла (основний), електричного (резервний), самозливна	2

	геліосистема для ГВП.	
13	Розрахунок системи ТП житлового будинку за допомогою повітряного теплового насосу; ґрунтового теплового насосу; (основний), газового конденсаційного (резервний), геліосистема для ГВП.	2
14	Розрахунок системи ГВП та підігріву басейну за допомогою сонячних колекторів.	2
15	Розрахунок системи ГВП та підігріву басейну від геліосистеми, або утилізація тепла (коли басейн не заповнено). Підключення відокремленої котельної до системи альтернативного теплопостачання.	2

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

навчальним планом не передбачено

8.1. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1	**Підготовка до аудиторних занять**	**30**
2	**Підготовка до контрольних заходів**	**15**
3	**Виконання курсового проекту за темою «Удосконалення системи теплопостачання житлових будівель»** 1. Визначення розрахункових теплових навантажень. Попередній розрахунок економічного ефекту від удосконалення. Вибір системи та схеми альтернативного теплопостачання. 2. Підбір і розміщення обладнання. 3. Розрахунок обраного обладнання для системи опалення та системи теплої підлоги. 4. Розрахунок обраного обладнання для системи ГВП. Розрахунок температури суміші. 5. Розрахунок системи підключення відокремленої котельної до системи альтернативного теплопостачання. 6. Вирішення задач. 7. Робота над графічною частиною	**30** 2 3 4 4 3 10 4
4	**Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях:** Особливості використання невідновлювальних видів палива для удосконалення систем ТП. Особливості використання традиційних джерел енергії для удосконалення систем ТП та ГВП. Передові технології в галузі ТП.	**15** 5 5 5
5	**Підготовка до екзамену**	**30**

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю з дисципліни Спецкурс: Удосконалення систем теплогазопостачання є усний контроль, письмовий контроль, практична перевірка, самоконтроль.

10.1. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання змістового модуля 1.

Максимальна оцінка 100 балів:

1. Відвідування лекційних занять: 3х8=24 балів;
2. Відвідування практичних занять: 3х8= 24 балів;
3. Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: 3х1=3 бали:
   3 бали ставиться у наступному випадку: наявність опорного конспекту, який відображає усі основні положення теми без помилок;
   2 бали ставиться у наступному випадку: наявність опорного конспекту, який відображає основні положення теми з дрібними помилками;
   1 бал ставиться у наступному випадку: наявність опорного конспекту, який неповний, не відображає усі основні положення теми, з помилками.
4. Виконання контрольної роботи – 49 бали:
   Повна відповідь на теоретичне питання – 24 б.:
   - в цілому правильна, але неповна відповідь, або відповідь з мінімальними помилками - 20...24 балів;
   - частково невірна відповідь, але знання основних теоретичних положень курсу - 11...19 балів;
   - в цілому невірна відповідь та мінімальний рівень теоретичних знань, 0..10 балів.
   Вірне рішення задачі – 25 б.:
   - вірне рішення, але неоптимальним способом, або розв'язок з мінімальними помилками, 21...25 бали;
   - частково невірне рішення, але наявність основних практичних знань - 11...20 балів;
   - невірне рішення та мінімальний рівень практичних знань 0..10 балів.

Оцінювання змістового модуля 2.

Максимальна оцінка 100 балів:

1. Відвідування лекційних занять: 3х7= 21 балів;
2. Відвідування практичних занять: 3х7= 21 балів;
3. Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях: 3х2=6 балів:
   3 бали ставиться у наступному випадку: наявність опорного конспекту, який відображає усі основні положення теми без помилок;
   2 бали ставиться у наступному випадку: наявність опорного конспекту, який відображає основні положення теми з дрібними помилками;
   1 бал ставиться у наступному випадку: наявність опорного конспекту, який неповний, не відображає усі основні положення теми, з помилками.
4. Виконання контрольної роботи – 52 бали:

Повна відповідь на теоретичне питання – 26 б.:

- в цілому правильна, але неповна відповідь, або відповідь з мінімальними помилками - 20...26 балів;
- частково невірна відповідь, але знання основних теоретичних положень курсу - 11...19 балів;
- в цілому невірна відповідь та мінімальний рівень теоретичних знань, 0..10 балів.

Вірне рішення задачі – 26 б.:

- вірне рішення, але неоптимальним способом, або розв'язок з мінімальними помилками, 21...26 бали;
- частково невірне рішення, але наявність основних практичних знань - 11...20 балів;
- невірне рішення та мінімальний рівень практичних знань 0..10 балів.

Оцінювання екзамену (Екзаменаційна робота - 100 балів.)

Повна відповідь на питання №1 – 25 б.

Повна відповідь на питання №2– 25 б.

- в цілому правильна, але неповна відповідь, або відповідь з мінімальними помилками - 21...25 балів;
- частково невірна відповідь, але знання основних теоретичних положень курсу - 11...20 балів;

- в цілому невірна відповідь та мінімальний рівень теоретичних знань - 0..10 балів.

Вірне розв'язування задачі – 50 б.

- вірне розв'язування з мінімальними помилками - 44...50 бали;
- вірне розв'язування, але неоптимальним способом з мінімальними помилками - 34...43 бали;
- в цілому вірне розв'язування, але з дрібними помилками - 25...33 бали;
- частково невірне розв'язування, але наявність основних практичних знань - 11...24 балів;
- частково невірне розв'язування, але мінімальний рівень практичних знань – 1-10 балів.
- невірне розв'язування або рішення відсутнє – 0 балів

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середньоарифметичне результатів змістових модулів 1, 2 та екзамену.

Оцінювання курсового проекту

Курсовий проект оцінується в100 балів.

Повністю правильно виконаний курсовий проект – 60 балів.

Захист курсового проекту 40 балів – 4 запитання;

-9-10 балів виставляється за кожне питання, якщо дана вичерпна відповідь на запитання, але у відповідях є незначні неточності, проте студент показав вміння орієнтуватися при прийнятті рішень, використовуючи теоретичні та практичні знання;

- 4-8 балів за кожен питання виставляється, якщо у відповіді на запитання, мають місце помилки, що не знижують кінцевих результатів прийнятих рішень;
- 2-3 бали за кожне питання виставляється, якщо відповідь розкриває суть запитання без достатньої повноти та обґрунтування теоретичних і практичних знань, або у відповіді були допущені невірні тлумачення окремих запитань;
- 1 бал за кожне питання виставляється, якщо не дана невірна відповідь на поставлені запитання.

Порядок зарахування пропущених занять: за темами пропущених занять проводиться опитування під час поточних консультацій.

II СЕМЕСТР

4.2. СТРУКТУРА (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН) ДИСЦИПЛІНИ

Назва змістових модулів і тем	Кількість годин, у тому числі				
	усього	л	п	лаб	с/р
Змістовий модуль 4. (Загальні етапи удосконалення систем ТГП з використанням альтернативної енергії)					
Системний підхід при визначенні цілей та засобів удосконалення систем ТГП. Загальні етапи процесу удосконалення систем ТГП.	**10**	**2**	**4**		**4**
Врахування при удосконаленні систем або обладнання ТГП їх особливостей, переваг та сфери використання.	**10**	**2**	**4**		**4**
Врахування при удосконаленні систем або обладнання ТГП особливостей їх розрахунку. Використання математичного моделювання	**10**	**2**	**4**		**4**
Врахування при удосконаленні систем або обладнання ТГП вимог нормативних документів та особливостей проектування.	**11**	**2**	**4**		**5**
Врахування при удосконаленні систем або обладнання ТГП особливостей їх монтажу та експлуатації.	**11**	**2**	**4**		**5**
Експериментальні дослідження установок і систем ТГП: цілі та засоби.	**11**	**2**	**4**		**5**
Оптимізація установок і систем ТГП.	**11**	**2**	**4**		**5**
Основи енергоаудиту установок і систем ТГП.	**9**	**2**	**2**		**5**
Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях.	**14**				**14**
Підготовка до контрольних заходів	**9**				**9**
Разом за змістовим модулем 4	**106**	**16**	**30**	**-**	**60**
Змістовий модуль 5. (Удосконалення в промисловому теплопостачанні)					
Вступ. Загальна характеристика особливостей промислового теплопостачання.	**11**	**2**	**4**		**5**
Джерела теплоти для промислового теплопостачання.	**11**	**2**	**4**		**5**
Вибір системи теплопостачання. Прокладка та ізоляція теплових мереж для промислового теплопостачання.	**11**	**2**	**4**		**5**
Вторинні енергетичні ресурси (ВЕР) та їх використання в промисловому теплопостачанні.	**11**	**2**	**4**		**5**
Високотемпературні і низькотемпературні ВЕР і шляхи їх використання.	**13**	**2**	**6**		**5**
Утилізація теплоти низькотемпературних відхідних газів та вентиляційних викидів. Енерготехнологічне комбінування.	**12**	**2**	**4**		**6**
Промислове теплопостачання та енергетичний менеджмент.	**12**	**2**	**4**		**6**
Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях.	**14**				**14**
Підготовка до контрольних заходів	**9**				**9**
Разом за змістовим модулем 5	**104**	**14**	**30**	**-**	**60**

Змістовий модуль 6. Курсовий проект за темою «Удосконалення системи теплопостачання виробничого приміщення»					
1. Визначення розрахункових теплових навантажень. Попередній розрахунок економічного ефекту від удосконалення.	**2**				**2**
2. Підбір і розміщення обладнання.	**3**				**3**
3. Розрахунок поверхневої щільності променистого теплового потоку та температурних подовжень обігрівачів.	**4**				**4**
4. Розрахунок теплових потоків і середньої променистої складової.	**4**				**4**
5. Розрахунок складу газоповітряної суміші	**3**				**3**
6. Вирішення задач.	**10**				**10**
7. Робота над графічною частиною.	**4**				**4**
Разом за змістовим модулем 3	**30**				**30**
Підготовка до екзамену	**30**				**30**
Усього годин	**270**	**30**	**60**		**180**

5.2. ЛЕКЦІЙНИЙ КУРС

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	Змістовий модуль 4. (Основні етапи процесу удосконалення систем ТГП)	
1 (16)	**Системний підхід при визначенні цілей та засобів удосконалення систем ТГП.** Цілі удосконалення систем ТГП. Напрямки удосконалення систем ТГП. Формулювання основних етапів процесу удосконалення систем ТГП.	2
2 (17)	**Врахування при удосконаленні систем або обладнання ТГП їх особливостей, переваг та сфери використання.** Різноманітність приладів систем ТГП. Переваги та недоліки окремих систем або обладнання ТГП. Сфера використання певних систем або обладнання ТГП.	2
3 (18)	**Врахування при удосконаленні систем або обладнання ТГП особливостей їх розрахунку.** Деякі допущення, які можуть бути прийняті для спрощення розрахунків певних систем або обладнання ТГП. Використання математичного моделювання. Параметри роботи певних системи або обладнання ТГП, що можуть бути розраховані. Алгоритм розрахунку інфрачервоного трубчастого газового обігрівача.	2
4 (19)	**Врахування при удосконаленні систем або обладнання ТГП вимог нормативних документів та особливостей проектування.** Основні нормативні документи України в галузі ТГП. Деякі європейські нормативи в галузі ТГП. Приклади вимог нормативних документів. Особливості проектування певних систем ТГП. Користування довідковою та науково-технічною літературою при проектуванні певних систем ТГП.	2
5 (20)	**Врахування при удосконаленні систем або обладнання ТГП особливостей їх монтажу та експлуатації.** Зниження вартості, терміну монтажу та експлуатаційних витрат на систему як засіб удосконалення певної системи/обладнання ТГП. Вимоги до	2

	виконавців монтажу систем ТГП і пуско-налагоджувальних робіт. Основні вимоги при монтажі та експлуатації певних систем ТГП.	
6 (21)	**Експериментальні дослідження установок і систем ТГП: цілі та засоби.** Цілі експериментальних досліджень установок і систем ТГП. Методика експериментальних досліджень установок і систем ТГП. Протокол випробувань. Прилади для експериментальних досліджень і випробувань систем ТГП.	2
7 (22)	**Оптимізація установок і систем ТГП.** Поняття оптимізації. Цілі оптимізації систем ТГП. Критерії оптимізації систем ТГПВ. Варійовані та незмінні параметри. Етапи процесу оптимізації систем і установок ТГП. Шляхи та приклади оптимізації систем ТГП.	2
8 (23)	**Основи енергоаудиту установок і систем ТГП.** Поняття, цілі та основні задачі енергоаудиту систем ТГПВ. Організація і проведення робіт з енергоаудиту систем ТГП.	2
	Змістовий модуль 5. (Удосконалення в промисловому теплопостачанні)	
9 (24)	**Вступ. Загальна характеристика особливостей промислового теплопостачання.** Елементи систем промислового теплопостачання: джерела, теплова мережа, теплоспоживання Класифікація систем теплопостачання. Особливості теплового режиму виробничих приміщень. Теплове навантаження промислового підприємства. Теплоносії для промислового теплопостачання. Тепловий баланс виробничого приміщення.	2
10 (25)	**Джерела теплоти для промислового теплопостачання.** Загальні принципи вибору джерела теплоти. Схема і принцип роботи ТЕЦ. Основне обладнання теплоелектростанцій, котельні та теплових пунктів. Сучасні джерела промислового теплопостачання.	2
11 (26)	**Вибір системи теплопостачання. Прокладка та ізоляція теплових мереж для промислового теплопостачання.** Водяні системи. Парові системи. Засоби прокладки теплових мереж для промислового теплопостачання. Особливості теплової ізоляції теплових мереж промислового теплопостачання.	2
12 (27)	**Вторинні енергетичні ресурси (ВЕР) та їх використання в промисловому теплопостачанні.** Класифікація ВЕР. Вироблення ВЕР. Економічна ефективність використання ВЕР. Напрямки використання ВЕР для промислового теплопостачання.	2
13 (28)	**Високотемпературні і низькотемпературні ВЕР і шляхи їх використання.** Утилізація високотемпературних ВЕР. Утилізація низькотемпературних ВЕР.	2
14 (29)	**Утилізація теплоти низькотемпературних відхідних газів та вентиляційних викидів. Енерготехнологічне комбінування.** Контактні (змішувальні) ТОА. Використання теплоти вологих газів в системах теплопостачання підприємств. Обертові регенеративні ТОА. ТОА з проміжним теплоносієм. Енерготехнологічне комбінування: приклади.	2
15 (30)	**Промислове теплопостачання та енергетичний менеджмент.** Визначення та цілі енергетичного менеджменту та енергоаудиту. Причини перевитрати теплових ресурсів промисловим підприємством. Основні етапи проведення робіт з енергоаудиту підприємства.	2

6.2. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ зан.	Тема занять	Кількість годин
	Змістовий модуль 4. (Основні етапи процесу удосконалення систем ТГП)	
1 (16)	Попередній розрахунок економічного ефекту від удосконалення системи або обладнання ТГПВ.	2
2 (17)	Розрахунок температури поверхні та інших параметрів інфрачервоного трубчастого газового обігрівача.	2
3 (18)	Розрахунок поверхневої щільності променистого теплового потоку від приладів інфрачервоного опалення.	2
4 (19)	Визначення площі поверхні опромінення від інфрачервоних обігрівачів.	2
5 (20)	Розрахунок температурних подовжень та складових теплового потоку інфрачервоного трубчастого газового обігрівача.	2
6 (21)	Розрахунок складу та параметрів продуктів згоряння.	2
7 (22)	Розрахунок теплового потоку від випромінювання газів.	2
8 (23)	Ознайомлення з приладами для експериментальних досліджень і випробувань систем ТГПВ. Протоколи випробувань.	2
9, 10 (24, 25)	Розрахунки при безканальному прокладанні трубопроводів.	4
11 (26)	Підбір та розрахунок осьових компенсаторів.	2
12, 13 (27, 28)	Задачі оптимізації проектних рішень при децентралізованому теплопостачанні	4
14, 15 (29, 30)	Задачі оптимізації проектних рішень при централізованому теплопостачанні	4
	Змістовий модуль 5. (Удосконалення в промисловому теплопостачанні)	
16, 17 (31, 32)	Розрахунок теплонадходжень у виробниче приміщення.	4
18, 19 (33, 34)	Розрахунок витрати тепла на деякі виробничі процеси. Розрахунок теплового навантаження виробничого приміщення	4
20 (35)	Ознайомлення з обладнанням джерел теплоти для промислового теплопостачання.	2
21, 22 (36, 37)	Тепловий розрахунок при надземній прокладці теплової мережі. Визначення критичного діаметру ізоляції трубопроводу.	4
23 (38)	Розрахунок товщини теплової ізоляції теплообмінних апаратів	2
24 (39)	Розрахунок економічної ефективності від використання ВЕР	2
25 (40)	Розрахунок парового акумулятора	2

26, 27 (41, 42)	Конструкторський та гідродинамічний розрахунок теплообмінних апаратів (ТОА)	4
28 (43)	Розрахунок пластинчастого ТОА	2
29, 30 (44, 45)	Визначення теплового навантаження ТОА при зміні агрегатного стану теплоносіїв	4

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

навчальним планом не передбачено

8.2. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ п/п	Вид роботи / Назва теми	Кількість годин
1	**Підготовка до аудиторних занять**	**74**
2	**Підготовка до контрольних заходів**	**18**
3	**Виконання курсового проекту за темою «Удосконалення системи теплопостачання виробничого приміщення»** 1. Визначення розрахункових теплових навантажень. Попередній розрахунок економічного ефекту від удосконалення. 2. Підбір і розміщення обладнання. 3. Розрахунок поверхневої щільності променистого теплового потоку та температурних подовжень обігрівачів. 4. Розрахунок теплових потоків і середньої променистої складової. 5. Розрахунок складу газоповітряної суміші 6. Вирішення задач. 7. Робота над графічною частиною	**30** 2 3 4 4 3 10 4
4	**Опрацювання розділів програми, які не викладаються на лекціях:** Особливості використання альтернативних видів палива для удосконалення систем ТГП. Особливості використання нетрадиційних джерел енергії для удосконалення систем ТГП. Передові технології в галузі ТГП. Використання альтернативних видів палива в промисловому теплопостачанні. Використання нетрадиційних джерел енергії для промислового теплопостачання. Передові технології в галузі промислового теплопостачання.	**28** 4 5 5 4 5 5
5	**Підготовка до екзамену**	**30**

9. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Методами контролю з дисципліни Спецкурс: Удосконалення систем теплогазопостачання є усний контроль, письмовий контроль, практична перевірка, самоконтроль.

10.2. ПОРЯДОК ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання змістових модулів 4, 5.
Максимальна оцінка 100 балів:

1. виконання завдань викладача на практичних заняттях – 1 бал × 15 занять = **15 б.**
2. практична перевірка письмової самостійної роботи – 2 завдання × 10 балів = **20 б.**
максимальна оцінка за кожне завдання складає 10 балів:
- завдання виконане правильно - 10 балів;
- завдання виконане в цілому правильно, але присутні дрібні помилки (помилки в розрахунках, в одиницях виміру та ін.) – 7 балів;
- завдання виконане частково невірно (помилки в розрахункових формулах, або значні помилки в розрахунках), але наявні основні практичні навички – 1-2 бали;
- завдання виконане невірно - 0 балів.
3. виконання контрольної роботи – **50 б.**:
3.1. Повна відповідь на теоретичне питання – 25 б.:
- в цілому правильна, але неповна відповідь, або відповідь з мінімальними помилками - 20...24 балів;
- частково невірна відповідь, але знання основних теоретичних положень курсу, 11...19 балів;
- в цілому невірна відповідь та мінімальний рівень теоретичних знань, 0..10 балів.
3.2. Вірне розв'язування задачі – 25 б.:
- вірне розв'язування, але неоптимальним способом, або розв'язок з мінімальними помилками, 21...24 бали;
- частково невірне розв'язування, але наявність основних практичних знань, 11...20 балів;
- невірне розв'язування та мінімальний рівень практичних знань 0..10 балів.
4. відповіді на питання усного контролю – 1 бал Ч15 занять = **15 б.**
1 питання кожному студентові на практичному занятті.

Оцінювання екзамену (Екзаменаційна робота - 100 балів.)
Повна відповідь на питання №1 – 25 б..
Повна відповідь на питання №2– 25 б.
Повна відповідь на питання №3– 25 б.
- в цілому правильна, але неповна відповідь, або відповідь з мінімальними помилками - 21...25 балів;
- частково невірна відповідь, але знання основних теоретичних положень курсу - 11...20 балів;
- в цілому невірна відповідь та мінімальний рівень теоретичних знань - 0..10 балів.
Вірне розв'язування задачі – 25 б.
- вірне розв'язування, але неоптимальним способом, або розв'язок з мінімальними помилками - 21...24 бали;
- частково невірне розв'язування, але наявність основних практичних знань - 11...20 балів;
- невірне розв'язування та мінімальний рівень практичних знань - 0..10 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни визначається як середньоарифметичне результатів змістових модулів 1, 2 та екзамену.

Оцінювання курсового проекту (Курсовий проект оцінюється в 100 балів.).
Вірне виконання – **50 б.**
Захист – **50 б**:
- загальні питання щодо об'єкту проектування, актуальності та цілей проекту – 1…15 балів,
- питання за розділами курсового проекту - 1…20 балів,
- питання з графічної частини проекту – 1…15 балів.

Порядок зарахування пропущених занять: за темами пропущених занять проводиться опитування під час поточних консультацій.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. ДСТУ 3569-97. Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Основні положення.
2. Богословский В. Н. Отопление / В. Н. Богословский, А. Н. Сканави. –М.: Стройиздат, 1991. – 735 с.
3. Росковшенко Ю.К. Теплогазопостачання і вентиляция: навч. пособник / Ю. К. Росковшенко, М. В. Степанов. – Київ: ІВНВКП Укргеліотех, 2008. – 256 с.
4. ДБН В.2.5.-20-2001. Газопостачання / Держбуд України. Київ: Держбуд України, 2001.– 286 с.
5. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 141 с. Низькопотенційна енергетика: навчальний посібник/ А.О. Редько та ін.Під ред. академіка НАНУ А.А. Долинськогою – Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016. – 412 с.
6. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник/За ред. Г.Гелетуха. – К.: «Поліграф плюс», 2015. – 72 с.
7. Підготовка проектних пропозицій із чистої енергії: практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю., Романюк О.П., Сафіуліної К.Р. – К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2015. – 176 с.
8. Біоенергетичні проекти: від ідеї до втілення. Практичний посібник / Під загальною редакцією Тормосова Р.Ю. – К.: ТОВ «Поліграф плюс», 2015. – 208 с.
9. Зеркалов Д.В. Енергозбереження в Україні. [Електронний ресурс] Монографія. – К.: Основа, 2012. – 582 с.
10. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий / [Голубков Б.Н., Данилов О.Л., Зосимовский Л.В. и др.]; под ред. Б.Н. Голубкова. – [2-е изд.]. – М.: Энергия, 1979. – 544с.
11. Розкин М.Я. Проектирование систем теплоснабжения промышленных узлов / Розкин М.Я., Козуля И.Э., Русланов Т.В. – К.: Будівельник, 1978. – 128 с.
12. Виноградов Ю.И. Промышленное теплоснабжение / Виноградов Ю.И., Векштейн Л.М., Соболь И.Д. – Киев «Техніка», 1975. – 256 с.
13. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження: Навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2008. – 224 с.

Допоміжна

1. Наумейко А.В. Энергоэффективные системы отопления / Наумейко А.В., Кузнецов П.В., Толстова Ю.И., Шумилов Р.Н. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УПГТУ-УПИ, 2003. - 107 с.
2. Фокин В.М. Основы энергосбережения и энергоаудита. М.: «Издательство Машиностроение 1», 2006. 256 с.
3. Солод Л.В. Метод розрахунку і раціональні параметри інфрачервоних трубчастих газових обігрівачів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.03 «Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання» / Л.В. Солод. – Дніпропетровськ, 2011. – 20 с.
4. Єнін П.М. Теплопостачання (Частина І «Теплові мережі і споруди»). Навчальний посібник / Єнін П.М., Швачко Н.А. - К.: Кондор, 2007. - 244 с.
5. Родин А.К. Газовое лучистое отопление. – Л.: Недра, 1987. – 191 с.
6. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. – Київ: Мінрегіонбуд України., 2009.– 56 с.
7. СНиП 2.04.14-88 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.- Госстрой России.— М.: ЦИТП, 1998. - 28 с.

12. INTERNET - РЕСУРСИ

1. http://gntb.gov.ua - Державна науково-технічна бібліотека України
2. https://library.tntu.edu.ua
3. http://saee.gov.ua/uk. Державне агенство з енергоефективності та енергозбереження України

Розробники: І семестр _____(О.В. Адегов)
(підпис)

ІІ семестр _____(Л.В. Солод)
(підпис)

Гарант освітньої програми _____(В.О. Петренко)
(підпис)

Силабус затверджено на засіданні кафедри системного аналізу і моделювання у теплогазопостачанні
Протокол від «2» жовтня 2019 року № 8