ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор Житомирського державного технологічного університету

В.В. Євдокимов

«17» листопада 2018 р.

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА
ДЛЯ ЕНЕРГОАУДИТОРІВ
за напрямом обстеження інженерних систем будівель та споруд

Житомир– 2018

За загальною редакцією

Москвіна Павла Петровича, д.ф.-м.н., проф., завідувач кафедри фізики та вищої математики Житомирського державного технологічного університету.

Розробники:

1. Воронова Тетяна Станіславівна, асистент кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Житомирського державного технологічного університету.

2. Грушак Леонід Павлович, начальник дільниці №11, КП «Житомиртеплокомуненерго».

3. Куницький Микола Володимирович, заступник начальника інспекції Держенергонагляду у Житомирській області.

4. Локтікова Тамара Миколаївна, ст. викладач інженерії кафедри програмного забезпечення Житомирського державного технологічного університету.

5. Чепюк Ларина Олексіївна, к.т.н, доцент кафедри метрології та інформаційно-вимірювальної техніки Житомирського державного технологічного університету.

ОРІЄНТОВНИЙ НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Зміст програми	Кількість годин	
		Лекції	Практики
1	Теоретичні основи розподілу теплових потоків в будівлі і інженерні заходи щодо формування мікроклімату в його приміщеннях. Характерні теплові потоки в процесах переходу теплоти через огороджувальні конструкції. Визначення потужності системи опалення в розрахункових і змінних умовах експлуатації будівель. Розрахунковий і номінальний тепловий потік в процесі теплопередачі нагрівальних приладів, їх ефективність. Визначення витрат енергоносія в елементах системи в процесі передачі теплоти при місцевому та централізованому теплопостачанні будівель. Графік експлуатаційного регулювання систем опалення.	2	-
2	Основи теплотехнічного розрахунку інженерних систем. Методика проведення візуальних обстежень систем опалення. Варіанти візуального обстеження огороджувальних конструкцій, загальна методика тепловізійного обстеження будівель, аналіз результатів. Методика обстеження технічного стану структурних елементів систем опалення, аналіз результатів обстеження, оформлення відповідної документації. Аналіз фізичного і теплотехнічного стану відповідності результатів натурного обстеження проектних рішень. Відхилення від проектних рішень, обгрунтованість реконструкції, технічне відображення. Теплотехнологічні основи розрахунку термічних опорів огороджуючих конструкцій, визначення теплових потоків і економії енергії при розробці систем забезпечення мікроклімату. Визначення розрахункових теплових потоків абонентських систем і облік фактично споживаної теплоти, теплолічильники. Використання поновлюваних і вторинних низькотемпературних джерел енергії для тепло- і холодопостачання будівель різного призначення. Теплонасосні системи теплопостачання на основі енергії низькотемпературних поновлюваних і вторинних джерел. Системи сонячного теплопостачання.	2	2
3	Попередній енергоаудит. Збір вихідних даних, аналіз проектної документації, енергетичного паспорта та актів випробувань систем опалення. Збір і аналіз вихідної інформації по об'ємно-планувальних і теплотехнічних характеристиках. Аналіз теплових потоків змінного і річного споживання теплоти. Динаміка тарифів теплової енергії. Характеристика схем підключення систем опалення до джерела теплоти. Проектні рішення по загальному облаштуванню систем опалення та її елементів. Візуальний аналіз інженерних, систем і теплоізоляційної оболонки. Аналіз основних показників енергетичного паспорта.	2	-

1	2	3	4
4	Первинний енергоаудит будівель. Контрольно-вимірювальні прилади і інструментальне обстеження систем опалення. Види контрольно-вимірювальних приладів, вимірювання основних параметрів систем опалення. Способи і методика вимірювання витрат і температур теплоносія. Визначення втрат тиску в системі опалення. Визначення теплових потоків сумарного теплового потоку системи опалення. Оцінка рівня нерівномірності розподілу теплових потоків в системі опалення, вертикальна, горизонтальна розбалансування системи опалення, її теплогідравлічна стійкість. Інструменти, прилади. Методика інструментального обстеження* Обробка результатів обстеження та їх аналіз.	-	2
5	Розробка заходів підвищення енергетичної ефективності будівель. Визначення ефективності систем опалення та нагрівальних приладів. Критерії та практичні способи оцінки роботи систем опалення за енергетичними показниками і умовами забезпечення санітарно-гігієнічних вимог. Розробка рекомендацій підвищення ефективності процесів в роботі систем опалення будівель. Способи підвищення теплогідравлічної і енергетичної ефективності систем опалення, варіанти використання сучасних засобів регулювання обліку теплоти, використання поновлюваних і вторинних енергетичних ресурсів, розробка рекомендацій щодо їх практичного впровадження. Традиційні заходи. Підвищення теплозахисту будівель. Заходи підвищення енергетичної ефективності систем опалення. Заходи підвищення енергетичної ефективності систем вентиляції. Заходи підвищення енергетичної ефективності систем гарячого водопостачання . Заходи підвищення енергетичної ефективності систем центрального і місцевого теплопостачання. Заходи по використанню поновлюваних і вторинних енергоресурсів.	2	2
6	Основи економічного аналізу прийнятих інженерних рішень підвищення енергетичної ефективності будівель. Порядок оформлення звіту, рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності систем опалення. Порівняльний аналіз результатів обстеження систем опалення по тепловим і гідравлічним характеристикам. Загальна структура звіту. Критерії ефективності роботи систем. Розробка рекомендацій щодо поліпшення теплогідравлічного режиму і підвищення енергетичної ефективності системи опалення.	2	-

1	2	3	4
7	Складання енергетичного паспорту за результатами натурного обстеження будівель. Обстеження індивідуальних теплогенеруючих установок і теплових пунктів. Аналіз схемних рішень і характеристика основного обладнання індивідуальних теплогенеруючих установок і теплових пунктів. Оцінка теплового потоку і теплоенергетичного потенціалу. Регулювання споживаної теплоти для систем опалення. Автоматичне управління режимами відпуску та споживання теплоти. Інструментальне визначення теплових потоків і гідравлічних параметрів в спільному режимі роботи з системами опалення. Зіставлення теплового потоку системи опалення згідно проектних даних, розрахунково-аналітичних і натурних обстежень. Обробка результатів обстеження систем опалення, їх аналіз. Практичні способи визначення теплових потоків в елементах систем опалення, що генеруються в індивідуальних теплогенеруючих установках (ТГУ), індивідуальних теплових пунктах (ІТП). Аналіз і узагальнення результатів, визначення теплових потоків в індивідуальних ТГУ і ІТП.	2	-
8	Теплогенеруючі установки в системі теплопостачання. Визначення ТГУ. Основні теплоносії в теплопостачанні. Основні, тенденції розвитку ТГУ в системах теплопостачання. Парові котли. Водогрійні котли.	2	-
9	Розрахунок горіння палива. Горіння палива. Повне і неповне горіння палива. Стехіометричні рівняння горіння горючих елементів палива; вуглецю, водню і сірки з утворенням продуктів згоряння. Тепловий ефект реакції. Теоретично необхідну для повного згоряння палива кількість кисню (повітря) (в кг). Справжнє кількість повітря Vд, що подається для організації процесу горіння, коефіцієнт надлишку повітря. Теоретичні (мінімальні) обсяги продуктів згоряння, отримані при повному згорянні палива з теоретично необхідною кількістю повітря ($\alpha = 1$). Обсяг продуктів згоряння при надлишку повітря $\alpha > 1$. Ентальпія продуктів згоряння, віднесена до 1 кг твердого або рідкого палива (кДж / кг) або до 1 $м^3$ газоподібного. Практичне використання приладів: ✓ Газоаналізаторів ✓ Тепловізорів ✓ Тепловимірувачів ✓ Пірометрів ✓ Монометрів	2	-

1	2	3	4
10	Пристрій, робота з характеристиками котлів, які використовуються для теплопостачання. Парові котли. Вертикально-циліндровий паровий котел МЗК-7. Двухбарабанні водотрубні котли Е-1 /9-1, Е-1 / 9-ЇМ, Е-1 / 9-1Г. Вертикально-водотрубні котли типу ДКВР. Газомазутові парові вертикальні водотрубні котли. Парові котли середньої продуктивності. Водогрійні котли. Теплофікаційний водогрійний газовий котел ТВГ. Газові водогрійні котли типу КВ-Г. Сталеві прямоточні водогрійні котли КВ-ГМ. Водогрійні котли типу ПТВМ.	-	2
11	Методика теплового розрахунку теплогенеруючих установок. Загальні положення. Тепловий баланс парового і водогрійного котла. Загальні положення розрахунку теплообміну в елементах котла. Основи розрахунку теплообміну в топці. Основи розрахунку конвективних поверхонь нагріву. Основи розрахунків ККД обладнання. Розрахунок ККД на основі проведених замірів газоаналізатором, методики.	2	-
12	Нормативне значення теплового потоку для визначення витрат газу по укрупненим вимірювачам. Конкретизація методів зменшення витрат газу за рахунок ефективності його використання, можливість застосування індивідуального опалення (дахових котелень, когенераційних установок).	2	-
13	Розрахунок газоспоживання житловою та громадською спорудою. Сучасні газові лічильники для визначення витрат газу в житлових та громадських будівлях.	2	-
14	Використання повірочних гідравлічних розрахунків внутрішнього газопроводу та газопроводу вводу. Розрахунок нормативної величини теплового потоку для визначення розходу газу для по квартирного газопостачання та гарячого водоспоживання.	-	2
15	Використання теплоти продуктів згорання для підвищення ефективності використання газу. Використання конденсаційних газовикористовуючих апаратів для поквартирного використання.	-	2
16	Енерговикористання будівлею. Визначення алгоритму розрахунку середнього рівня енергоспоживання. Середнє завантаження обладнання. Річне використання обладнання. Споживання електроенергії вентиляторами, насосами, ліфтами. Використання електроенергії на опалення та освітлення. Ревізія витрат електроенергії. Методи розрахунків оцінки ефективності використання електроенергії. Принцип роботи та вимірювання приладами типу: ✓ Електрокліщі ✓ Аналізатор Електричних Режимів (АЕР) модельного ряду «Десна 3»	2	2

1	2	3	4
17	Електропривод. Втрати електроенергії. Простий метод передачі електроенергії. Високий ККД. Робота без відходів. Регульований та зворотній. Характеристики електроприводу. Електричні двигуни. При використанні в електроприводах, при кондиціонуванні та вентиляції, при експлуатації двигунів та насосів. Реактивна потужність (втрати). Холостий хід обладнання	2	-
18	Електроосвітлення. Світлові величини. Якісні показники освітлення. Джерела освітлення: ✓ Основні показники ✓ Лампи розжарювання ✓ Люмінесцентні лампи ✓ Металогалогенні лампи ✓ Ксенонові лампи ✓ Інші Світловий ККД. Високо якісні відбивачі. Пускорегулююче обладнання. Енергозберігаючі рішення в використанні освітлювального обладнання	2	-
19	Система управління енергією у будівлі. Концептуальні рішення з призначення та фуникціонування систем управління енергією у будівлі. Система управління енергетикою у будівлі (СУЕБ). Замкнуті системи автоматичного управління (САУ). Розімкнуті САУ. Комбіновані САУ	2	-
20	Роль у постановці рішення задач синтезу САУ. Інтегровані системи управління енергією: ✓ Керованість ✓ Зниження витрат ✓ Підвищений комфорт ✓ Удосконалення стратегії управління ✓ Гнучке управління Основні компоненти системи управління. Конфігурації комунікаційного обладнання для інтерфейсу між вимірювально-управляючим середовищем. Взаємодія обладнання. Майбутній розвиток програмного обладнання	2	-
21	Санітарно-гігієнічні основи вентиляції та кондиціонування повітря параметри вологого повітря. Джерела надходження забруднення повітря у приміщення. I-d діаграма вологого повітря, відображення процесів (охолодження, нагрівання, осушка, зволоження і т.д.) повітря.	2	2
22	Розрахунок та організація повітрообміну у приміщеннях різного призначення. Асиміляція шкідливих речовин, які виділяються у приміщенні (надлишкове теплота, волога, гази та пил).	2	-
23	Методи підвищення ефективності та енергозбереження при проектуванні систем вентиляції та кондиціонування повітря: ✓ з природним спонуканням повітря; ✓ механічних систем; ✓ систем з нагріванням, осушкою, зволоженням і т.д. повітря.	2	-

1	2	3	4
24	Обстеження систем вентиляції та кондиціонування повітря. Методика провадження обстеження. Інструментальні заміри повітря. Документація по оформленню результатів обстеження (акти обстеження, паспорти вентиляційних систем та систем кондиціонування повітря).	-	4
25	Енергозбереження при організації вентиляції та кондиціонуванні повітря. Заходи з енергозбереженню при проектуванні огороджувальних конструкцій будівлі. Програмне забезпечення для розрахунків при випробуванні систем вентиляції і кондиціонування повітря та впровадженні заходів по енергозбереженню. Підбір та розрахунок обладнання по утилізації теплоти повітря, яке видаляється з вентильованого приміщення.	2	2
26	Облаштування і основні елементи холодного водопроводу будівель, споживання системи від міської водопровідної мережі та споживання системи від насосів в будівлі.	2	-
27	Вводи в будівлю. Приєднання внутрішніх водопроводів к зовнішнім водопровідним мережам. Влаштування вводів. Водомірні вузли, водолічильники.	2	-
28	Гідравлічний розрахунок систем внутрішнього водопроводу будівлі. Побудова аксонометричної схеми холодного водопроводу. Визначення загального та розрахункових витрат води в системах внутрішнього водопроводу будівлі. Визначення діаметру труб, втрат напору, необхідних напорів.	-	2
29	Насосні установки для підкачки води в будівлі. Вимоги щодо проектування насосних установок. Обладнання. Підбір насоса. Заходи по звукоізоляції.	-	2
30	Напірно - регулюючі та запасні баки. Обладнання та пристрій. Визначення ємності. Гідропневматичні установки.	2	-
	Разом	**44**	**26**