

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Робоча програма (силабус) освітнього компонента

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ
(статус освітнього компонента - вибірковий)

Реалізується в межах освітньої програми
Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
за спеціальністю **141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

на другому (магістерському) рівні вищої освіти

Суми – 2023

Розробник: Г.В. Барсукова (прізвище, ініціали) к.т.н., доцент (вчений ступінь та звання, посада)

Розглянуто, схвалено та затверджено на засіданні кафедри енергетики та електротехнічних систем	протокол від 05.06.2023 року № 13	
	Завідувач кафедри	<u>Чепіжний А.В.</u> (прізвище, ініціали)

Погоджено:

Гарант освітньої програми Яковлев В.Ф. (ПІБ)

В.п. декана факультету, де реалізується освітня програма Зубко В.М. (ПІБ)

Рецензія на робочу програму (додається) надана: Чепіжний А.В. (ПІБ)
Лобора В.Б. (ПІБ)

Методист відділу якості освіти, ліцензування та акредитації Н.Борис (підпис) Н. Борис (ПІБ)

Зареєстровано в електронній базі: дата: 07.06. 2023 р.

Інформація про перегляд робочої програми (силабусу):

Навчальний рік, в якому вносяться зміни	Номер додатку до робочої програми з описом змін	Зміни розглянуто і схвалено		
		Дата та номер протоколу засідання кафедри	Завідувач кафедри	Гарант освітньої програми

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

1.	Назва ОК	Енергетичний аудит					
2.	Факультет/кафедра	Інженерно-технологічний / Енергетики та електротехнічних систем					
3.	Статус ОК	вибірковий					
4.	Програма/Спеціальність (програми), складовою яких є ОК для (заповнюється для обов'язкових ОК)	-					
5.	ОК може бути запропонований для (заповнюється для вибіркового ОК)	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка					
6.	Рівень НРК	7					
7.	Семестр та тривалість вивчення	2 семестр, 15 тижнів					
8.	Кількість кредитів ЄКТС	5,0					
9.	Загальний обсяг годин та їх розподіл	Контактна робота(заняття)				Самостійна робота	
		Лк		Пз			
	150 годин, залік	ДФН	ЗФН	ДФН	ЗФН	ДФН	ЗФН
		30	-	30	-	90	-
10.	Мова навчання	українська					
11.	Викладач/Координатор освітнього компонента	Барсукова Ганна Володимирівна, к.т.н., доцент					
11.1	Контактна інформація	ауд. 207м, +38 066 009 10 70, anna-barsukova@ukr.net					
12.	Загальний опис освітнього компонента	Вивчення дисципліни дозволить сформувати у студентів навички володіти новітніми методами енергетичного та техніко-економічного аналізу енергозберігаючих заходів, навчити здійснювати розрахунки витрат енергії в електротехнічних системах електроспоживання та обґрунтовувати доцільності проведення енергозберігаючих заходів на підставі енергетичного та техніко-економічного аналізу					
13.	Мета освітнього компонента	<i>Метою освітнього компонента є формування теоретичної та методологічної бази знань методики проведення енергетичного аудиту технологічного устаткування, систем електропостачання, та виконання аналізу ефективності використання паливо-енергетичних ресурсів, рівня ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, потенціалу енергозбереження.</i>					
14.	Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими освітніми компонентами ОП	Компетентності, розвинені на освітньому компоненту, необхідні для вивчення багатьох освітніх компонентів професійної підготовки, в тому числі виробничої практики та кваліфікаційної роботи. Освітній компонент є основою для ОК 13 Написання магістерської роботи					
15.	Політика академічної доброчесності	Підготовлені до оцінювання письмові роботи повинні бути оригінальними та виконані самостійно здобувачем вищої освіти. Письмові роботи, які виконані і здані із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на оцінку нижче від отриманого результату. Роботи, в яких виявлено плагіат, не зараховуються. Передача письмових робіт відбувається після повторного виконання або доопрацювання.					
16.	Посилання на курс у системі Moodle	https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=5459					

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

<p>Результати навчання за ОК: Після вивчення освітнього компонента студент очікувано буде здатен...»</p>	<p>Як оцінюється РНД</p>
<p>ДРН 1. Знати та розуміти організацію алгоритм проведення енергетичного аудиту.</p>	<p>Виконання та захист звітів практичних робіт згідно індивідуального варіанту. Письмове опитування (тестування) засвоєння лекційного матеріалу. Проміжна комп'ютерна атестація - тест множинного вибору. Підготовка і захист реферату та презентації згідно індивідуального завдання.</p>
<p>ДРН 2. Об'єктивно оцінювати ефективність енерговикористання в умовах змінювання обсягів і асортименту продукції, що випускається окремими агрегатами, цехами або підприємствами.</p>	<p>Виконання та захист звітів практичних робіт згідно індивідуального варіанту. Письмове опитування (тестування) засвоєння лекційного матеріалу. Проміжна комп'ютерна атестація - тест множинного вибору. Підготовка і захист реферату та презентації згідно індивідуального завдання.</p>
<p>ДРН 3. Застосовувати законодавчі акти України з енергозбереження, зокрема в екологічних аспектах енергетики: вплив, шкідливі фактори та заходи щодо поліпшення стану навколишнього середовища.</p>	<p>Виконання та захист звітів практичних робіт згідно індивідуального варіанту. Письмове опитування (тестування) засвоєння лекційного матеріалу. Проміжна комп'ютерна атестація - тест множинного вибору. Підготовка і захист реферату та презентації згідно індивідуального завдання.</p>
<p>ДРН 4. Застосовувати знання і науково аналізувати питомі втрати електроенергії, створювати базу для розрахунку потреб в електроенергії виробничих об'єктів: підприємств, підрозділів, окремих агрегатів і технологічних процесів; вміти проводити енергетичний аудит.</p>	<p>Виконання та захист звітів практичних робіт згідно індивідуального варіанту. Письмове опитування (тестування) засвоєння лекційного матеріалу. Проміжна комп'ютерна атестація - тест множинного вибору. Підготовка і захист реферату та презентації згідно індивідуального завдання.</p>

3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМОПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема. Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Розподіл в межах загального бюджету часу			Рекомендована література
	АР		СРС	
	Лк	Пз		
<p>Тема 1. <i>Вступ. Формування послідовності проведення енергетичного аудиту. Попереднє отримання інформації про об'єкта та її аналіз.</i></p> <p>1. Формування послідовності проведення енергетичного аудиту.</p> <p>2. Попереднє отримання інформації про об'єкт ЕА та її аналіз.</p> <p>3. Корисність інформації для проведення енергетичного аудиту.</p> <p>Пз 1. <i>Організаційні основи енергетичного аудиту. Вивчення складу та змісту етапів енергетичного аудиту. Складання плану енергоаудиту.</i></p>	2	2	6	[1], [2], [9], [11]
<p>Тема 2. <i>Поглиблене отримання інформації про використання ПЕР на підприємстві.</i></p> <p>1. Розрахунок рідкого палива і вугілля.</p> <p>2. Визначення витрат енергії після аналізу показників переносних вимірювачів.</p> <p>3. Визначення спожитої енергії з використанням регресійного аналізу.</p> <p>4. Визначення потужності споживачів ПЕР з використанням перевірного тесту.</p> <p>Пз 2. <i>Попередній аналіз ефективності використання компенсації реактивної потужності на підприємстві.</i></p>	2	2	6	[1], [2], [11]
<p>Тема 3. <i>Визначення споживання енергії в системі вентиляції та кондиціювання.</i></p> <p>1. Вхідний енергетичний потік.</p> <p>2. Вихідний енергетичний потік.</p> <p>Пз 3. <i>Поглиблене отримання інформації про використання ПЕР на підприємстві.</i></p>	2	2	6	[3], [11], [12]
<p>Тема 4. <i>Визначення споживання ПЕР шляхом оцінювання.</i></p> <p>1. Визначення спожитої електроенергії електроприводами вентиляторів, насосів, компресорів та холодильних установок.</p> <p>а. Визначення спожитої електроенергії електроприводами вентиляторів і насосів.</p> <p>б. Визначення спожитої електроенергії електроприводами повітряних і холодильних компресорів.</p> <p>2. Визначення споживання ПЕР шляхом</p>	2	2	6	[2], [3], [11], [12], [13], [17]

оцінювання. Визначення спожитої енергії системою освітлення. Пз 4. <i>Визначення споживання ПЕР шляхом оцінювання.</i>				
Тема 5. <i>Перехресна перевірка даних.</i> 1. Вхідний/вихідний паливно-енергетичний баланс. 2. Перехресна перевірка даних в системі тепlopостачання та освітлення. а. Вхідний/вихідний паливно-енергетичний баланс. Паровий котел. б. Баланс маси пари і конденсату. Пз 5. <i>Перехресна перевірка даних.</i>	2	2	6	[1], [2], [3], [11], [17]
Тема 6. <i>Оброблення інформації про використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємстві.</i> 1. Побудова та аналіз характеристик режимів споживання паливно-енергетичних ресурсів. 2. Складання та аналіз паливно-енергетичних балансів підприємства. 3. Визначення питомих норм споживання ПЕР. Пз 6. <i>Побудова паливно-енергетичних балансів.</i>	2	2	6	[9], [10], [17]
Тема 7. <i>Шляхи підвищення енергоефективності деяких енергетичних установок. Системи стисненого повітря. Ч.1.</i> 1. Підсистема виробництва стисненого повітря. а. Виробництво стисненого повітря. 2. Підсистеми транспортування, розподілення та споживання стисненого повітря. Пз 7. <i>Визначення показників підвищення енергоефективності систем стисненого повітря. Відключення не завантажених компресорів.</i>	2	2	6	[1], [3], [10], [12], [13], [14]
Тема 8. <i>Шляхи підвищення енергоефективності деяких енергетичних установок. Ч.2.</i> 1. Холодильне устаткування. 2. Вентиляційні системи. 3. Насосні установки. Пз 8. <i>Визначення показників підвищення енергоефективності систем стисненого повітря. Зниження витрат стисненого повітря в повітрепроводах.</i>	2	2	6	[1], [2], [3], [9], [17]
Тема 9. <i>Шляхи підвищення енергоефективності деяких енергетичних установок. Електропривод. Ч.3.</i> Пз 9. <i>Визначення показників підвищення енергоефективності холодильного устаткування та вентиляційних систем.</i>	2	2	6	[5], [7], [15], [17]
Тема 10. <i>Шляхи підвищення енергоефективності деяких енергетичних установок. Освітлювані установки. Ч.4.</i> 1. Освітлювані установки. 2. Електрозварювальні установки. Пз 10. <i>Визначення показників підвищення</i>	2	2	6	[5], [6], [15], [16]

<i>енергоефективності насосних установок</i>				
Тема 11. <i>Шляхи підвищення енергоефективності деяких енергетичних установок. Електротермічні установки. Ч.5.</i> Пз 11. <i>Визначення показників підвищення енергоефективності електропривода.</i>	2	2	6	[1], [4], [9], [15], [16]
Тема 12. <i>Шляхи підвищення енергоефективності деяких енергетичних установок. Система електропостачання. Ч.6.</i> 1. Трансформатори та електричні мережі. 2. Перетворювальні установки. 3. Компенсація реактивної потужності. Пз 12. <i>Визначення показників підвищення енергоефективності освітлювальних установок.</i>	2	2	6	[1], [7], [10], [11], [15]
Тема 13. <i>Техніко-економічне обґрунтування заходів з енергозбереження в системі освітлення. Ч.1.</i> 1. Перевірка ефективності системи освітлення. 2. Витрати на діючу систему освітлення за розрахунковий період. Пз 13. <i>Визначення показників підвищення енергоефективності електрозварювальних та електротермічних установок.</i>	2	2	6	[3], [5], [12], [15]
Тема 14. <i>Техніко-економічне обґрунтування заходів з енергозбереження в системі електропостачання. Ч.2.</i> Пз 14. <i>Визначення показників підвищення енергоефективності системи електропостачання</i>	2	2	6	[4], [6], [15], [11], [17]
Тема 15. <i>Техніко-економічне обґрунтування заходів з енергозбереження в системі опалення. Ч.3. – Ч.4.</i> 1. <i>Перевірка ефективності впровадження системи інфрачервоного опалення.</i> 2. <i>Перевірка ефективності термоізоляції бака-акумулятора гарячої води.</i> 4. <i>Перевірка ефективності використання твердопаливних котлів в системах опалення житлових об'єктів.</i> 5. <i>Перевірка ефективності використання теплових насосів в системах опалення житлових об'єктів.</i> Пз 15. <i>Перевірка ефективності заміни джерел світла в системі освітлення.</i>	2	2	6	[2], [8], [16]
Всього	30	30	90	

4. МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	Методи викладання (робота, що буде проведена викладачем <u>під час аудиторних занять, консультацій</u>)	Години	Методи навчання (які види навчальної діяльності має виконати <u>студент самостійно</u>)	Години
ДРН 1. Знати та розуміти організацію енергетичної служби у сільському господарстві.	Лекція-розповідь з поясненням, лекція-презентація з демонстрацією та використанням інтерактивних технологій. Практичні роботи з розрахунками за індивідуальним завданням. Тестування (опитування), з використанням учбових і контролюючих тестів. Консультація.	15	Опрацювання опорних конспектів лекцій та робота з книгою. Вивчення матеріалу для самостійного опанування. Конспектування. Виконання завдань практичних робіт, виконання яких розпочато на контактному занятті. Підготовка реферату та презентації згідно індивідуального завдання.	25
ДРН 2. Об'єктивно оцінювати ефективність енерговикористання в умовах змінювання обсягів і асортименту продукції, що випускається окремими агрегатами, цехами або підприємствами.	Лекція-розповідь з поясненням, лекція-презентація з демонстрацією та використанням інтерактивних технологій. Практичні роботи з розрахунками за індивідуальним завданням. Тестування (опитування), з використанням учбових і контролюючих тестів. Консультація.	15	Опрацювання опорних конспектів лекцій та робота з книгою. Вивчення матеріалу для самостійного опанування. Конспектування. Виконання завдань практичних робіт, виконання яких розпочато на контактному занятті. Підготовка реферату та презентації згідно індивідуального завдання.	20
ДРН 3. Застосовувати законодавчі акти України з енергозбереження, зокрема в екологічних аспектах енергетики: вплив, шкідливі фактори та заходи щодо поліпшення стану навколишнього середовища.	Лекція-розповідь з поясненням, лекція-презентація з демонстрацією та використанням інтерактивних технологій. Практичні роботи з розрахунками за індивідуальним завданням. Тестування (опитування), з використанням учбових і контролюючих тестів. Консультація.	15	Опрацювання опорних конспектів лекцій та робота з книгою. Вивчення матеріалу для самостійного опанування. Конспектування. Виконання завдань практичних робіт, виконання яких розпочато на контактному занятті. Підготовка реферату та презентації згідно індивідуального завдання.	25
ДРН 4. Застосовувати знання і науково аналізувати питомі втрати електроенергії, створювати базу для розрахунку потреб в електроенергії виробничих об'єктів: підприємств, підрозділів, окремих агрегатів і технологічних процесів; вміти проводити енергетичний аудит.	Лекція-розповідь з поясненням, лекція-презентація з демонстрацією та використанням інтерактивних технологій. Практичні роботи з розрахунками за індивідуальним завданням. Тестування (опитування), з використанням учбових і контролюючих тестів. Консультація.	15	Опрацювання опорних конспектів лекцій та робота з книгою. Вивчення матеріалу для самостійного опанування. Конспектування. Виконання завдань практичних робіт, виконання яких розпочато на контактному занятті. Підготовка реферату та презентації згідно індивідуального завдання.	20

5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

5.1. Діагностичне оцінювання (зазначається за потреби)

5.2. Сумативне оцінювання

5.2.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання (зазначити номер тижня, на якому буде проведено оцінювання)
1	Виконання та захист звітів практичних робіт згідно індивідуального варіанту	60 балів / 60%	Протягом семестру 2...15 тиждень
2	Письмове опитування (тестування) засвоєння лекційного матеріалу	10 балів / 10%	до кінця 8 тижня; до кінця 15 тижня
3	Проміжна комп'ютерна атестація - тест множинного вибору	15 балів / 15%	7 тиждень
4	Підготовка реферату та презентації згідно індивідуального завдання	15 балів / 15%	до кінця 15 тижня

5.2.2. Критерії оцінювання

Компонент	Незадовільно	Задовільно	Добре	Відмінно
Виконання та захист звітів практичних робіт згідно індивідуального варіанту	<36 балів	36...44 балів	45...53 балів	54...60 балів
	Вимоги щодо завдання не виконано	Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті	Виконано усі вимоги завдання, але є незначні зауваження, щодо виконання завдання	Виконано усі вимоги завдання, запропоновано власний варіант виконання завдання
Письмове опитування (тестування) засвоєння лекційного матеріалу	<6 балів	6...7 балів	8 балів	9..10 балів
	Вимоги щодо завдання не виконано	Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті	Виконано усі вимоги завдання, але є незначні зауваження, щодо виконання	Виконано усі вимоги завдання
	Вірних відповідей менше 12 із 20	Вірних відповідей 12...14 із 20	Вірних відповідей 15...17 із 20	Вірних відповідей 18..20 із 20
Проміжна комп'ютерна атестація - тест множинного вибору	<9 балів	9...11 балів	12..13 балів	14...15 балів
	Вірних відповідей менше 9 із 15	Вірних відповідей 9...11 із 15	Вірних відповідей 12...13 із 15	Вірних відповідей 14...15 із 15
Підготовка реферату та презентації згідно індивідуального завдання	<9 балів	9...11 балів	12..13 балів	14...15 балів
	Вимоги щодо завдання не виконано	Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті	Виконано усі вимоги завдання, але є незначні зауваження, щодо виконання	Виконано усі вимоги завдання

5.3.Формативне оцінювання:

Для оцінювання поточного прогресу у навчанні та розуміння напрямів подальшого удосконалення передбачено

<i>№</i>	<i>Елементи формативного оцінювання</i>	<i>Дата</i>
<i>1</i>	<i>Виконання практичних робіт згідно індивідуального завдання під час проведення практичних занять зі зворотним зв'язком від викладача.</i>	<i>протягом 2..15 тижнів</i>
<i>2</i>	<i>Усний зворотній зв'язок від викладача під час роботи над індивідуальним завданнями протягом аудиторних занять.</i>	<i>протягом 2..15 тижнів</i>
<i>3</i>	<i>Усний зворотній зв'язок від викладача та студентів після письмового опитування (тестування) засвоєння лекційного матеріалу</i>	<i>протягом 7 та 15 тижнів після складання</i>
<i>4</i>	<i>Усний зворотній зв'язок від викладача та студентів під час підготовки реферату та презентації згідно індивідуального завдання</i>	<i>протягом 7..15 тижнів</i>
<i>5</i>	<i>Усний зворотній зв'язок від викладача та студентів після захисту реферату та презентації згідно індивідуального завдання</i>	<i>протягом 15 тижня після захисту</i>

Самооцінювання може використовуватися як елемент сумативного оцінювання, так і формативного оцінювання.

6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

6.1. Основні джерела

1. Прокопенко В.В. Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями [Текст] / Навч. посібник / В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний; - К.: Освіта України, 2009. – 438 с.
2. Соловей О.І. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / О.І. Соловей, В.П. Розен, Ю.Г. Лега, О.О. Ситник, А.В. Чернявський, Г.В. Курбака. - Черкаси: ЧДТУ, 2005. - 299 с.
3. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання] / О. В. Коцар // Навч. посібн. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, — Дніпро: Середняк Т. К., 2017, — 44 с.
4. Закладний, О.М. Енергозбереження засобами промислового електроприводу [Текст] / О.М. Закладний, А.В. Праховник, О.І. Соловей;— К. : Кондор, 2005. — 408 с. – Библиогр.: - ISBN 966- 7665-23-2.
5. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання X: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.
6. Маляренко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довкілля, енергозбереження. /Під заг. ред. проф. В. А. Маляренка, Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.
7. Енергетичний аудит: конспект лекцій/ С.В. Сапожніков. – Суми: СумДУ, 2011. – 120 с.
9. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / Є.М. Іншеков, Є.Є. Нікітін, М.В. Тарновський, А.В. Чернявський. – К.: Поліграф плюс, 2014. – 238 с.

6.2. Допоміжні джерела

10. Типова методика енергетичних обстежень промислових підприємств М0013184.0.33-04. – Київ, 2004. – 80 с.
 11. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
 12. ДСТУ БВ.2.2-39:2016. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. <https://advansys.ua/wpcontent/uploads/2022/07/DSTU-B-V.2.2-39-2016-Metodi-ta-etapi-provedennya-energetichnogo-auditu-budivel.pdf>.
 13. Методика визначення енергетичної ефективності будівель. Нак. Мінрегіон №169 від 11.07.2018.
 14. Зеркалов Д.В. Енергозбереження в Україні. [Електронний ресурс] Монографія.– К.: Основа, 2012.
 15. Маляренко В.А., Лисак Л.В. Енергетика, довкілля, енергозбереження. /Під заг. ред. проф. В. А. Маляренка, Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.
- ### 6.3. Інформаційні ресурси
16. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/tichni-tame.pdf>
 17. Офіційний сайт Верховної Ради України – Режим доступу: <http://www.zakon.rada.gov.ua>