



Захист навколишнього середовища в енергетиці

Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>142 Енергетичне машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС (120 годин), 27 години лекцій, 18 годин практичні заняття, 75 годин самостійна робота</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/модульна контрольна/ргр</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доцент, Новаківський Євген Валерійович, 067 798 10 37</i> Практичні: <i>к.т.н., доцент, Новаківський Євген Валерійович, 067 798 10 37</i>
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс : login.kpi.ua https://drive.google.com/drive

Програма навчальної дисципліни

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

Обирати оптимальні технічні рішення з очищення забруднених газових потоків, що утворюються на енергетичних підприємствах, що забезпечать експлуатацію обладнання згідно українських та міжнародних екологічних нормам з максимальним ККД.

Мета кредитного модуля.

Метою кредитного є формування у студентів здатностей (компетентностей):

Загальні компетентності

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 16. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ФК 3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.

ФК 13. Розуміння принципів технологічних процесів виробництва, які мають негативний вплив на довкілля та здатність запропонувати заходи, щодо зменшення цього впливу.

ФК 15. Здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей обладнання, процесів і матеріалів в галузі енергетичного машинобудування.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ПРН 1. Розуміння нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідків інженерної практики.

ПРН 6. Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування .

ПРН 9. Застосовувати нормативні документи і правила техніки безпеки для спеціальності 142 Енергетичне машинобудування відповідних спеціалізацій.

ПРН 24. Розуміти принципи технологічних процесів виробництва, які мають негативний вплив на довкілля та застосовувати заходи, щодо зменшення цього впливу.

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

Пререквізити: « Парові та водогрійні котли », «Теплообмін в газовому тракті парових котлів», «Тепломасообмін»

Забезпечує : «Переддипломна практика», «Дипломне проектування»

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Введення до курсу. Загальні поняття про екологію.
Тема 1.1. Основні, глобальні
Тема 1.2. Геосфери або земні
Тема 1.3. Людина і біосфера
Тема 1.4. Екологічні аспекти пром та муніципальної енергетики в Україні.
Разом за розділом 1
РОЗДІЛ 2. Основні фактори дії окремих ланок та об'єктів енергетики на елементи біосфери, гідросфери, літосфери, атмосфери.
РОЗДІЛ 3. Санітарно-гігієнічні гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі.
Тема 3.1. Біологічний зміст ГДК та методи їх встановлення. Нормативні значення .
Тема 3.2. Комплексний показник забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів
Модульна контрольна робота, частина 1
Разом за розділом 3
РОЗДІЛ 4. Сучасні методи очищення газових потоків.
Тема 4.1. Методи очищення відпрацьованих газів .
Тема 4.2. Міжнародні та вітчизняні норми токсичних викидів котельного устаткування.
РОЗДІЛ 5. Шкідливі газові викиди котельних установ
Тема 5.1. Механізм утворення газових шкідливих викидів енергетики (CO_2 , CO , SO_x , NO_x та ін.).
Тема 5.2. Санітарно-захисні зони. Визначення , розрахунок та законодавчі акти .
РОЗДІЛ 6. Тверді викиди.
Тема 6.1. Способи зменшення золових викидів на ТЕС.
Тема 6.2. Техніка пилоуловлювання Сухі та мокрі золоуловлювачі.
Тема 6.3. Мокрі золоуловлювачі, скрубера, МС, МВ, електрофільтри.
Розділ 7 Газоподібні викиди

Тема 7.1. Методи зменшення викидів емісії оксидів азоту.
Тема 7.2. Порівняння методів зниження NO _x , прилади застосування на електростанціях.
Тема 7.3 Переробка серністих палив перед спалюванням
Тема 7.4. Методи зменшення викидів оксидів сірки (SO _x).
Тема 7.5 Уловлювання інших шкідливих речовин з димових газів котлов
Разом за розділом 7
Розділ 8. Стічні води ТЕС та їх очистка
Тема 8.1 Класифікація стічних вод ТЕС
Тема 8.2 Вплив стічних вод на природні водосховища
Тема 8.3 Очистка стічних вод від нафтопродуктів
Тема 8.4 Очистка стічних вод від поверхневий нагріву котла
Тема 8.5 Очистка стічних вод від промивок та консервації котла
Тема 8.6 Знешкодження стічних вод гідрозоловидалення
Розділ 9. Сучасні напрямки розробки маловідходних технології в енергетиці.
Тема 9.1 Використання твердих відходів ТЕС
Тема 9.2 Шляхи створення безстічних ТЕС та АЕС
Тема 9.3 Отримання корисних речовин з викидів котлів
Тема 9.4 Використання теплоти скидних вод ТЕС та АЕС для потреб господарства

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова

1. Електронні носії. Розрахунок шкідливих викидів котлів на стадії проектування. В.И,Андрейцев. Киев. Юринком, Интер 1998. 271 с.
2. Основи загальної екології. Г.О.Білявський, Н.Н.Падун, Р.С.Фурдуй, Київ, “Либідь”, 1995, 368 с
3. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України /[Вольчин І. А., Дунаєвська Н. І., Гапонич Л. С., Чернявський М. В., Топал О. І., Засядько Я. І.]. – К.: ГНОЗІС, 2013. – 308 с. (10,0 ум. друк. арк. – 500 прим. – ISBN 978-966-8840-97-5).

Додаткова

4. Екологія та захист іоносфери. Н.Т.Бакка, О.А.Пирський. Київ, КПІ.
5. Основи загальної екології. Г.О.Білявський, Н.Н.Падун, Р.С.Фурдуй, Київ, “Либідь”, 1995, 368 с.
6. Електронні носії. Розрахунок шкідливих викидів котлів на стадії проектування. В.И,Андрейцев. Киев. Юринком, Интер 1998. 271 с.
- 7.

Інформаційні ресурси

1. Кампус <http://login.kpi.ua/>.
2. Бібліотека <ftp://77.47.180.135/>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 1. Введення до курсу. Загальні поняття про екологію. Нормативно правові акти України та Міжнародних організацій.	
1.	Тема 1.1. Основні, глобальні проблеми екології.

	Лекція 1. Основні поняття екології, історія виникнення екології, основні проблеми екології в енергетиці і в глобальному світі.
2.	Тема 1.2. Геосфери або земні оболонки. Лекція 2. Основні оболонки Землі, їх розміри, властивості та роль у житті людини. Тема 1.3. Людина і біосфера. Тема 1.4. Екологічні аспекти промислової та муніципальної енергетики в Україні.
Розділ 2. Основні фактори дії окремих ланок та об'єктів енергетики на елементи біосфери, гідросфери, літосфери, атмосфери	
3.	Тема 2.1. Вугілля. Негативні явища на навколишнє середовище при добуці палива. Лекція 3. Вплив на навколишнє середовище при видобутку вугілля . Вплив на навколишнє середовище при видобутку нафти та газу Тема 2.2. Нафта та газ.
4.	Тема 2.3. Теплове забруднення. . Транспортування палива . Повітряні мережі електропередач. Транспортування енергоресурсів. Лекція 4. Вплив на навколишнє середовище при транспортуванні нафти, газу та електроенергії
РОЗДІЛ 3. Санітарно-гігієнічні гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в атмосфері, робочій зоні та ПДВ. Основні підстави керування якістю природного середовища.	
5.	Тема 3.1. Біологічний зміст ГДК та методи їх встановлення. Нормативні значення ГДК. Лекція 5. Поняття ГДК. Основні фактори що враховуються при визначенні ГДК. Різні типи ГДК Тема 3.2. Комплексний показник забруднення атмосферного повітря.
РОЗДІЛ 4. Механізм утворення шкідливих викидів (твердих та газоподібних) при спалюванні палива. Сучасні методи очищення газових потоків	
6.	Тема 4.1. Методи очищення відпрацьованих газів . Лекція 6. Основні методи очищення димових газів. Розглядаються теоретичні засади абсорбційного, адсорбційного, каталітичного, некаталітичного. Завдання на СРС Вибір та розрахунок мокрих скрубєрів
7.	Лекція 7. Розглядаються методи допалювання, біологічний, радіаційний Тема 4.2. Міжнародні та вітчизняні норми токсичних викидів котельного устаткування.
РОЗДІЛ 5. Шкідливі газові викиди котельних установок. Механізм утворення газових шкідливих викидів енергетики (CO ₂ , CO, SO _x , NO _x та ін.).	
8.	Тема 5.1. Механізм утворення газових шкідливих викидів енергетики (CO ₂ , CO, SO _x , NO _x та ін. Лекція 8. Розглядаються основні механізми утворення шкідливих речовин, таких як SO _x , NO _x , CO та ін., та методи їх пригнічення. Тема 5.2. Санітарно-захисні зони. Визначення , розрахунок та законодавчі акти. Завдання на СРС Методи видалення сірки з палива
РОЗДІЛ 6. Тверді викиди.	
9.	Тема 6.1. Способи зменшення золових викидів на ТЕС.

	Лекція 9. В лекції розглядаються основні властивості золи та чинники, що впливають на її уловлення. Конструкції та принцип дії сухих пилоуловлювачів. Тема 6.2. Техніка пиловловлювання Сухі та мокрі золоуловлювачі. Завдання на СРС Властивості золи.
10.	Тема 6.3. Мокрі золоуловлювачі, скрубера, МС, МВ. Лекція 10. В лекції розглядається теоретичні засади та конструкції обладнання для уловлення твердих часток в мокрих уловлюючих системах. Завдання на СРС Поняття змащуваності та властивості ПАР .
РОЗДІЛ 7. Очистка газових шкідливих викидів на електростанціях . Методи зменшення викидів емісії оксидів азоту.	
11.	Тема 7.1. Методи зменшення викидів оксидів азоту на енергетичних та промислових котлах. Лекція 11. В лекції розглядається теоретичні засади утворення та методи пригнічення, уловлення оксидів азоту в котельних установках. Тема 7.2. Порівняння технологій по утилізації оксидів азоту на прикладі котельного обладнання. Література: [2].стор.67. Завдання на СРС: Методи зниження викидів NO_x Література: [7] 46-54
12.	Тема 7.3. Методи зменшення викидів оксидів сірки в енергетиці. . Література: [8, 7].Стор1-340 Лекція 12. В лекції розглядається теоретичні засади утворення та методи та уловлення оксидів сірки в котельних установках. Завдання на СРС Методи зменшення викидів оксидів сірки в енергетиці Приведені основні технології десульфатизації, знайомство з європейськими нормами CONARAIR 90
Розділ 8. Стічні води ТЕС та їх очистка.	
13.	Тема 8.1 Класифікація стічних вод ТЕС. Лекція 13. В лекції розглядається основні шляхи утворення стічних вод на електростанціях, їх властивості, їх вплив на навколишнє середовище, та шляхи зменшення впливу останнього. Тема 8.2 Вплив стічних вод на природні водосховища. Тема 8.3 Очистка стічних вод від нафтопродуктів. Тема 8.4 Очистка стічних вод від поверхневий нагріву котла. Тема 8.5 Очистка стічних вод від промивок та консервації котла. Література [4]. Стор 122-135 Завдання на СРС Склад стічних та промивочних вод котла
Розділ 9. Сучасні напрямки розробки маловідходних технологій в енергетиці.	
14.	Тема 9.1 Використання твердих відходів ТЕС Лекція 14. В лекції розглядаються концепції новітніх електростанцій з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Шляхи утилізації уловлених шкідливих речовин та їх комерціалізація. Тема 9.2 Шляхи створення безстічних ТЕС та АЕС Тема 9.3 Отримання корисних речовин з викидів котлів Тема 9.4 Використання теплоти скидних вод ТЕС та АЕС для потреб господарства

	Література [4]. Завдання на СРС Комерційне використання відходів електростанції
--	--

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: Знайомство з методами розрахунків витрат шкідливих викидів на ТЕС на стадії проектування та в період експлуатації, оцінка збитків навколишньому середовищу від діяльності енергетичного устаткування, закріплення знань по охороні навколишнього середовища на вміння вибрати та вірно розрахувати природоохоронне устаткування на ТЕС. Ознайомитись з комплексом дій на реальній ТЕС по забезпеченню зниження газових та золових викидів, шляхом раціонального застосування методів організації процесу згорання палива та підбору золоочисного та газоочисного обладнання.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
РОЗДІЛ 2. Основні фактори дії окремих ланок та об'єктів енергетики на елементи біосфери.	
1.	<i>Тема 2.3.</i> Теплові викиди. Практичне заняття 1 Порівняння об'ємів шкідливих викидів при роботі ТЕС та комунальної котельні. Розрахунок теплового забруднення КЕС Література: [3], стр. 23-36. : [17], стор.27 СРС Паливо, види, забруднюючі чинники .
РОЗДІЛ 3. Санітарно-гігієнічні гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі. Основні підстави керування якістю природного середовища.	
2.	<i>Тема 3.1.</i> Біологічний зміст ГДК та стислі відомості про методи їх встановлення. Нормативні значення ГДК. Практичне заняття 2,3 Вимірювання концентрацій діоксиду сірки в ррм та мг/м³ Порівняння концентрацій NO_x з нормами ГДК Розрахунок максимуму приземної концентрації золи та діоксиду сірки. Розрахунок ПДВ летючої золи із димаря ТЕС. Література: [17], стр. 3-8 СРС. Способи зменшення золових викидів на ТЕС
РОЗДІЛ 4. Нормування викидів об'єктів енергетики. Оцінки антропогенного внеску в забруднення атмосфери.	
3.	<i>Тема 4.1.</i> Розрахунок шкідливих викидів. Практичне заняття 4. Розрахунок кількості викидів NO_x при спалюванні мазуту СРС . Розрахунки шкідливих викидів на ТЕС .
РОЗДІЛ 6. Газоочисне устаткування	
4.	<i>Тема 6.1.</i> Способи зменшення золових викидів на ТЕ Практичне заняття 5 Розрахунок масового викиду золи. Література: [17], стр. 16 СРС . Розрахунки викидів на ТЕС . <i>Тема 6.2.</i> Техніка пиловловлювання Сухі та мокрі золоуловлювачі.

	Практичне заняття 6 Вибір золоочисного обладнання при спалюванні твердого палива. Розрахунок батарейних циклонів СРС Вибір та розрахунок батарейних циклонів.
РОЗДІЛ 7. Засоби утилізації шкідливих газових викидів на ТЕС.	
5.	Тема 7.3. Методи зменшення викидів оксидів сірки в енергетиці. Практичне заняття 7,8 Розрахунок розміру санітарно захисної зони Література: [3], стр. 66-70 СРС Засоби зменшення утворення оксидів сірки.
6.	Захист розрахункової роботи

6. Самостійна робота студента

Під час вивчення навчальної дисципліни видами самостійної роботи є підготовка до аудиторних занять (лекційних і та практичних робіт). Полягає в опануванні питань, що винесені на самостійне опрацювання та підготовки конспектів. Перелік питань наведений у таблиці п.5, що визначають зміст лекційних і практичних занять. Час на їх підготовку подано нижче.

В рамках виконання розрахунково-графічної роботи здобувачам вищої освіти пропонується провести розрахунок основних викидів електростанції та підбору обладнання та методів їх пригнічення (уловлення) . Завдання на розрахунково-графічну роботу є індивідуальними. Результати розрахунків потрібно оформити та захистити.

Теми СРС	Кількість годин
:1. Методи зниження викидів NO _x	4
2. Методи зменшення викидів оксидів сірки в енергетиці Приведені основні технології десульфатизації, знайомство з європейськими нормами CONARAIR.	4
3. Склад стічних та промивочних вод котла.	4
4.Способи зменшення золових викидів на ТЕС	4
5. Паливо, види, забруднюючі чинники	4
6. Засоби зменшення утворення оксидів сірки	4
7.Вибір та розрахунок батарейних циклонів	4
8. Вибір та розрахунок мокрих скрубєрів	2
9 Властивості золи.	4
10. Поняття змашуваності та властивості ПАР .	4
11. Комерційне використання відходів електростанції	4
12. Методи видалення сірки з палива	4
Модульна контрольна робота частина	8
Розрахунково-графічна робота	15
Залік	8
Всього	75

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю знань студента з дисципліни:

- виконання та захист практичних робіт;
- виконання МКР;
- календарний контроль (проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог PCO);
- відповідь на заліку.

За результатами навчальної роботи за перші 6 тижнів «ідеальний студент» має набрати 38 балів. На першій атестації (7-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 18 балів.

- За результатами 12 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 72 балів. На другій атестації (13-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не 36.

Рейтинг з дисципліни враховує роботу студента продовж семестру та рівень знань і навичок, виявлених ним на заліку.

Рейтинг з дисципліни формується як сума балів, нарахованих студенту за:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях;
- виконання МКР (дві частини);
- захист практичних робіт;

Види контролю знань студента з дисципліни:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях;
- виконання МКР (дві частини);
- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Відповідь на запитання на лекційних та практичних роботах (Рлпр):

Ваговий бал — 5. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях: $r_1 = 5 \text{ бали} \times 2 = 10 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

5 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **4 бали** — відповідь має несуттєві похибки; **3 бал** — неповна відповідь; **0 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

2. Розрахунково-графічної роботи (Рпр):

Ваговий бал — 30 балів.

Критерії оцінювання:

Виконане завдання надається викладачу на перевірку у електронному вигляді (формат doc або docx) , виконання практичних робіт обов'язкове.

Критерії оцінювання: **27-30 балів** — розрахунково-графічна робота виконана в повному об'ємі, здана та захищена викладачу, **21-26 бали** — розрахунково-графічна робота виконана в повному об'ємі але з помилками, здана та захищена викладачу, **15-21 бали** — розрахунково-графічна робота виконана не в повному об'ємі та з помилками, здана та захищена викладачу , 10-14 розрахунково-графічна робота виконана не в повному об'ємі та з помилками, здана та захищена викладачу, є проблеми в порозумінні.

3. Модульна контрольна робота (МКР-(Рмкр))

Проводиться дві частини МКР. Ваговий бал кожної частини — 30. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_2 = 2 \times 30 = 60 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

29-30 балів — повна вірна відповідь на завдання; **24..27 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **19...23 бали** — неповна відповідь; **15..18 бали** — неповна відповідь з несуттєвими недоліками; **0...15 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

Максимальна кількість балів $R = R_{пр} + R_{лпр} + R_{мкр} = 10 + 30 + 60 = 100 \text{ балів}$.

Заохочувальні бали

– участь у наукових та/або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозиумах за тематикою курсу — 5 балів (при умові виконання розрахунково-графічної роботи).

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені практичні роботи, виконання МКР та загальний бал за всі види робіт не менше 25 балів.

До заліку допускаються студенти, які за результатами поточного контролю набрали не менше 25 балів. За результатами заліку студент може набрати 60 балів.

В разі підвищення оцінки застосовується «м'яка» РСО – здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом

Студенти виконують і захищають залікову роботу, яка складається з трьох теоретичних питань.

Залік проводиться в усній формі. Перелік питань наведений у додатку до силабусу дисципліни. Всі питання оцінюються по 20 балів. Тобто, максимальна кількість балів за виконану залікову роботу: $R_z = 20 + 20 + 20 = 60$ балів.

Критерії оцінювання:

Кожне питання залікової роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18-20 балів;
- достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 15-19 балів;
- неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 10-14 балів;
- незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше 10 балів.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_D):

Таким чином, максимальна кількість балів за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_c = R_{np} + R_{лпp} + R_z + R_3 = 30 + 10 + 60 = 100 \text{ балів},$$

Необхідною умовою допуску до заліку є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС та стартовий рейтинг не менше $0,25 \times R_c = 25$ балів.

Якщо в продовж семестру студент отримав більше 60 балів, він має право отримати оцінку «автоматом» згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою (див. нижче).

Студенти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 25 балів або не виконали умов допуску на залік, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Залікова складова R_3 шкали дорівнює: $R_c = 40$ балів (не враховуються бали з МКР)

Якщо студент бажає підвищити свій заліковий бал отриманий за семестр, він складає залік. Здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи, при цьому рейтингові бали анулюються окрім балів за індивідуальне завдання.

Таким чином, максимальна кількість балів при здачі заліку (у стартовій складовій не враховуються бали за модульні контрольні) за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_c + R_3 = 60 + 40 = 100 \text{ балів}.$$

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

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право і можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (детальніше: https://osvita.kpi.ua/2020_7-170, https://document.kpi.ua/files/2020_7-170.pdf).

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (детальніше: <https://kpi.ua/code>).

6. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

1. Дистанційне навчання:

В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний кампус». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять. Заняття проходять з використанням сучасних ресурсів проведення онлайн-зустрічей (організація відео-конференцій на платформі Zoom).

2. Навчання в умовах правового режиму воєнного стану:

- передбачає проведення усіх видів занять дистанційно (з використанням синхронної або асинхронної моделі освітньої взаємодії), у відповідності до Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі та Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського;

- кінцеві терміни виконання індивідуальних завдань і завдань самостійної роботи переносяться на кінець семестру (з обов'язковим виконанням і захистом);

- у рейтингову систему оцінювання вносяться зміни стосовно нарахування штрафних балів за не своєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

3. Для студентів існує можливість зарахування (у вигляді додаткових балів до рейтингу до 20 балів):

- сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни;
- сертифікатів, які підтверджують участь у науково-практичних і наукових конференціях за тематикою дисципліни;
- публікація статті у науковому журналі за тематикою дисципліни.

– **Список теоретичних питань до модульної контрольної роботи** 2.Характеристика геосфер
землі- гідросфера

1. Характеристика геосфер землі- атмосфера
2. 4.Методи видобуту вугілля та забруднення навколишнього середовища.
3. 5.Забруднення при видобутку нафти та газу.
4. 6.Основні методи очищення забруднень газового потоку (абсорбція, , термічне спалювання, біохімічні, каталітичний, радіаційні.)
5. Основні методи очищення забруднень газового потоку (адсорбція, , мембранні методи, некаталітичний метод .
6. Шляхи зменшення зольних викидів в атмосферу:
7. а) Принцип дії пилоосадних камер. Переваги та недоліки
8. б) Принцип дії циклонів. Переваги недоліки
9. Шляхи зменшення зольних викидів в атмосферу:
а) Принцип дії інерційних пилоуловлювачів. Переваги недоліки
б) Принцип дії батарейних циклонів. Переваги недоліки
- 9.Властивості забруднених газів. Методи оцінки забрудненості. Властивості вугільної золи.
10. Прямоточний циклон. Вихровий пило уловлювач.
11. Процес осадження капель з пилю (золою) .
12. Конструкція та принцип дії мокрих скрубєрів (з насадкою, барботажних)
13. Типи електрофільтрів, їх конструкції та принцип дії.
14. Тканеві та рукавні фільтри.
15. Граничнодопустимі концентрація шкідливих речовин.
16. Шляхи зменшення викидів SO₂
17. Шляхи зменшення викидів NO_x
18. Основні види забруднювачів води на ТЕС та їх вплив на навколишнє середовище
19. Основні методи очистки забруднених вод на ТЕС.

Визначення :

Граничнодопустима концентрація (її різновиди сд, мр, рз)

Граничнодопустимі викиди (від чого залежать)

Запиленість газового потоку

Прямої спосіб визначення запиленості

Косвенний спосіб визначення запиленості

Фракційний склад запиленості потоку.

– **Список теоретичних питань до заліку**

- 1.Характеристика геосфер землі- гідросфера
- 2.Характеристика геосфер землі- атмосфера
- 3.Методи видобуту вугілля та забруднення навколишнього середовища.
- 4.Забруднення при видобутку нафти та газу.
- 5.Основні методи очищення забруднень газового потоку (абсорбція, , термічне спалювання, біохімічні, каталітичний, радіаційні.)
6. Основні методи очищення забруднень газового потоку (адсорбція, , мембранні методи, некаталітичний метод .
7. Шляхи зменшення зольних викидів в атмосферу:

- а) Принцип дії пилоосадних камер. Переваги та недоліки
 - б) Принцип дії циклонів. Переваги недоліки
8. Шляхи зменшення зольних викидів в атмосферу:
- а) Принцип дії інерційних пилоулавлювачів. Переваги недоліки
 - б) Принцип дії батарейних циклонів. Переваги недоліки
9. Властивості забруднених газів. Методи оцінки забрудненості. Властивості вугільної золи.
10. Прямоточний циклон. Вихровий пило уловлювач.
11. Процес осадження капель з пилю (золою) .
12. Конструкція та принцип дії мокрих скрубєрів (з насадкою, барботажних)
13. Типи електрофільтрів, їх конструкції та принцип дії.
14. Тканеві та рукавні фільтри.
15. Граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин.
16. Шляхи зменшення викидів SO₂
17. Шляхи зменшення викидів NO_x
18. Основні види забруднювачів води на ТЕС та їх вплив на навколишнє середовище
19. Основні методи очистки забруднених вод на ТЕС.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцентом, Новаківським Євгеном Валерійовичем

Ухвалено: кафедрою АЕ (протокол № 26 від 23.06. 2025 р.)

Погоджено: Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 9 від 27. 06. 2025 р.)