



НАЗВА КУРСУ

Екологічні аспекти теплоенергетики

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 Електронна інженерія</i>
Спеціальність	<i>144 Теплоенергетика</i>
Освітня програма	<i>Назва</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Діф. залік</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н. академік АБ України Сігал Олександр Ісакович, engecology.com ₁ Семінарські: к.т.н. академік АБ України Сігал Олександр Ісакович
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom, тощо)

Програма навчальної дисципліни

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

Основною метою навчальної дисципліни «Екологічні аспекти теплоенергетики» є отримання аспірантами знань з екологічних проблем теплоенергетики та шляхи їх розв'язань. Прослухавши курс аспірантури вміти самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати задачі низько вуглецевої та вогневої теплоенергетики з пригнічення утворення токсичних речовин в паливоспалюючому обладнанні, методів та технічних засобів пило газоочищення, методів та засобів вимірювання. А також, виконувати дослідження і розрахунки, робити обґрунтовані висновки при дослідженні екологічних процесів в енергетичних установках та системах та нових джерелах енергії.

¹ Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

ЗДАТНІСТЬ:

- формулювати, аналізувати та вирішувати екологічні задачі в елементах енергетичного устаткування: котли, пальники, газові турбіни, газопоршневі двигуни;
 - розраховувати процеси утворення токсичних речовин в сучасних та перспективних енергетичних установках;
 - -ЗК 1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
 - ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
 - ФК1 Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів;
 - ФК 2 Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних та хіміко-фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів;
 - ФК 5 Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері хімії горіння, прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.
- Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- закономірностей утворення та розраду токсичних речовин у процесах горіння УМІННЯ:
- самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати екологічні задачі в енергетичному устаткуванні.

- ПРН 9 Вміння застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження хіміко-фізичних явищ і наукоємних технологій.
- ПРН 11 Вміння знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій;
- ПРН 12 Вміння класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики;
- ПРН 13 Вміння організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди.

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

Вивчення курсу «Екологічні аспекти теплоенергетики» базується, на таких курсах: «Неорганічна хімія», «Фізика», «Теорія горіння», «Хімічна фізика». Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Екологічні аспекти теплоенергетики» можна використовувати в подальшому під час навчання спеціалізованих дисциплін фізико-енергетичного циклу, що забезпечує індивідуальну наукову роботу аспірантів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Надається перелік розділів і тем всієї дисципліни.

Розділ 1 Екологічне законодавство ЄС та України.

Тема 1.1 Стратегії та плани

Тема 1.2 НПСВ

Розділ 2 Зміна клімату та кліматичне законодавство.

Тема 2.1 СТВ

Тема 2.2 СВAM

Розділ 3 Екологія енергетики.

Тема 3.1 Сонячної

Тема 3.2 Вітряної

Тема 3.3 Геотермальної

Тема 3.4 Біомаса

Тема 3.5 Біогаз та штучні гази

Тема 3.6 Вугільнаенергетика

Тема 3.7 Газ та мазут

Тема 3.8 Паливо з ТПВ

Розділ 4 Екологія теплоенергетики.

Тема 4.1 Основні забруднюючі речовини та їх утворення.

4.1.1. Оксиди азоту (механізм утворення оксидів азоту при горіння)

4.1.2. Оксиди сірки

4.1.3. Пил та зола

Розділ 5. Методи запобігання утворенню оксидів азоту.

Розділ 6. Методи приладного контролю

Розділ 7. Методи газоочищення.

Розділ 8. Водогрійні, парові котли, газові турбіни, газопоршневі двигуни, викиди та методи зниження.

Розділ 9. Основи енергетичного та енерго-екологічного аудиту в теплоенергетиці.

Розділ 10. Екологічна безпека.

IV

2. Утворення бензопірену при спалюванні газу та мазуту з різними конструктивними та режимно-технологічними зі зниження викидів забруднюючих речовин у довкілля.
3. Вплив конструктивних та режимно-технологічних заходів на економічність роботи котлів.

Література

1. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетичні установки та економічні аспекти виробництва енергії // Київ, Політехніка. – 2003. – 233 с.
2. Енякин Ю.П. Котлер В.Р. Технологические методы сокращения выбросов оксидов азота // Энергетик. 1990. - №8. – С.17-20.
3. Кормилицын В.И., Кудрявцев Н.Ю. Подавление оксидов азота в продуктах сгорания природного газа впрыском воды в зону горения // Химическая физика процессов горения и взрыва. Горение гетерогенных и газовых систем: Материалы IX Всесоюз. Симпозиума по горению и взрыву. 19-24 ноября 1989 г. Суздаль. – Черногоровка. 1989. – С. 42-44, 140-142.
4. Кормилицын В.И., Тишина Т.А. Хмелевская Н.Д. Исследование влияния режимных мероприятий на содержание окислов азота в дымовых газах котлов ТГМП-204 и ТПП-312 А // Теплоэнергетика. 1981. - №6. – С. 26-28.

3.1. Повнота згорання палива.

3.2. Аеродинамічні втрати у тракті рециркуляції димових газів котла.

3.3. Втрати теплоти з газами, що відходять при зміні обсягу вологи в зоні горіння (прикладі розрахунків).

3.4. Втрати з тягою та дуттям.

4. Симбіоз технологічних методів зниження утворення забруднюючих речовин та переваги і недоліки такого поєднання.

Література

1. Волков Э.П., Кормилицын В.И., Збраилов И.Г., Тишина Т.А. Экспериментальное исследование влияния режимных и конструктивных факторов на концентрации оксидов азота в дымовых газах паровых котлов при сжигании газа и мазута // Оксиды азота в продуктах сгорания и их преобразование в атмосфере. Киев: Наукова думка, 1987. – С. 20-27.
2. Гохберг Ж.-Г.Л., Захаров М.С. Методы и приборы автоматического контроля выбросов ТЭС. М.: Энергоатомиздат. 1986. – 146 с.
3. Енякин Ю.П. Котлер В.Р. Технологические методы сокращения выбросов оксидов азота // Энергетик. 1990. - №8. – С.17-20.

4. Кормилицын В.И. Оптимизация технологических методов подавления оксидов азота при сжигании топлива в паровых котлах // Теплоэнергетики. 1989. – №3 – С. 15-18.
5. Кормилицын В.И., Тишина Т.А., Потепалова И.П., Збраилов И.Г. Определение концентраций вредных веществ (окислов азота, серы и бенз(а)пирена) при горении твердого и жидкого топлива // Процесс горения и газификации твердого топлива. М.: ЭНИН им. Г.М. Кржижановского, 1983. – С. 125-135.
6. Снижение выбросов окислов азота от энергетических установок путем ввода воды в зону горения факела / В.С. Авдудевский, У.Г. Пирумов, А.И. Папуша, В.А. Григорьев и др. // Охрана окружающей среды от выбросов энергетических установок. Моск. энерг. ин-т. 1984. Вып. 50. – С. 3-19.

5. Екологічне ранжування конструктивних та режимно-технологічних рішень для зниження викидів забруднюючих речовин з димовими газами котлів.

Література

1. В.И. Кормилицын. Экологические аспекты сжигания топлива в паровых котлах // М. Издательство МЭИ, 1998. - 335 с.

IV

2. Основні процеси утворення шкідливих речовин при спалюванні палива у газомазутних парових котлах.

2.1. Основні положення для проведення розрахункового аналізу процесів спалювання палива.

Література

1. Дубовский И.Е., Компанец В.В., Шемякин П.А. Об учете влияния на теплообмен характера температурных полей в поперечных сечениях топки // Теплоэнергетика. 1984. – №2. – С. 58-61.
2. Карасина Э.С., Шрого З.Х., Александрова Т.С., Боревская С.Е. Алгоритм и программа зонального расчета теплообмена в топочных камерах паровых котлов // Теплоэнергетика. М., 1982. – № 7. – С. 42–50.
3. Кормилицын В.И. Оптимизация технологических методов подавления оксидов азота при сжигании топлива в паровых котлах // Теплоэнергетики. 1989. – №3 – С. 15-18.
4. Папуша А.И., Пирумов У.Г., Прохоров М.Б. Газовая динамика процессов образования и распространения токсичных компонент // Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа. 1981. –№ 1. – С. 26-30.
5. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод) / Под. ред. Н.В. Кузнецова. М.: Энергия. 1973. – 296 с.

2.2. Термодинамічний розрахунок рівноважного складу продуктів згорання палива.

Література

1. Волков Э.П., Кормилицын В.И., Кудрявцев Н.Ю. Расчет оксидов азота при равновесных и неравновесных химических превращениях в высокотемпературном потоке продуктов сгорания // Оксиды азота в продуктах сгорания и их преобразование в атмосфере. Киев: Наукова думка. 1987. – С. 31-39.
 2. Кондратьев В.Н. Никитин Е.Е. Химические процессы в газах. М.: Наука. 1981. – 262 с.
 3. Папуша А.И., Пирумов У.Г., Прохоров М.Б. Газовая динамика процессов образования и распространения токсичных компонент // Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа. 1981. – № 1. – С. 26-30.
 4. Самуйлов Е.В., Рождественский И.В. Цителури Н.П. Процессы образования окиси азота при сжигании топлива // Окислы азота в продуктах сгорания топлив. Киев.: Наукова думка. 1981. – С. 42-47.
 5. Термодинамические свойства индивидуальных веществ / под ред. В.П. Глушко. Т.2. М.: Изд-во АН СССР. 1962 – 916 с.
- 2.3. Параметри процесу спалювання та його екологічні характеристики.
- 2.4. Склад продуктів спалювання палива при розрахунку потоку з нерівноважними хімічними реакціями.

Література

1. Волков Э.П., Кормилицын В.И., Кудрявцев Н.Ю. Расчет оксидов азота при равновесных и неравновесных химических превращениях в высокотемпературном потоке продуктов сгорания // Оксиды азота в продуктах сгорания и их преобразование в атмосфере. Киев: Наукова думка. 1987. – С. 31-39.
 2. Камзолов В.Н., Пирумов У.Г. Расчет неравновесных течений в соплах // Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа. 1966. – №6. – С.32-34.
 3. Папуша А.И., Пирумов У.Г., Прохоров М.Б. Газовая динамика процессов образования и распространения токсичных компонент // Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа. 1981. –№ 1. – С. 26-30.
 4. Термодинамические свойства индивидуальных веществ / под ред. В.П. Глушко. Т.2. М.: Изд-во АН СССР. 1962 – 916 с.
3. Математична модель процесів утворення та трансформації забруднюючих речовин в продуктах спалювання газу та мазуту.

Література

1. Волков В.А., Мусин В.Р., Прохоров М.Б. Численный метод решения системы конечно-разностных уравнений химической кинетики // Вычислительные аспекты решения задач охраны окружающей среды. М.: МАИ. 1988. – С. 4-11.

2. Камзолов В.Н., Пирумов У.Г. Расчет неравновесных течений в соплах // Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа. 1966. – №6. – С.32-34.

3.1. Узагальнений кінетичний механізм горіння метано-повітряної суміші та емісії шкідливих речовин в продуктах спалювання палив.

Література

1. Барановский С.И., Надворский А.С., Ромашкова Д.Д. Простая одномерная модель влияния загрязненности воздуха на сверхзвуковое горение // Физика горения и взрыва. 1988. – №6. – С.42-51.
2. Басевич В.Я., Володин В.П., Когарко С.М., Перегудов Н.И. Сравнительные кинетические расчеты турбулентного горения воздушных смесей водорода и метана // Физика горения и взрыва. 1986. – Т. 22 – №3. – С. 44-50.
3. Басевич В.Я. Детальные кинетические механизмы горения гомогенных газовых смесей с участием кислородсодержащих окислителей // Успехи химии. 1987. – Т. LVI. – Вып. 5. – С. 705-731.
4. Буркова А.В. Разработка методов снижения выхода оксидов азота для высокофорсированных энергетических установок на газовом топливе // Дисс ... кан. техн. наук. М., 1989. – 231 с.
5. Варнатц Ю. Константы скорости реакций с участием частиц, содержащих атомы С, Н и О // Химия горения / Под. ред. У. Гардинера. М.: Мир, 1988. – С. 209-308.
6. Кондратьев В.Н. Никитин Е.Е. Химические процессы в газах. М.: Наука. 1981. – 262 с.
7. Кудрявцев Н.Ю. Численный анализ образования оксидов азота в метано-воздушном пламени для различных кинетических механизмов горения // Тр. Моск. энерг. ин-та. 1991. – Вып. 632. – С. 12-17.
8. Росляков П.В. Исследование механизмов образования оксидов серы и азота в топках с пресекающимися струями // Дисс ... кан. техн. наук. М., 1979. – 256 с.
9. Росляков П.В. Механизм влияния добавок воды и влагосодержания топлива на образование термических и топливных оксидов азота // Изв. вузов. Энергетика. 1988. - №7. – С. 59-63.
10. Росляков П.В. Расчет образования топливных оксидов азота при сжигании азотсодержащих топлив // Теплоэнергетика. 1986. – №1. – С. 37-41.
11. Bechtel J.H., Blint R.J., Dasch C.J., Weinberder D.A. Atmospheric pressure premixed hydrocarbon air flames: Theory and experiment // Combustion and flame. 1981/ - Vol. 42. - №2. – P. 197-213.
12. Cowell L.H., Lefebvre A.H. Influence of pressure autoignition characteristics of gaseous hydrocarbon – air mixtures // SAE Tech. Pap. Ser. 1986/ N 86068. – 11 p.
13. Jensen D.E., Jones G.A. Reaction rate coefficients for flame calculations // Combustions and flame. 1978. – Vol. 32. - №1. – P. 1-34.

14. Marteney P.J. Analytical study of the kinetic of formation of nitrogen oxide in hydrocarbon air combustion // *Combustion Science and Technology*. 1970. – Vol.1. - №6. – P. 461-469.
 15. Millins B.P. Studies of the spontaneous ignition of fuels injected into a hot air stream. IV Ignition delay measurements on some gaseous fuels at atmospheric and reduced static pressures // *Fuel*. 1953. – Vol. 32. - №3. – P. 343-362.
 16. Miganchi T., Mori Y., Yamaguchi T. Effect of stream addition on NO formation. 18th International Symposium on Combustion. The Combustion Institute. Pitsburg. 1981. - 43 p.
 17. Tsaisaronis G. Preduction of propagating laminar flames in methane, oxygen, nitrogen mixtures // *Combustion and Flame*. 1978. - Vol. 33. - №3. – P. 217-219.
 18. Westbrook C. Chemical kinetics of hydrocarbon oxidation in gaseous detonations // *Combustion and Flame*. – 1982. – Vol. 46. - №2. – P. 191-210.
 19. Westbrook C., Dryer F. Chemical kinetic modeling of hydrocarbon combustion // *Progress in energy and combustion science*. 1984. – Vol. 10 - №1. – P. 1-57.
- 3.2. Параметричний аналіз процесу спалювання. (Детальний кінетичний механізм горіння метану у повітрі).

Література

1. Басевич В.Я., Володин В.П., Когарко С.М., Перегудов Н.И. Сравнительные кинетические расчеты турбулентного горения воздушных смесей водорода и метана // *Физика горения и взрыва*. 1986. –Т. 22 – №3. – С. 44-50.
2. Басевич В.Я. Детальные кинетические механизмы горения гомогенных газовых смесей с участием кислородсодержащих окислителей // *Успехи химии*. 1987. – Т. LVI. – Вып. 5. – С. 705-731.
3. Баубеков К.Т. Разработка экспресс-способа сокращения выбросов оксидов азота путем ступенчатого сжигания природного газа в топках котлов с однофронтальной многоярусной компоновкой горелок // *Дисс... кан. техн. наук*. Ташкент, 1989. – 220 с.
4. Бахирев В.И. Исследование образования «Воздушных окислов» азота при горении органических топлив // *Промышленная энергетика*. – 1986. №3. – С. 29-32.
5. Билджер Р.В. Турбулентное струйное диффузионное пламя // *Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени* / Под ред. Н.А. Чигира. М.: Машиностроение. 1981. – С. 168-216.
6. Боумэн К.Т. Кинетика образования и разложения загрязняющих веществ при горении // *Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени* / Под ред. Н.А. Чигира. М. Машиностроение. 1981. – С. 59-83.

7. Буркова А.В. Разработка методов снижения выхода оксидов азота для высокофорсированных энергетических установок на газовом топливе // Дисс ... кан. техн. наук. М., 1989. – 231 с.
8. Гохберг Ж.-Г.Л. Увеличение экономичности и экологической чистоты тепловых электростанций при управлении выбросами // Дисс. ...доктора техн. наук. М. 1987 – 478 с.
9. Локачев Л.А. Кинетика образования NO_x в метановоздушных пламенах // Химическая физика. 1983. - №8. – С. 1085-1091.
10. Самуйлов Е.В., Рождественский И.В., Цятелури И.Н. Процессы образования окиси азота при сжигании топлив // Окислы азота в продуктах сгорания топлив. Киев: Наукова думка. 1981. – С. 42-47.
11. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. Л.: Недра. 1988. 312 с.
12. Marteney P.J. Analytical study of the kinetic of formation of nitrogen oxide in hydrocarbon air combustion // Combustion Science and Technology. 1970. – Vol.1. - №6. – P. 461-469.
13. Millins B.P. Studies of the spontaneous ignition of fuels injected into a hot air stream. IV Ignition delay measurements on some gaseous fuels at atmospheric and reduced static pressures // Fuel. 1953. – Vol. 32. - №3. – P. 343-362.

V. 1. Вплив режимно-технологічних факторів при факельному спалюванні палива на утворення та розпад шкідливих речовин у топці котла.

Література

1. Адамов В.А. Сжигание мазута в топках котлов. Л.: Недра, 1989. – 304 с.
2. Ахмедов Р.Б., Цирульников Л.М. Технология сжигания горючих газов и жидких топлив. Л.: Недра, 1984. – 238 с.
3. Буйнявичус К.Э. Повышение эффективности воздействия рециркуляции дымовых газов в топку газомазутного котла на снижение образования окислов азота // Автореф. дисс. ... кан. техн. наук. Каунас, 1985. – 20 с.
4. Васильев В.П., Цирульников Л.М., Кадыров Р.А., Конюхов В.Г. О некоторых особенностях образования токсичных и агрессивных продуктов горения газа и мазута // Теплоэнергетика. 1983. - №3. – С. 60-62.
5. Теория топочных процессов / Г.Ф. Кнорре, К.М. Арефьев, А.Г.Блох и др. // М.-Л. : Энергия. 1966. – 492 с.

1.1. Характерні умови спалювання природного газу в топках парових котлів.

Література

1. Басевич В.Я., Володин В.П., Когарко С.М., Перегудов Н.И. Сравнительные кинетические расчеты турбулентного горения воздушных смесей водорода и метана // Физика горения и взрыва. 1986. –Т. 22 – №3. – С. 44-50.
2. Волков В.А., Мусин В.Р., Прохоров М.Б. Численный метод решения системы конечно-разностных уравнений химической кинетики // Вычислительные аспекты решения задач охраны окружающей среды. М.: МАИ. 1988. – С. 4-11.
3. Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. М.-Л.: АН СССР. 1947. – 147 с.
4. Исмаилов Э.Я., Папуша А.И., Черновский С.М. Равновесно-кинетический метод расчета содержания оксида азота в продуктах сгорания // Оксиды азота в продуктах сгорания и их преобразование в атмосфере. Киев.: Наукова думка. 1987. – С. 46-51.
5. Кудрявцев Н.Ю. Численный анализ образования оксидов азота в метано-воздушном пламени для различных кинетических механизмов горения // Тр. Моск. энерг. ин-та. 1991. – Вып. 632. – С. 12-17.
6. Образование окислов азота в топках котельных агрегатов / И.Я. Сигал, А.В. Марковский, Н.А. Гуревич // Теплоэнергетика. 1971. - №4. – С. 57-60.
7. Рихтер Л.А., Волков Э.П., Кормилицын В.И. Образование окислов азота в топках паровых котлов // Охрана окружающей среды от промышленных выбросов. Моск. энерг. ин-т. 1980. - Вып. 508. – С. 5-13.
8. Сполдинг Д.Б. Горение и массообмен. М. Машиностроение. 1985. – 240 с.
9. Тагер С.А., Калмару А.М. Основные закономерности и приближенный расчет образования окислов азота при сжигании мазута в парогенераторах // Теплоэнергетика. 1977. - №5. – С. 56-64
10. Хзмалян Д.М. Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства. М.: Энергия, 1976, 488 с.
11. Хзмалян Д.М. Теория топочных процессов: Учеб. пособие для вузов по спец. «Котло- и реакторостроение». М.: Энергоатомиздат. 1990. – 351 с.
12. Хмыров В.И. Некоторые принципы построения инженерной методики расчета перехода азота топлива в окислы // Пути снижения пылегазовых выбросов тепловых электростанций. М.: Изд-во ЭНИН им. Г.М. Кржижановского, 1983. – С. 4-12.
13. Хмыров В.И., Панченко Т.Я. Влияние рециркуляции продуктов сгорания и двухступенчатого сжигания на выход топливных окислов азота // Теплоэнергетика. 1982. - №7. – С. 37-40.
14. Цирульников Л.М. Подавление токсичных продуктов сгорания природного газа и мазута в котельных агрегатах. М.: ВНИИЭГазпром. 1977. – 60 с.

1.2. Просторово-часові характеристики горіння газового струменя у повітряному потоці.

Література

1. Билджер Р.В. Турбулентное струйное диффузионное пламя // Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени / Под ред. Н.А. Чигира. М.: Машиностроение. 1981. – С. 168-216.
2. Билджер Р.В. Турбулентные течения предварительно не перемешанных реагентов // Турбулентные течения реагирующих газов / Под ред. П.А. Либби, Ф.А. Вильямса. М.: Мир, 1983. – С. 100-165.
3. Кузнецов В.Р., Сабельников В.А. Турбулентность и горение. М.: Наука, 1986. – 288 с.
4. Методы расчета турбулентных течений / Под ред. В. Кольмана. М.: Мир, 1984. – 464 с.
5. Спейшер В.А. Сжигание газа на электростанциях и в промышленности. М.: Энергия. 1967. – 252 с.
6. Elghobashi S.E., Pun W.M. A theoretical and experimental study of turbulent diffusion flames in cylindrical furnaces / In: Fifteenth Symposium (Int.) on Combustion. The Combustion Institute Pittsburg. 1974. – P. 1353-1365.

1.3. Початкові та граничні умови. Особливості чисельного методу вирішення системи рівнянь горіння газу у повітряному потоці.

Література

1. Пирумов У.Г., Росляков Г.С. Течение газа в соплах. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – 288 с.
2. Lockwood F.C., Odidi A.O. Measurements of mean, root-mean square and energy spectrum of fluctuating temperature in a round, free, turbulent diffusion flame // The Combustion Institute, European Symposium. – 1973. – P. 507-511.
3. Summer H.T., Stojanoff C.G. Numerical prediction and experimental investigation of a premixed methane-air flame // Proc. 2-nd Symposium on turbulent shear flows. London: Imperial College. 1979. – 20 p.
4. Summer H.T. A turbulent flame experiment and in modelling // Journal of non-equilibrium thermodynamics. 1982. - Vol. 7. – P. 55-70.

1.4. Рециркуляція димових газів, як метод пригнічення утворення оксидів азоту.

Література

1. Буйнявичус К.Э. Повышение эффективности воздействия рециркуляции дымовых газов в топку газомазутного котла на снижение образования окислов азота // Автореф. дисс. ... кан. техн. наук. Каунас, 1985. – 20 с.

2. Косинов О.И. Исследование влияния интенсификации теплообмена на образование оксидов азота// Дисс... канд. техн. наук. Киев. 1976. – 156 с.
3. Котлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов. М.: Энергоатомиздат. – 1987. – 141 с.
4. Оптимизация систем рециркуляции газов с целью снижения выбросов окислов азота / А.Д. Горбатенко, Ю.П. Енякин, Е.В. Божевольнова и др. // Электрические станции. 1982. - №10. – С. 11-13.

1.4.1. Врахування внутрішньої рециркуляції продуктів горіння у факел та розрахунок концентрацій оксидів азоту при горіння природного газу.

Література

1. Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. М.-Л.: АН СССР. 1947. – 147 с.
2. Gear C.W. The automatic integration of ordinary differential equations // Communications of the ACM. – 1971. – Vol. 14. - #3. – P. 176–180.

1.5. Вплив води та пари в зоні горіння палива, якість вигорання палива та утворення шкідливих речовин.

Література

1. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. Л.: Недра. 1988. – 312 с.
2. Снижение выбросов окислов азота от энергетических установок путем ввода воды в зону горения факела / В.С. Авдуевский, У.Г. Пирумов, А.И. Папуша, В.А. Григорьев и др. // Охрана окружающей среды от выбросов энергетических установок. Моск. энерг. ин-т. 1984. Вып. 50. – С. 3-19.
3. А.с. 1076700. МКИ³ F 23 C 11/00. Способ сжигания топлива / В.С. Авдуевский, Э.П. Волков, В.А. Григорьев, В.И. Кормилицын и др. 1984. Бюл. №8.
4. А.с. 1252611. МКИ⁴ F 23 C 11/00. Способ сжигания топлива / В.С. Авдуевский, Э.П. Волков, В.А. Григорьев, В.И. Кормилицын и др. 1986. Бюл. №31.

2. Особливості спалювання мазуту в котлах.

2.1. Фізична модель групового горіння розпиленого мазуту.

Література

1. Енякин Ю.П., Усман Ю.М. Исследование траекторий и выгорание мазутных капель в топке энергетического котла с использованием математической модели // Инженерно-физический журнал. 1987. - №3 – С. 450-458.

2. Кормилицын В.И., Кудрявцев Н.Ю. Физическая модель горения распыленного жидкого топлива // Топливоиспользование и охрана окружающей среды. Моск. энерг. ин-т. 1985. – Вып. 74. – С. 31-37.
3. Кормилицын В.И., Кудрявцев Н.Ю. Дробление, испарение и горение капель в воздушном потоке при сжигании жидкого топлива. М., 1987. – 13 с.
4. Теория топочных процессов / Г.Ф. Кнорре, К.М. Арефьев, А.Г. Блох и др. М. – Л.: Энергия, 1966. – 492 с.
5. Chigier N.A., Creath C.G. Combustion of droplets in sprays // Acta Astronautica. 1974. – Vol.1. - # 5-6. – P. 687-710.
6. Cowell L.H., Lefebvre A.H. Influence of pressure autoignition characteristics of gaseous hydrocarbon – air mixtures // SAE Tech. Pap. Ser. 1986. - N 86068. – 11 p.
7. Khalil E.E., Whitelaw J.H. Aerodynamic and thermal characteristics of Kerosene-Spray Flames // 16th Symposium (International) on Combustion. 1976. – P. 638-347.
8. Mellor R., Chigier N.A., Beer J.M. Pressure jet spray in air stream // Paper. ASME. 1970. - #101. – P. 20-31.
9. Spray group combustion / H.H. Chiu, R.K. Ahiuvalia, B. Koh, E.T. Croke // AIAA Paper. 1978. - #75. – P. 1-10.
10. Suzuki T., Chiu H.H. Multi-droplet combustion of liquid propellant – Proc. of 9th Int. Symp. on Space Technology and Science, 1971. – P. 145-154.
11. Stules A.C., Chigier N.A. Combustion of air blast atomizer spray flame. - In Proc. of 16th (Int.) Symp. on Combustion. 1976. – P. 619-630.

2.2. Утворення шкідливих речовин при спалюванні мазуту.

Література

1. Баррет, Хаммел, Рейд. Образование SO₃ в некаталитической камере сгорания // Энергетические машины и установки. 1966. - №2. – С. 56-75.
2. Бахирев В.И. Исследование образования «Воздушных окислов» азота при горении органических топлив // Промышленная энергетика. – 1986. №3. – С. 29-32.
3. Брытчиков Н.Я., Горбатенко В.Я. Образование серного ангидрида в топках парогенераторов // Теплоэнергетика. 1978. – №8. – С. 23-27.
4. Внуков А.К. Надежность и экономичность котлов для газа и мазута. М.-Л.: Энергия, 1966. – 368 с.
5. Канило П.М., Коваль Ф.Ф., Назаренко Ю.И. Анализ технико-экономической эффективности применения водорода в топливосжигающих установках // Теплоэнергетика. 1987. - №8. – С. 32-35.
6. Wydler H. Schadstoffemissionen fossiler Brennstoff // Gas – Wass – Abwasser. 1989. – 69. - #6. – S. 336-338.

2.3. Методи зниження утворення шкідливих речовин при спалюванні мазуту.

3. Експериментальні дослідження порівняльної ефективності різних режимних та конструктивних факторів на скорочення викидів забруднюючих речовин в енергетичних парових котлах на газі та мазуті.

3.1. Обсяг необхідних досліджень та вимірювані параметри.

Література

1. Авдеева А.А., Тишина Т.А., Кормилицын В.И. Экспресс-анализ содержания окислов азота в продуктах сгорания энергетических топлив // Теплоэнергетика. 1981. – С. 26-29.
2. Методика испытаний котельных установок. М.-Л.: Энергия. 1977. – 288 с.
3. Тишина Т.А., Денисова С.Е., Кормилицын В.И., Збрайлов И.Г. Определение состава продуктов горения мазута в широком диапазоне режимов сжигания // Малоотходная технология в энергетике. М.: ЭНИН им. Г.М. Кржижановского. 1985. – С. 98-104.
4. Тишина Т.А., Кормилицын В.И., Збрайлов И.Г., Потепалова И.П. Определение концентраций вредных веществ (окислов азота, серы и бенз(а)пирена) при горении твердого и жидкого топлива // Процессы горения и газификации твердого топлива. М.: ЭНИН им. Г.М. Кржижановского. 1983. – С. 125-135.
5. Цирульников Л.М. Подавление токсичных продуктов сгорания природного газа и мазута в котельных агрегатах. М.: ВНИИЭГазпром. 1977. – 60 с.

3.2. Спостереження за зміною концентрацій забруднюючих речовин у продуктах спалювання, протікання топкових процесів, режимними параметрами котла.

Література

1. Кормилицын В.И., Тишина Т.А. Определение концентрации окислов азота в дымовых газах ТЭС // Образование окислов азота в процессах горения и пути снижения их выброса в атмосферу. Киев. Наукова думка. 1979. – С. 85-93.
2. Тишина Т.А., Кормилицын В.И., Збрайлов И.Г., Потепалова И.П. Определение концентраций вредных веществ (окислов азота, серы и бенз(а)пирена) при горении твердого и жидкого топлива // Процессы горения и газификации твердого топлива. М.: ЭНИН им. Г.М. Кржижановского. 1983. – С. 125-135.
3. Трёмбовля В.И., Фингер Е.Д., Авдеева А.А. Теплотехнические испытания котельных установок. Энергия. 1977. – 296 с.
4. Цирульников Л.М., Соколова Я.И. Влияние методов снижения оксидов азота на концентрации полициклических ароматических углеводородов при сжигании газа и мазута в топках котлов // Оксиды азота в продуктах сгорания и их преобразование в атмосфере. Киев: Наукова думка. 1987. – С. 60-64.

3.3. Вплив реконструкції пальникових пристроїв та режимних факторів на утворення токсичних речовин у мазутних парових котлах.

Література

1. Комиссаренко В.А., Подляховский Г.В. Опыт природоохранной деятельности Запорожской ГРЭС // Энергетик. 1987. - №4. – С. 11-12.
2. Кормилицын В.И., Тишина Т.А. Определение концентрации окислов азота в дымовых газах ТЭС // Образование окислов азота в процессах горения и пути снижения их выброса в атмосферу. Киев. Наукова думка. 1979. – С. 85-93.
3. А.с. 1076700. МКИЗ F 23 C 11/00. Способ сжигания топлива / В.С. Авдучевский, Э.П. Волков, В.А. Григорьев, В.И. Кормилицын и др. 1984. Бюл. №8.

3.4. Порівняльний аналіз різних конструктивно-технологічних заходів на ефективність пригнічення утворення оксидів азоту у енергетичних котлах.

Література

1. Гаврилов А.Ф., Горбатенко А.Д., Туркестанова Е.Л. Влияние влаги, вводимой в горячий воздух, на содержание окислов азота в продуктах сгорания газа и мазута // Теплоэнергетика. 1983.- №9. – С. 13-15.

3.5. Вплив вологи у дуттьовому повітрі на утворення оксидів сірки та точку роси при спалюванні мазуту.

3.6. Необхідний та достатній перелік основних параметрів енергетичного котла, які необхідно контролювати та фіксувати в ході екологічних експериментальних досліджень.

Література

1. Волков Э.П. Контроль загазованности атмосферы выбросами ТЭС. М.: Энергоатомиздат. 1986. – 255 с.
2. Волков Э.П., Кормилицын В.И., Збраилов И.Г., Тишина Т.А. Экспериментальное исследование влияния режимных и конструктивных факторов на концентрации оксидов азота в дымовых газах паровых котлов при сжигании газа и мазута // Оксиды азота в продуктах сгорания и их преобразование в атмосфере. Киев: Наукова думка, 1987. – С. 20-27.

3.7. Ведення режимів спалювання з управлінням за екологічними характеристиками процесу.

Література

1. Гохберг Ж.-Г.Л. Увеличение экономичности и экологической чистоты тепловых электростанций при управлении выбросами // Дисс. ...доктора техн. наук. М. 1987 – 478 с.

2. А.с. 1698582 МКИ⁴ F 23 C 11/00. Способ регулирования процесса горения / В.И. Кормилицын, Ж.Г.-Л. Гохберг, А.Ф. Некрасов. 1991. Бюл. №46.
4. Оптимізація режимів роботи обладнання ТЕЦ з урахуванням екологічних обмежень.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Теплотехніка: Підручник/О.Ф. Буляндра, Б.Х. Драганов, В.Г.Федорів та ін.; за ред. Б.Х. Драганова, О.Ф. Буляндри, - К: Вища шк., 1998. – 334с.
2. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. Техніка. – Київ, 2006. – 320с
3. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття Під заг. ред. Шидловського А.К., Ковалка М.П. - Київ. Українські енциклопедичні знання, 2001. - 400 с.:
4. Енергетичні ресурси та потоки. За загальною редакцією А.К. Шидловського. "Українські енциклопедичні знання" Київ.: 2003 -468с.
5. Оценка воздействия объектов энергетики на окружающую среду /Г. А. Белявский, Г. Б. Варламов, В. В. Гетьман и др. – Х.: ХГАГХ, 2002. – 369 с.
6. Варламов Г.Б., Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Підручник / Г.Б.Варламов, Г.М.Любчик, В.А.Маляренко В.А. - К.: Політехніка, 2003.–232с.
7. Варламов Г.Б. Загальні підходи до створення методологічних основ енерго-екологічного аналізу експлуатації об'єктів ПЕК / Г.Б.Варламов, К.О.Приймак, Х.Шварцова // Энергосбережение. –2013. – №10. – С.2–9.
8. Закон України Про охорону навколишнього природного середовища <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
9. ГКД 34.02.305-2002 Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення
18. DIRECTIVE 2008/50/EU of the European parliament and of the council on ambient air quality and cleaner air for Europe. URL: <https://www.legislation.gov.uk/eudr/2008/50/contents>.
19. Directive 2010/75/EU of the european parliament and of the council on industrial emissions of 24 November 2010 (integrated pollution prevention and control - IED). URL: <https://www.legislation.gov.uk/eudr/2010/75/contents>.
20. Любчик Г.Н., Варламов Г.Б. Факторы, параметры и показатели экобезопасности энергетических объектов // Экотехнологии и ресурсосбережение.–2001. – №2 – С. 53-59.
21. Варламов Г.Б. Оцінка негативного впливу та концепція енерго-екологічного моніторингу паливоспалювальних енергооб'єктів // Экотехнологии и ресурсосбережение.–2001.– № 4.–С.66-70.
22. Галузевий керівний документ 34.02.305—2002. «Методика визначення викидів

забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок». URL: <http://eco.com.ua/content/vikidizabrudnyuvalnih-rechovin-u-atmosferu-vid-energetichnih-ustanovok-metodika>.

Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України N 309 від 27.06.2006 «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел»

URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0912-06#Text>

Варламов Г.Б., Любчик Г.Н., Голота И.Н. Общие условия экологической экспертизы энергообъектов, работающих на органическом топливе// Экотехнологии и ресурсосбережение, 2001, №6.–С. 53–57.

21. Бертокс Я., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. Пер. с англ. / Под ред. Я.Б. Черткова.–М.: Мир, 1980.–606 с.

22. Варламов Г.Б. Оцінка негативного впливу та концепція енерго-екологічного моніторингу паливоспалювальних енергооб'єктів // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2001. – №4. – С.53–57.

23. Любчик Г.Н., Г.Б. Варламов. Факторы, параметры и показатели экобезопасности энергетических объектов/ Г.Н.Любчик, // Экотехнологии и ресурсосбережение.- 2001.- № 2. – С. 53–58.

1. Варламов Г.Б., Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоэнергетика та екологія , Харків:Видавництво САГА, 2008.- 234 с.

2.Одум Ю.П. Экология. М: Мир, 198.- 328с.

3.Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. М: Мир, 1997.- 233с.

4.Кудинова А. Проблемы экологии и основные пути их решения. К: Вища школа, 1993.- 322 с.

5.Капинос П.И., Панасенко Н.А. Охрана природы. К: Вища школа, 1989.- 254 с.

6.

Додаткова література:

1.Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М: Наука, 1989.- 265 с.

2.Семиноженко В.П., Канило П.М., Ровынский А.И. Энегия и жизнь, Экология и будущее. -Харьков:Фолио.- 173с.

3.Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология // Высшая школа. 1996. В 2х томах. – 627 с. и 654 с.

4. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. ГКД 34.02.305, Київ 2002.

6.

Зазначається: базова (підручники, навчальні посібники) та додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література, яку потрібно прочитати або використовувати для опанування дисципліни.

Можна надати рекомендації та роз'яснення:

- де можна знайти зазначені матеріали (бібліотека, методичний кабінет, інтернет тощо);
- що з цього є обов'язковим для прочитання, а що факультативним;

- як саме аспірант має використовувати ці матеріали (читати повністю, ознайомитись тощо);
- зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни.

Бажаємо зазначати не більше п'яти базових джерел, які є вільно доступними, та не більше 20 додаткових.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Надається інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, лабораторні) та надаються рекомендації щодо їх засвоєння (наприклад, у формі календарного плану чи деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи).

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів на СРА з посиланням на літературу)
	<p><i>Вступ. Екологічне законодавство ЄС та України</i></p> <p><i>Тема 1.1 Стратегії та плани</i></p> <p><i>Література</i></p> <p>1.</p> <p>2. EC (2018). Heat Roadmap Europe 4 (Low-carbon Heating and Cooling strategies) https://heatroadmap.eu/</p> <p>Закон України Про охорону навколишнього природного середовища https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text</p> <p>9. ГКД 34.02.305-2002 Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення</p> <p><i>Тема 1.2 НПСВ</i></p> <p><i>Література</i></p> <p>1. Договір про заснування Енергетичного Співтовариства https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_926#Text</p> <p>2. EU (2010). Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on Industrial Emissions (Integrated Pollution Prevention and Control). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32010L0075</p> <p>РОЗПОРЯДЖЕННЯ КМ УКРАЇНИ від 8 листопада 2017 р. № 796-р «Про Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок» https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80#Text</p>
	<p><i>Розділ 2 Зміна клімату та кліматичне законодавство.</i></p> <p><i>Тема 2.1 СТВ</i></p> <p><i>Література</i></p>

1. Паризька угода https://unfccc.int/sites/default/files/English_paris_agreement.pdf
https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text
2. EU Emissions Trading System (EU ETS)
https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en
<https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/zmina-klimatu/vprovadzhennya-systemy-torgivli-kvotamy-na-vykydy-parnykovykh-gaziv-stv/zagalna-informatsiya-pro-stv/>
3. The European Green Deal <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/com-2019-640-final>.
4. Розпорядження КМУ від 7 грудня 2016 р. № 932-р «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року»
5. Стратегія низьковуглецевого розвитку України на період до 2050 року.
6. Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року.
7. Закон України від 12.12.2019 №337-IX «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів».

Тема 2.2 СВAM

Література

1. Taxation and Customs Union. Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en#:~:text=The%20EU's%20Carbon%20Border%20Adjustment,production%20in%20on%2DEU%20countries.

Розділ 3 Екологія енергетики.

Тема 3.1 Сонячної

Тема 3.2 Вітряної

Тема 3.3 Геотермальної

Тема 3.4 Біомаса

Тема 3.5 Біогаз та штучні гази

Література

1. І.М. Карп, Є.Є. Нікітін, К.Є. П'яних, К.К. П'яних Заміщення природного газу альтернативними паливами / К. Наук. Думка, 2019, 232 с.

Тема 3.6 Вугільна

Література

Образование окислов азота в процессах горения и пути снижения выбросов их в атмосферу / Киев: Наукова думка, 1979. С. 43-51

Тема 3.7 Газ та мазут

Тема 3.8 Паливо з ТПВ

Література

ДИРЕКТИВА ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ 2008/98/ЄС від 19 листопада 2008 року про відходи та про скасування деяких директив

	<p>https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098</p> <p>https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_029-08#Text</p> <p>Національна стратегія управління відходами до 2030 року</p> <p>Закон України «Про управління відходами»</p>
	<p>Розділ 4 Екологія теплоенергетики.</p> <p>Тема 4.1 Основні забруднюючі речовини та їх утворення.</p> <p>4.1.1. Оксиди азоту (механізм утворення оксидів азоту при горіння)</p> <p>4.1.2. Оксиди сірки</p> <p>4.1.3. Пил та зола</p> <p>Література</p> <p>1. Програма, методичні вказівки та контрольні завдання до курсу "Захист навколишнього середовища в теплоенергетиці" [Текст] : для студ. спец. 7.090505 усіх форм навч. / Нац. техн. ун-т "Харк. політехн. ін-т" ; уклад.: Л. В. Гончаренко, Л. І. Тютюник. - Х. : НТУ "ХПІ", 2010. - 45 с.</p> <p>2. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология // Высшая школа. 1996. В 2х томах. – 627 с</p> <p>2. Утворення бензопірену при спалюванні газу та мазуту з різними конструктивними та режимно-технологічними зі зниження викидів забруднюючих речовин у довкілля.</p> <p>3. Вплив конструктивних та режимно-технологічних заходів на економічність роботи котлів.</p> <p>3.1. Повнота згорання палива.</p> <p>3.2. Аеродинамічні втрати у тракті рециркуляції димових газів котла.</p> <p>3.3. Втрати теплоти з газами, що відходять при зміні обсягу вологи в зоні горіння (приклади розрахунків).</p> <p>3.4. Втрати з тягою та дуттям.</p> <p>4. Симбіоз технологічних методів зниження утворення забруднюючих речовин та переваги і недоліки такого поєднання.</p> <p>5. Екологічне ранжування конструктивних та режимно-технологічних рішень для зниження викидів забруднюючих речовин з димовими газами котлів.</p>
	<p>Література</p>
	<p>Література</p>

6. Самостійна робота аспіранта

Зазначаються види самостійної роботи (підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач,

написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо) та терміни часу, які на це відводяться.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних);
- правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо);
- правила захисту лабораторних робіт;
- правила захисту індивідуальних завдань;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів;
- політика дедлайнів та перескладань;
- політика щодо академічної доброчесності;
- інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, МКР, тест тощо

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен / залік / захист курсового проекту (роботи)

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання / зарахування усіх лабораторних робіт / семестровий рейтинг більше XX 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу);
- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;
- інша інформація для аспірантів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ к.т.н., академік АБУ Сігал О.І.

Ухвалено кафедрою/відділом _____ (протокол № __ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету² (протокол № __ від _____)

² Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.

