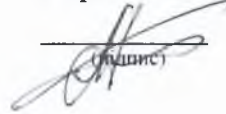


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Теорії авіаційних двигунів» (№ 201)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Л.Г. Бойко

(ініціали та прізвище)

«_____» _____ 2021 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Екологічні аспекти проектування газотурбінних установок

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

(цифра і найменування галузі знань)

Спеціальність: 142 Енергетичне машинобудування

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Газотурбінні установки і компресорні станції

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків – 2021 р.

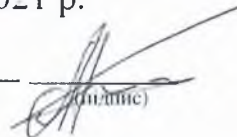
Розробник: Герасименко В.П., д.т.н., проф.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри теорії авіаційних двигунів (№ 201)

Протокол № 1 від «4» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Л.Г. Бойко
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

студент гр 251м 
(підпис)

Гордієнко М.М.
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



Герасименко Володимир Петрович, д.т.н., професор. З 1973 року працює на різних посадах викладача: асистента, старшого викладача, доцента, а з 2001 р. – професора кафедри теорії авіаційних двигунів. Протягом всього зазначеного періоду залучався до викладання різних дисциплін:

- аеродинаміка;
- газова динаміка;
- термодинаміка;
- теплопередача;
- теорія турбомашин;
- теорія повітряно-реактивних двигунів;
- авіаційні двигуни та енергетичні установки;
- випробування авіаційних двигунів;
- теорія теплових двигунів;
- теорія комбінованих двигунів;
- теплотехнічні вимірювання;
- спеціальні розділи математики з математичного моделювання ПРД та їх інтеграції з літаками;
- експериментальні методи дослідження лопаткових машин і ГТД;
- екологічні аспекти проектування ГТД;
- конструкція авіаційних двигунів;
- газодинамічна нестійкість турбокомпресорів;
- газотурбінні установки, компресорні станції та газотурбінні мережі.

Напрями наукових досліджень: газодинамічна нестійкість турбокомпресорів, турбопоршневих та ГТД; вібраційне горіння; методи математичного моделювання і оптимізації робочих процесів в ГТД нафтогазовидобування; енергетика та нетрадиційні форми енергії; біотехнологічні і екологічні проблеми та безпека життєдіяльності; перспективи розвитку транспортних засобів; інтелектуальні можливості людини та заходи їх розширення; методологічні аспекти прискорення освітнього процесу в ВНЗ та довузівського навчання; Порівняльний аналіз отримання освіти в технічно передових країнах світу та видання конкурентоспроможних підручників. Економіка освітнього процесу.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 1 семестр.

Обсяг дисципліни:

- 6 кредити ЄКТС (180 годин), у тому числі аудиторних – 56 годин, самостійної роботи здобувачів – 124 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – обов'язкова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні заняття, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит.)

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – «Теорія газотурбінних двигунів та установок», «Газотранспортні установки, компресорні станції та газотранспортні мережі» «Конструкція та міцність газотурбінних двигунів».

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – переддипломна практика, дипломне проектування.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надання знань про утворення шкідливих речовин у вихлопних газах ГТД та про заходи, щодо їх зменшення; про виникнення шуму в ГТД та інший шкідливий вплив енергетичних об'єктів на людину, а також запобігання захисту довкілля від такого впливу.

Завдання: вивчення механізмів утворення шкідливих речовин при згорянні палив в камерах згоряння ГТД, методів розрахунку таких викидів, заходів щодо їх зниження. Механізмів утворення шуму і заходів запобігання шуму ГТД.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- здатність приймати обґрунтовані рішення.
- здатність працювати в команді, приймати рішення, у тому числі в екстремальній ситуації, та нести за них відповідальність.
- здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність у міжнародному середовищі.
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

- здатність продемонструвати всебічні знання в галузі газотурбобудування та перспективи її розвитку.
- здатність продемонструвати передові знання в газотурбобудуванні; енергозберігаючих технологіях; компресорних станціях.
- здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення складних інженерних завдань з використанням спеціальних і загальноживаних методів.
- здатність до систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з досягнень в галузі енергетичного машинобудування.
- здатність аналізувати необхідну інформацію, технічні дані, показники та результати роботи, систематизувати їх і узагальнювати з метою покращення характеристик енергетичного і теплотехнологічного обладнання, створення нових технологій і модернізації виробництва.
- здатність проводити аналіз конкурентних розробок та здійснювати техніко-економічне обґрунтування, організувати та виконувати наукові дослідження, пов'язані з розробленням та впровадженням інноваційних проектів і програм в галузі енергетичного машинобудування.
- здатність розробляти фізичні й математичні моделі процесів в енергетичному і технологічному обладнанні з аналізом результатів і розробкою методик розрахунку обладнання (шляхом порівняння з результатами експериментальних досліджень).

Очікується, що після опанування дисципліни здобувачем будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

- знання і розуміння спеціальних розділів термодинаміки, теорії тепломасообміну, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі освітньої програми «Газотурбінні установки і компресорні станції», на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньо-професійної програми.
- знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі освітньої програми «Газотурбінні установки і компресорні станції», на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньо-професійної програми, в тому числі обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки в галузі.
- здатність критично осмислювати проблеми газотурбобудування і компресорних станцій, у тому числі на межі з іншими галузями, зокрема з інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою.
- здатність розуміти, аналізувати і використовувати у професійній діяльності інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до освітньої програми «Газотурбінні установки і компресорні станції»; обирати і застосовувати аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; інтерпретувати і впроваджувати результати таких досліджень.
- здатність розв'язувати складні інженерні завдання і проблеми газотурбобудування і компресорних станцій, що потребує оновлення та

інтеграції знань, у тому числі в умовах неповної / недостатньої інформації та суперечливих вимог.

- здатність приймати рішення з інженерних питань газотурбобудування і компресорних станцій у складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням прогнозування та сучасних засобів підтримки прийняття рішень.
- здатність застосовувати свої знання і розуміння при розробці проектів згідно з визначеними та описаними вимогами.
- здатність розраховувати і проектувати вироби в галузі газотурбобудування і компресорних станцій, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які включають обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.
- здатність провадити дослідницьку та/або інноваційну діяльність в сфері газотурбобудування і компресорних станцій.
- здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження та обробку отриманих результатів в сфері газотурбобудування і компресорних станцій за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів, обчислювальної техніки), робити висновки з використанням системного аналізу, синтезу та інших методів і надавати рекомендації щодо впровадження результатів дослідження.
- здатність використовувати сучасний інструментарій (створення, вибір і застосування відповідних технологій, ресурсів і інженерних методик, включаючи прогнозування й моделювання) для проведення комплексної інженерної діяльності за освітньою програмою «Газотурбінні установки і компресорні станції».
- уміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань газотурбобудування і компресорних станцій.
- здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки з проблем газотурбобудування і компресорних станцій, а також знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.
- здатність враховувати соціальні і етичні наслідки професійної діяльності в галузі газотурбобудування і компресорних станцій.
- здатність до розуміння необхідності самостійного навчання протягом життя

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Шкідливі викиди у вихлопних газах ГТД і У. Парникові гази.

Тема 1. Шкідливий вплив газотурбінних двигунів і установок та енергетичних комплексів на навколишнє середовище і людину. Забруднення повітря, ґрунту і водних ресурсів.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-5 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Проблеми шкідливого впливу ГТД на довкілля та людину.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12-14 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Процеси горіння в камері згоряння ГТУ та утворення шкідливих речовин. Виникнення шкідливих речовин у камерах згоряння газотурбінних двигунів та установок. Процеси горіння у потоці.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-6 годин.*
- *Практичне заняття: «Типи камер згоряння. Змінення температури газів вздовж камери згоряння»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Перелік шкідливих речовин, що утворюються зі згорянням в камерах згоряння ГТУ.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12-14 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій та практичного заняття. Формування питань до викладача.

Тема 3. Механізми утворення шкідливих речовин у камері згоряння ГТУ.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-5 годин.*
- *Практична робота «Хімічний аналіз складу продуктів згоряння прибором ОРСА»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): прилад ОРСА.*

Утворення окислів азоту в камерах згоряння ГТД і ПД. Утворення чадного газу в камерах згоряння ГТД і ПД. Утворення сажі (диму) та бензапірену в камерах згоряння ГТД. Утворення окислів сірки та заходи щодо їх зменшення.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12-13 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій та практичної роботи. Формування питань до викладача. Вивчення фізичних, хімічних та фізико-хімічних способів газового аналізу. Поглиблення знань з фізичних процесів в камерах згоряння ГТД. Вивчення видів засобів газового аналізу їх визначення та класифікації.

Тема 4. Нормування та зменшення викидів у атмосферу. Нормування шкідливих викидів авіаційних ГТД та наземних ЕУ. Заходи щодо зменшення окислів азоту, сажі і чадного газу в ГТД і У. Проектування «чистих» камер згоряння.

Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-5 годин.*
- *Практична робота «Визначення складу вихлопних газів ГТД газоаналізатором «Testo-350»».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): газоаналізатор «Testo-350», дослідницький двигун.*

Методика розрахунку норми шкідливих викидів в авіаційних ГТД та стаціонарних ГТУ.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12 - 13 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень. Адаптація знань щодо шкідливих викидів ГТУ в інтернет-ресурсах та інструктивних матеріалів до предмету вивчення дисципліни. Поглиблення знань з фізичних та хімічних процесів, які характерні для згоряння гасу і метана. Вивчення видів можливих наслідків впливу шкідливих викидів як ГТД так і інших двигунів та енергоустановок.

Тема 5. Засоби контролю забруднення атмосферного повітря ГТУ.

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 - 5 годин.*
- *Практична робота «Методика обробки результатів вимірювання приладом – газоаналізатором «Testo - 350» у газовій галузі при згорянні метану та інших газоподібних палив.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): газоаналізатор «Testo-350» з його складовими.*

Метрологічне забезпечення контролю шкідливих викидів у вихлопних газах ГТД і У та контролю стану атмосферного повітря в промислових зонах.

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12 - 13 годин.

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення принципу роботи та методики вимірювання приладом «Testo-350». Адаптація знань до рівня шкоди довкіллю. Поглиблення знань з фізичних процесів, які характерні для різних газоаналізаторів. Вивчення видів речовин що є у вихлопних газах ГТД і У та допустимих концентрацій.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*
 - *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*
 - *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*
 - *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*
- Підготовка до модульного контролю.

Модуль 2.

Змістовний модуль 2. Шумові характеристики ГТД і У. Забруднення води та ґрунту в енергетиці.

Тема 6. Характеристики гідродинамічного шуму. Виникнення шуму в ГТД. Вимірювання та характеристики шуму. Рівень звуку. Виробничий шум на компресорних станціях (КС).

- *Форма занять: лекція, практична робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 - 6 годин.*
- *Практична робота «Визначення шумових характеристик ГТД»*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): Шумомер з октавним фільтром.*

Вплив шуму ГТД і У на людину. Шум, його утворення та засоби шумоглушіння. Комплексний підхід захист людей від шуму. Пристрій та засоби шумоглушіння. Вихідні пристрої ГТУ з шумоглушіння.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 11 - 12 годин.*

Формулювання питань до викладача та засвоєння матеріалів з підручників та методичних посібників.

Тема 7. Механізми виникнення шуму в ГТУ та заходи щодо його зменшення.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 - 6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Джерела виникнення шуму в авіаційних двигунах та енергетичних установках. Шум реактивної струмини та заходи щодо його зменшення. Конструкційні та експлуатаційні заходи. Шум лопатевих машин та заходи щодо його зменшення.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 11 - 12 годин.*

Опрацювання матеріалів лекцій та засвоєння основних питань.

Тема 8. Нормування та вимірювання шуму. Нормування шуму в авіації та виробничих умовах на КС.

- *Форма занять: лекція, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4-6 годин.*
- *Лабораторна робота: «Нормування шуму в авіації».*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): прилад шумомер, октавні фільтри.*

Теоретичне висвітлення основ нормування шуму з урахуванням його інтенсивності та частотного рівня.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12 -14 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення принципу роботи шумомера і октавних фільтрів. Ознайомлення з основними схемами розташування контрольних точок при нормуванні шуму.

Тема 9. Забруднення води та заходи щодо її очищення в енергетиці.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 - 6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Використання води і пари в енергетиці. Підготування промислової води для енергетичних систем. Стічні води, містські та промислові каналізації. Очисні споруди та станції. Норми на шкідливі речовини. Метрологічне забезпечення контролю шкідливих речовин у стічній та промисловій воді.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12 - 13 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення принципової схеми водоочисної станції. Ознайомлення з основними видами технологічного очищення води.

Тема 10. Забруднення ґрунту та засоби знешкодження твердих відходів енергетики.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 - 6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

Різновиди твердих та рідинних речовин – відходів при виготовленні та експлуатації ГТУ і енергоустановок. Шкідливі реактивні та ракетні палива. Заходи з дегазації поверхонь ґрунту. Вимоги та правила користування шкідливими паливами. Шкідливі мастильні матеріали ГТД і У та заходи щодо їх безпечного використання. Заходи щодо знешкодження твердих шкідливих відходів енергетики. Перероблення промислових та побутових твердих відходів

на горючі матеріали. Метрологічне забезпечення контролю шкідливих речовин у твердих промислових відходах енергетичних підприємств.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 11 - 12 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення методів переробки твердих побутових та промислових відходів. Ознайомлення з основними видами технологічного оснащення сміттєпереробних заводів.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

5. Індивідуальні завдання

Розрахунок температури газів вздовж камери згоряння для власної камери згоряння згідно з практичною роботою № 1.

6. Методи навчання

Словесні в аудиторії (лекції та практичні заняття), наочні (на лабораторному обладнанні), практичні (на комп'ютерному обладнанні в спеціальних комп'ютерних класах кафедри).

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, складання реферату та виступ на семінарі за індивідуальним завданням, підсумковий контроль та контроль у вигляді іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Модуль 1. Змістовний модуль 1</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...3	3	0...9
Виконання і захист	0...3	3	0...9

лабораторних робіт			
Виконання розрахункової роботи	0...6	1	0...6
Захист розрахункової роботи	0...4	1	0...4
Складання модульного контролю	0...22	1	0...22
Модульний контроль 1			0...50
<i>Модуль 2. Змістовний модуль 2</i>			
Активність під час аудиторної роботи	0...3	3	0...9
Виконання і захист лабораторних робіт	0...3	3	0...9
Конспект лекцій	0...7	1	0...7
Складання модульного контролю	0...25	1	0...25
Модульний контроль 2			0...50
<i>За семестр</i>			0...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних питань (за правильну відповідь на одне питання здобувач отримує 0...50 балів).

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74) – мати мінімум знань і умінь для забезпечення програмних результатів навчання. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи.

Добре (75-89) – знати основні теми дисципліни, що визначають рівень компетентності здобувача. Знати основні механізми утворення шкідливих речовин та шуму в ГТУ та заходи щодо їх зменшення.

Відмінно (90-100) – мати знання, що дозволять самостійно, вільно та обґрунтовано відповідати на будь які питання при забезпеченні заходів захисту довкілля та людини.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт наведені в п.11 Рекомендована література.

•Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2664>

11. Рекомендована література

Базова

1. Герасименко В.П. Теорія авіаційних двигунів. – Х.: ХАІ. – 2003. – 199 с.
2. Герасименко В.П., Никишов А.А. Проектирование камер сгорания ГТД. – Х. – ХАИ. – 1999. – 88 с.
3. Газотурбінні двигуни літальних апаратів: Підручник /Ю.М. Терещенко, Л.Г. Бойко, О.В. Мамлюк; За ред. Ю.М. Терещенка. - К.: Вища школа, 2000. - 319 с.
4. Теория (и расчет) воздушно-реактивных двигателей. /Под ред. С.М. Шляхтенко.– М.: «Машиностроение», 1975. – 568 с. (1987. – 568 с.)
5. Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД: Пер. с англ.– М.: «Мир», 1986.– 566 с.
6. Герасименко В.П. Екологічні аспекти проектування газотурбінних [Навчальний посібник]. Х: ХАІ. – 2020. – 33 с.
7. Герасименко В.П., Филоненко А.А. Экологические аспекты проектирования газотурбинных установок. Учебное пособие по лабораторному практикуму Х: ХАІ. – 2009. – 32 с.

Допоміжна

8. Христич В.А., Тумановский А.Г. Газотурбинные двигатели и защита окружающей среды.– К.: «Техніка», 1983.– 144 с.
9. Техника защиты окружающей среды. Учебник для вузов. /Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С.– М.: «Химия», 1989.– 512 с.
- 10.Канило П.М. Токсичность ГТД и перспективы применения водорода.– К.: «Наукова думка», 1982.– 140 с.
- 11.Снижение шума самолетов с реактивными двигателями. /Под ред. А.М. Мхитаряна.– М.: «Машиностроение», 1975.– 264 с.

- 12.Образование и разложение загрязняющих веществ в пламени. /Под ред. Н.А. Чигир.– М.: «Машиностроение», 1981.– 407 с.
- 13.Энергетические и экологические характеристики ГТД при использовании углеводородных топлив и водорода. /Канило П.М., Подгорный А.Н., Христич В.А.– К.: «Наукова думка», 1989.– 221 с.
- 14.Основи загальної екології. /Білявський Г.О., Падун М.М., Фардуй Р.С.. К.: Либідь, 1995.– 367 с.
- 15.Погодин А.С. Шумоглушающие устройства.– М.: «Машиностроение», 1973.– 176 с.
- 16.Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде.– Л.: Химия, 1985.– 528 с.
- 17.Борьба с шумом на производстве /Под ред. Е.Я. Юдина.– М.: Машиностроение, 1984.– 565 с.
- 18.Ксандопуло Г.И., Дубанин В.В. Химия газофазного горения.– М. Химия, 1987.– 240 с.
- 19.Терехов А.Л. Борьба с шумом на компрессорных станциях.– Л.: Недра, 1985.– 182 с.
- 20.Сб. Авиаци.-космич. техника и технология. Вып. 19, 2000. С. 163-183 и №2/49, 2008. С. 85-88.
- 21.Вороновский Г.К., Переверзев Н.П. Экология и энергетика.– Х.: «Курсор», 2000.
- 22.Химия горения /Под ред. У.Гардинера, мл. Пер. с англ.– М.: «Мир», 1988.– 461 с.
- 23.Правила и устройства безопасной эксплуатации трубопроводов для горючих, токсичных и сжиженных газов (ПУГ-69).– М.: Недра, 1969.– 168 с.
- 24.Правила безопасности в газовом хозяйстве.– М.: Недра, 1982.– 128 с.
- 25.Хорощенко А.М., Крившич Н.Г., Завражная О.Н. Исследование основных источников шума ГПА с авиационным приводом.– М., ЭНЦИНТИХим Нефтемаш, 1987.– с.
- 26.Вестник НТУ «ХПИ». №6, 2008. – С. 162-165.
- 27.Туф. Модель расчета выбросов NO из ГТУ //ЭМУ, 1986, №2. С. 91-101.
- 28.Методика визначення питомих викидів забруднювальних речовин від основних виробництв ДК «Укртрансгаз». – К.: ВАТ «УЦЕБОПиафтогаз». 2000. 24 с.
- 29.Роев Г.А., Юфин В.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов.– М.: Недра, 1987.– 224 с.
- 30.Истомин В.И. Комплексная очистка судовых нефтесодержащих вод.– Севастополь: Сев. НТУ, 2004.– 202 с.
- 31.Нунупаров С.М. Предотвращение загрязнения моря судами.– М.: Транспорт, 1979.– 336 с.
- 32.Журнал: Вода и экология: проблемы и решения.
- 33.Лиханов В.А., Сайкин А.М. Снижение токсичности автотракторных дизелей. – М.: Агропромиздат, 1991. – 208 с.

34. Заболотний О.В., Цеховський М.В. Методи та засоби вимірювання фізико-хімічних величин. Контроль якості та складу природного газу. – Ч. 1. Навч. посібник. ХАІ, 2008.
35. Заболотний О.В., Світличний О.В. Методи та засоби вимірювання фізико-хімічних величин. Контроль якості твердих та рідинних речовин. Навч. посібник. ХАІ. – Ч.2. – 2008.
36. Талантов А.В. Горение в потоке. – М.: «Машиностроение», 1978. – 160 с.
37. Герасименко В.П. Правила технической эксплуатации ГПА. – Х.: ХАИ. 2015. – 92 с.