

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА РЕФРИЖЕРАЦІЇ

Код РПНД Т9722



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**Удосконалення характеристик енергетичних апаратів та машин
IMPROVING THE CHARACTERISTICS OF ENERGY DEVICES
AND MACHINES**

рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Удосконалення характеристик енергетичних апаратів та машин» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» освітньо-наукової програми «Енергетичне машинобудування».

01 вересня 2024 року. – 16 с.

Розробник:

Радченко М.І., завідувач кафедри кондиціювання та рефрижерації, д-р техн. наук, професор.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Удосконалення характеристик енергетичних апаратів та машин» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми
д-р техн. наук, професор


Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Удосконалення характеристик енергетичних апаратів та машин» розглянуто на засіданні кафедри кондиціювання та рефрижерації.

Протокол № 1 від «27» 08 2024 р.

Завідувач кафедри


Микола РАДЧЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Удосконалення характеристик енергетичних апаратів та машин» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 1 від «27» 08 2024 р.

Голова


Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Удосконалення характеристик енергетичних апаратів та машин» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу


Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Удосконалення характеристик енергетичних апаратів та машин» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 6 від «28» 08 2024 р.

Голова НМР НУК


Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2024

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	14
10. Рекомендовані джерела інформації	14

ВСТУП

Анотація

Дисципліна спрямована на надання студентам професійних знань з питань удосконалення характеристик апаратів та машин, які використовуються в енергетичному машинобудуванні; знань методів проєктування, оптимізації та удосконалення об'єктів енергетичного машинобудування, а також систем та механізмів, які їх обслуговують.

Дисципліна повинна навчити студентів володіти прогресивними методами та технологіями, уміти модифікувати існуючі та розробляти нові методи та/або завдання, здійснювати заходи для ефективного виконання професійних завдань.

Внаслідок вивчення дисципліни студент повинен уміти застосовувати сучасні інформаційні технології у науковій діяльності, уміти приймати обґрунтовані рішення з інженерних питань енергетичного машинобудування у складних і непередбачуваних умовах, у тому числі із застосуванням прогнозування та сучасних засобів підтримки прийняття рішень.

Ключові слова: моделювання, теорія подоби, експериментальні дослідження, метод кінцевих елементів, результати досліджень.

Abstract

The course is aimed at providing students with professional knowledge on improving the characteristics of devices and machines used in power engineering; knowledge of methods of design, optimization and improvement of power engineering facilities, as well as systems and mechanisms that serve them.

The discipline should teach students to master advanced methods and technologies, be able to modify existing and develop new methods and / or tasks, take measures to effectively perform professional tasks.

As a result of studying the discipline the student must be able to apply modern information technology in scientific activities, be able to make informed decisions on engineering issues of energy engineering in complex and unpredictable conditions, including the use of forecasting and modern decision support.

Keywords: modeling, similarity theory, experimental research, finite element method, research results.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань: 14 «Електрична інженерія» Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування» (освітня програма «Енергетичне машинобудування»)	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		1-й	1-й
Електронна адреса РПНД на сайті Університету:			
Загальна кількість годин – 90		Семестр:	
	1-й	1-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2; самостійної роботи студента – 4.	Освітній рівень: третій (освітньо-науковий)	Лекції	
		15 год	8 год
		Практичні заняття	
		15 год	8 год
		Самостійна робота	
		60 год	74 год
		Індивідуальні завдання	
		–	–
		Вид контролю: екзамен	
	Форма контролю: комбінована		

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Удосконалення характеристик енергетичних апаратів та машин» є формування у студентів відповідно до освітньо-наукової програми таких **компетентностей**:

- ЗК04. Здатність генерувати нові ідеї.
- СК03. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.
- СК08. Здатність використовувати новітні досягнення сучасної науки і передових технологій в наукових дослідженнях.
- СК09. Здатність розробляти, застосовувати та удосконалювати математичні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення складних завдань у технічних та природничих системах.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумови для вивчення дисципліни відсутні.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких **програмних результатів навчання**:

- РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.
- РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у сфері енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямках.
- РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з енергетичного машинобудування та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
- РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Моделювання досліджуваних об'єктів

Тема 1. Модель як метод пізнання досліджуваних об'єктів. Фізичне моделювання. Аналіз розмірностей у теорії подоби. Аналогове моделювання. Знакове моделювання. Алгоритмічні моделі [1]. стор. 121-134, [2]. стор. 75-80, [3]. стор. 34-48, [4]. стор. 146-158.

Тема 2. Математичне моделювання. Математичні моделі, побудовані на основі рівнянь алгебри та їх систем. Математичні моделі у вигляді диференціальних рівнянь, складених із використанням принципу Ж. Даламбера. Моделі, що ґрунтуються на використанні рівнянь Ж. Лагранжа. Моделі з використанням рівняння П.Апеля [1]. стор. 157-169, [5]. стор. 237-256.

Тема 3. Моделі, засновані на використанні теорії суцільних середовищ. Ймовірнісні моделі технологічних процесів, засновані на використанні стандартних законів розподілу випадкових величин. Моделі, засновані на розробці спеціальних розподілів ймовірностей випадкових величин. Імітаційне моделювання. Моделі, що ґрунтуються на використанні теорії випадкових функцій. Інформаційні моделі [1]. стор. 170-182, 279-302, [3]. стор. 225-230, [5]. стор. 266-275.

Змістовий модуль 2. Експериментальні дослідження в енергомашинобудуванні

Тема 4. Класифікація експериментів. Планування експерименту. Планування польового досвіду. Планування багатофакторного експерименту. Плани повного факторного експерименту. Дробний факторний експеримент [3]. стор. 241-275, [5]. стор. 138-155.

Тема 5. Обробка результатів досліджень. Помилки вимірів та їх класифікація. Точкові оцінки вимірюваних параметрів. Інтервальні оцінки вимірюваних параметрів [3]. стор. 291-302, [5]. стор. 164-178.

Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез. Критерії згоди. Оцінки систем випадкових величин. Метод найменших квадратів [3]. стор. 331-345, [5]. стор. 170-198.

Змістовий модуль 3. Системи комп'ютеризованого проєктування в енергомашинобудуванні

Тема 7. Методи проєктування об'єктів енергетичного машинобудування та його частин за допомогою методу кінцевих елементів [1]. стор. 147-181, [6]. стор. 22-49.

Тема 8. Теорія та приклади застосування методу кінцевих елементів для вирішення задач міцності, теплопровідності та гідрогазодинаміки [1]. стор. 182-297.

Тематичний план початкової дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Змістовий модуль 1. Моделювання досліджуваних об'єктів										
Тема 1. Модель як метод пізнання досліджуваних об'єктів. Фізичне моделювання. Аналіз розмірностей у теорії подоби. Аналогове моделювання. Знакове моделювання. Алгоритмічні моделі	10	2	2	–	6	10	1	1	–	8
Тема 2. Математичне моделювання. Математичні моделі, побудовані на основі рівнянь алгебри та їх систем. Математичні моделі у вигляді диференціальних рівнянь, складених із використанням принципу Ж. Даламбера. Моделі, що ґрунтуються на використанні рівнянь Ж. Лагранжа. Моделі з використанням рівняння П.Апеля	10	2	2	–	6	10	1	1	–	8
Тема 3. Моделі, засновані на використанні теорії суцільних середовищ. Імовірнісні моделі технологічних процесів, засновані на використанні стандартних законів розподілу випадкових величин. Моделі, засновані на розробці спеціальних розподілів ймовірностей випадкових величин. Імітаційне моделювання. Моделі, що ґрунтуються на використанні теорії випадкових функцій. Інформаційні моделі	10	2	2	–	6	10	1	1	–	8
Разом за змістовим модулем 1	30	6	6	–	18	30	3	3	–	24
Змістовий модуль 2. Експериментальні дослідження в енергомашинобудуванні										
Тема 4. Класифікація експериментів. Планування експерименту. Планування польового досвіду. Планування багатофакторного експерименту. Плани повного факторного експерименту. Дробний факторний експеримент	10	2	2	–	6	10	1	1	–	8

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	лаб	с.р.		л	пр.	лаб	с.р.
Тема 5. Обробка результатів досліджень. Помилки вимірів та їх класифікація. Точкові оцінки вимірюваних параметрів. Інтервальні оцінки вимірюваних параметрів	10	2	2	–	6	10	1	1	–	8
Тема 6. Перевірка статистичних гіпотез. Критерії згоди. Оцінки систем випадкових величин. Метод найменших квадратів	10	2	2	–	6	10	1	1	–	8
Разом за змістовим модулем 2	30	6	6	–	18	30	3	3	–	24
Змістовий модуль 3. Системи комп'ютеризованого проектування в енергомашинобудуванні										
Тема 7. Методи проектування об'єктів енергетичного машинобудування та його частин за допомогою методу кінцевих елементів	15	1	1	–	13	15	1	1	–	13
Тема 8. Теорія та приклади застосування метода кінцевих елементів для вирішення задач міцності, теплопровідності та гідрогазодинаміки	15	2	2	–	11	15	1	1	–	13
Разом за змістовим модулем 3	30	3	3	–	24	30	2	2	–	26
Усього годин	90	15	15	–	60	90	8	8	–	74

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Фізичне моделювання в енергомашинобудуванні. Аналогове моделювання. Алгоритмічні моделі	2	1
2	Математичне моделювання в енергомашинобудуванні. Використання математичних моделей у вигляді диференціальних рівнянь	2	1
3	Використання моделей, заснованих на використанні теорії суцільних середовищ. Імітаційне моделювання в енергомашинобудуванні	2	1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
4	Планування експерименту. Плани повного факторного експерименту. Дробний факторний експеримент	2	1
5	Обробка результатів експериментальних досліджень	2	1
6	Оцінки систем випадкових величин. Метод найменших квадратів	2	1
7	Огляд систем САЕ. Можливості моделювання для процесів в енергомашинобудуванні	1	1
8	Методологія розрахунку теплового стану елементів машин за допомогою числових методів. Вирішення рівнянь МКЕ. Аналіз результатів рішення	2	1
РАЗОМ		15	8

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до практичних занять	15	15
2	Підготовка до модульних контрольних робіт	15	29
3	Підготовка до екзамену	30	30
РАЗОМ		60	74

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, практичних занять та самостійної роботи студентів.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та практичних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Частково-пошуковий метод, за якого певні елементи знань повідомляє викладач, а частину здобувачі здобувають самостійно, відповідаючи на поставлені запитання чи розв'язуючи проблемні завдання;

3. Дослідницький – творче застосування знань, оволодіння методами наукового пізнання, формування досвіду самостійного наукового пошуку.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання завдань практичних робіт проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час карантину та надзвичайних ситуацій заняття проводяться дистанційно в режимі відеоконференцій за допомогою онлайн-платформи Zoom.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни «Удосконалення характеристик енергетичних апаратів та машин» є:

- відповіді на практичних заняттях;
- модульні контрольні роботи;
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати максимум **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях; виконання завдань та інше).

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний екзамен надається студенту, якій з урахуванням отриманих балів проміжних оцінок і заключного екзамену може набрати разом не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Відповіді на практичних заняттях	8 x 3 бали = 24 бали	8 x 3 бали = 24 бали
Модульні контрольні роботи	3 x 12 балів = 36 балів	3 x 12 балів = 36 балів
Екзамен	1 x 40 балів = 40 балів	1 x 40 балів = 40 балів
Всього	100	100

Відповіді на практичних заняттях	Критерії оцінювання
3	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.
2	Відповідь правильна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, але зроблені висновки недостатньо аргументовані.
1	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.
0	Студент не дає відповіді або відповідь містить значну кількість суттєвих помилок.
<i>Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 24 (8 занять по 3 бали)</i>	

Модульна контрольна робота	Критерії оцінювання
11-12	Відповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання із завдання роботи, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
9-10	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на завдання роботи, належно обґрунтовує матеріал, але допускає неточності у відповідях на запитання.
7-8	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на завдання роботи, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує відповіді.
4-6	Студент невпорядковано дає відповідь на завдання роботи, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію.

Модульна контрольна робота	Критерії оцінювання
1-3	Студент невпорядковано дає відповідь на завдання роботи, робить спроби аргументувати свою позицію, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
0	Студент невпорядковано дає відповіді на завдання, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.
<i>Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 36 (3 контрольні роботи по 12 балів)</i>	

Екзамен	Критерії оцінювання
36-40	Відповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання з питань білету, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
31-35	Студент спроможний чітко та стисло зробити доповідь, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
26-30	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на питання білету, належно обґрунтовує матеріал, але допускає неточності у відповідях на запитання.
21-25	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на питання білету, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує відповіді.
16-20	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію.
11-15	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, робить спроби аргументувати свою позицію, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
6-10	Студент демонструє задовільні знання з питань білету, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії, та належно обґрунтувати свою відповідь.
1-5	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.
0	Студент не дає відповіді на питання білету.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ1	T1	Практичне заняття №1	3	Практичне заняття №1	3
	T2	Практичне заняття №2	3	Практичне заняття №2	3
	T3	Практичне заняття №3	3	Практичне заняття №3	3
	T1-T3	Модульна контрольна робота №1	12	Модульна контрольна робота №1	12
ЗМ2	T4	Практичне заняття №4	3	Практичне заняття №4	3
	T5	Практичне заняття №5	3	Практичне заняття №5	3
	T6	Практичне заняття №6	3	Практичне заняття №6	3
	T4-T6	Модульна контрольна робота №2	12	Модульна контрольна робота №2	12
ЗМ3	T7	Практичне заняття №7	3	Практичне заняття №7	3
	T3	Практичне заняття №8	3	Практичне заняття №8	3
	T7-T8	Модульна контрольна робота №3	12	Модульна контрольна робота №3	12
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

1. Мультимедійне обладнання.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Алямовський А.А., Собачкін А.А., Одинцов Є.В. SolidWorks. Комп'ютерне моделювання в інженерній практиці. Харків: БХВ, 2015. 800 с.

2. Білецький В.С. Моделювання у нафтогазовій інженерії: навч. посібник. Львів: Новий Світ, 2020. 306 с.
3. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. Основи творення машин. Харків: Вид-во «НТМТ», 2017. 448 с.
4. Сербін С.І., Мостіпаненко Г.Б. Інформаційні технології у турбінобудуванні: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2012. 143 с.
5. Черноусенко О.Ю., Чепелюк О.О., Риндюк Д.В. Основи наукових досліджень та інженерної творчості. Київ: КПІ, 2016. 270 с.

Допоміжна література

1. Білецький В.С., Смирнов В.О., Сергєєв П.В. Моделювання процесів переробки корисних копалин: посібник. Львів: Новий Світ, 2020. 399 с.
2. Методологічні основи наукового дослідження машинобудівних конструкцій: навч. посібник / П.Л. Носко, В.М. Нигора, П.В. Філь. Луганськ: Вид-во СНУ ім. Даля, 2009. 209 с.
3. Мислюк М.А. Моделювання явищ і процесів у нафтогазопромисловій справі. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 1999. 494 с.
4. Програмування і математичне моделювання: підручник для студ. вищих навч. закл. / І. О. Хвищун. Київ: Ін Юре, 2007. 544 с.
5. Радченко М. І., Лехмус О. О. Суднові холодильні машини. Миколаїв: НУК, 2015. 392 с.
6. Сергєєв П.В., Білецький В.С. Комп'ютерне моделювання технологічних процесів переробки корисних копалин (практикум). Маріуполь: Східний видавничий дім, 2016. 119 с.
7. Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології: Наук. зб. Вип. 12 / Гол. ред. Я. Бурак. Львів: Центр мат. моделювання Ін-ту приклад. проблем механіки і мат. ім. Я. Підстригача НАН України, 2010. 215 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Google Scholar або Google Академія: пошукова система і некомерційна бібліометрична база даних, що індексує наукові публікації та наводить дані про їх цитування. URL: <https://scholar.google.com.ua/>.
2. Web of science core collection: A trusted, high quality collection of journals, books, and conference proceedings. URL:

- <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science-core-collection/>.
3. Каталог нормативних документів України. URL: <http://csm.kiev.ua>.
 4. Портал нормативних документів. URL: <http://www.opengost.ua>.
 5. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. URL: <http://znp.nuos.mk.ua/>.
 6. Сайт науково-технічного журналу "Gas Turbine World". URL: <http://gasturbineworld.com/about.html>.
 7. Сайт журналу "Компресорне і енергетичне машинобудування". URL: <http://mikem.com.ua/zhurnal.html>.
 8. Сайт журналу "Проблеми машинобудування". URL: <https://journal-me.com>.
 9. Сайт журналу "Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Серія: "Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування". URL: <http://etpo.khpi.edu.ua>.
 10. Сайт журналу "Вісник Вінницького політехнічного інституту". URL: <https://journals.vntu.edu.ua/uk.html#visnyk>.
 11. Сайт журналу "Вісник Приазовського державного технічного університету". Серія: "Технічні науки". URL: http://journals.uran.ua/vestnikpgtu_tech.
 12. Сайт журналу "Техніка та енергетика". URL: <https://technicalscience.com.ua/uk>.