

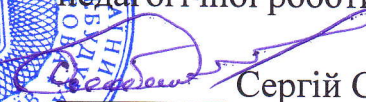
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТУРБІН

Код РПНД Т73637



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

 Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Комплектація компресорних станцій

COMPLETE SET OF COMPRESSOR STATIONS

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни "Комплектація компресорних станцій" є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 "Електрична інженерія" спеціальності 142 "Енергетичне машинобудування" освітньої програми "Газотурбінні установки і компресорні станції".
01 вересня 2024 року. – 16 с.

Розробник:

Патлайчук В.М., завідувач кафедри турбін, канд. техн. наук, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Комплектація компресорних станцій" узгоджено з гарантом освітньої програми "Газотурбінні установки і компресорні станції".

Гарант освітньої програми
канд. техн. наук, доцент

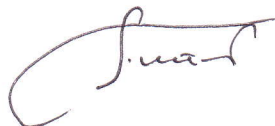


Артем КОЗЛОВСЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Комплектація компресорних станцій" розглянуто на засіданні кафедри турбін.

Протокол № 8 від «23» 04 2024 р.

Завідувач кафедри



Володимир ПАТЛАЙЧУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Комплектація компресорних станцій" розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 2 від «15» 05 2024 р.

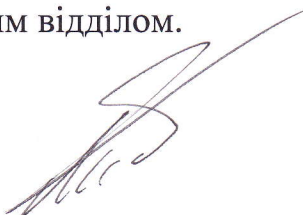
Голова



Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Комплектація компресорних станцій" погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни "Комплектація компресорних станцій" затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 4 від «29» 05 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	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	14
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	14
10. Рекомендовані джерела інформації	15

ВСТУП

Анотація

Дисципліна спрямована на формування у студентів систематизованого цілісного уявлення про комплектацію і функціонування сучасних компресорних станцій, про особливості їх експлуатації та характеристики головного устаткування.

Дисципліна повинна надати студентам базові знання в області теорії, розрахунку і проектування нагнітачів та іншого обладнання компресорних станцій, що забезпечить можливість створення вискоєфективних газотурбінних установок станцій транспортування природного газу.

Протягом вивчення даної дисципліни студенти повинні ознайомитися із існуючими та перспективними типами обладнання, яке входить до складу компресорних станцій; освоїти необхідний теоретичний апарат для проведення практичних розрахунків та їх проектування з оптимальними параметрами.

Ключові слова: компресорна станція, газотурбінна установка, нагнітач газу, технологічний газ, комплектація, система імпульсного газу, технологічна схема.

Abstract

The discipline is aimed at forming in students a systematized holistic idea about the equipment and functioning of modern compressor stations, about the peculiarities of their operation and the characteristics of the main equipment.

The discipline should provide students with basic knowledge in the field of theory, calculation and design of superchargers and other equipment of compressor stations, which will ensure the possibility of creating highly efficient gas turbine plants of natural gas transportation stations.

During the study of this discipline, students should familiarize themselves with existing and promising types of equipment that are part of compressor stations; master the necessary theoretical apparatus for conducting practical calculations and their design with optimal parameters.

Keywords: compressor station, gas turbine power plant, gas compressor, process gas, equipment, impulse gas system, technological scheme.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність: 142 "Енергетичне машинобудування" Освітня програма: "Газотурбінні установки і компресорні станції"	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		4-й	4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету:			
Загальна кількість годин – 120		Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 4.	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Лекції	
		30 год	12 год
		Практичні заняття	
		30 год	12 год
		Самостійна робота	
		60 год	96 год
		Індивідуальні завдання	
		–	–
		Вид контролю: залік	
Форма контролю: комбінована			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "Комплектація компресорних станцій" є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких **компетентностей**:

- ФК3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.
- ФК5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.
- ФК15. Здатність виконувати термогазодинамічні та габаритні розрахунки, знаходити оптимальні значення параметрів устаткування компресорних станцій.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є освоєння матеріалу дисциплін "Конструкції та міцність турбомашин", "Осьові та відцентрові компресори", "Газові та парові турбіни", які викладаються у 5-7-му навчальних семестрах.

4. Очікувані результати навчання

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

- ПР 5. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.
- ПР 24. Уміння визначати тип та марку устаткування компресорних станцій; виконувати розрахунки їх теплового балансу та визначати ефективність використання окремих елементів.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Технологічні схеми та склад компресорних станцій

Тема 1. Особливості транспортування природних газів [2]. стор. 11-25, [3]. стор. 3-38.

Тема 2. Призначення та склад компресорної станції [1]. стор. 12-35, [2]. стор. 26-40.

Тема 3. Технологічні схеми компресорних станцій (частина 1) [2]. стор. 41-55, [4]. стор. 3-15.

Тема 4. Технологічні схеми компресорних станцій (частина 2) [2]. стор. 55-61, [4]. стор. 15-21.

Змістовий модуль 2. Системи компресорних станцій

Тема 5. Системи очищення технологічного газу на компресорній станції [2]. стор. 56-75.

Тема 6. Системи охолодження технологічного газу на компресорних станціях [2]. стор. 76-91.

Тема 7. Система імпульсного газу. Система паливного та пускового газу на станції [2]. стор. 92-121.

Тема 8. Система маслопостачання компресорної станції, маслоочишувальні машини та апарати повітряного охолодження масла [2]. стор. 122-146.

Тема 9. Електропостачання компресорних станцій. Організація зв'язку на компресорних станціях [2]. стор. 147-169.

Тема 10. Водопостачання та каналізація компресорної станції. Теплопостачання компресорної станції [2]. стор. 170-178.

Тема 11. Електрохімічний захист компресорної станції. Грозозахист компресорної станції [2]. стор. 179-188.

Змістовий модуль 3. Типи газоперекачувальних агрегатів. Нагнітачі природного газу

Тема 12. Газоперекачувальні агрегати з газотурбінним приводом [5]. стор. 3-45.

Тема 13. Газоперекачувальні агрегати з електроприводом [2]. стор. 222-251.

Тема 14. Застосовувані типи нагнітачів природного газу та вимоги до них [1]. стор. 157-178, [4]. стор. 22-44.

Тема 15. Будова та характеристики нагнітачів газу головних світових виробників [1]. стор. 199-223.

Тематичний план навчальної 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. Технологічні схеми та склад компресорних станцій										
Тема 1. Особливості транспортування природних газів	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 2. Призначення та склад компресорної станції	7	2	2	–	3	7	1	1	–	5

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 3. Технологічні схеми компресорних станцій (частина 1)	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 4. Технологічні схеми компресорних станцій (частина 2)	7	2	2	–	3	7	1	1	–	5
Разом за змістовим модулем 1	30	8	8	–	14	30	4	4	–	22
Змістовий модуль 2. Системи компресорних станцій										
Тема 5. Системи очищення технологічного газу на компресорній станції	9	2	2	–	5	9	1	1	–	7
Тема 6. Системи охолодження технологічного газу на компресорних станціях	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 7. Система імпульсного газу. Система паливного та пускового газу на станції	9	2	2	–	5	9	1	1	–	7
Тема 8. Система маслостачання компресорної станції, маслоочищувальні машини та апарати повітряного охолодження масла	8	2	2	–	4	8	–	1	–	7
Тема 9. Електропостачання компресорних станцій. Організація зв'язку на компресорних станціях	9	2	2	–	5	9	1	–	–	8
Тема 10. Водопостачання та каналізація компресорної станції. Теплопостачання компресорної станції	8	2	2	–	4	8	–	1	–	7
Тема 11. Електрохімічний захист компресорної станції. Грозозахист компресорної станції	9	2	2	–	5	9	1	–	–	8
Разом за змістовим модулем 2	60	14	14	–	32	60	5	5	–	50
Змістовий модуль 3. Типи газоперекачувальних агрегатів. Нагнітачі природного газу										
Тема 12. Газоперекачувальні агрегати з газотурбінним приводом	8	2	2	–	4	8	1	1	–	6
Тема 13. Газоперекачувальні агрегати з електроприводом	7	2	2	–	3	7	–	1	–	6
Тема 14. Застосовувані типи нагнітачів природного газу та вимоги до них	8	2	2	–	4	8	1	–	–	7

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 15. Будова та характеристики нагнітачів газу головних світових виробників	7	2	2	–	3	7	1	1	–	5
Разом за змістовим модулем 3	30	8	8	–	14	30	3	3	–	24
Разом за курсом	120	30	30	–	60	120	12	12	–	100

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Особливості транспортування природних газів	2	1
2	Призначення та склад компресорної станції	2	1
3	Технологічні схеми компресорних станцій (частина 1)	2	1
4	Технологічні схеми компресорних станцій (частина 2)	2	1
5	Системи очищення технологічного газу на компресорній станції	2	1
6	Системи охолодження технологічного газу на компресорних станціях	2	1
7	Система імпульсного газу. Система паливного та пускового газу на станції	2	1
8	Система маслопостачання компресорної станції, маслоочищувальні машини та апарати повітряного охолодження масла	2	1
9	Електропостачання компресорних станцій. Організація зв'язку на компресорних станціях	2	–
10	Водопостачання та каналізація компресорної станції. Теплопостачання компресорної станції	2	1
11	Електрохімічний захист компресорної станції. Грозозахист компресорної станції	2	–
12	Газоперекачувальні агрегати з газотурбінним приводом	2	1
13	Газоперекачувальні агрегати з електроприводом	2	1
14	Застосовувані типи нагнітачів природного газу та вимоги до них	2	–
15	Будова та характеристики нагнітачів газу головних світових виробників	2	1
РАЗОМ		30	12

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до практичних занять	15	15
2	Підготовка рефератів	30	70
3	Підготовка до заліку	15	15
РАЗОМ		60	100

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. Проблемний метод, коли на практичних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

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

Для зручної та ефективної організації навчального процесу використовується Google Classroom з навчальної дисципліни, де розташовані конспекти лекцій, завдання до індивідуальних робіт та супроводжувальні матеріали.

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 за допомогою онлайн-сервісу Google Meet.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Комплектація компресорних станцій" є:

- усні та письмові відповіді на практичних заняттях;
- підготовка рефератів;
- залік.

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 заліку. 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).

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.

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

Залік проводиться у комбінованій формі (письмові відповіді та усний захист). До залікового білету входить чотири питання. Кожне питання оцінюється у 10 балів.

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	15 x 2 бали = 30 балів	12 x 2 бали = 24 бали
Підготовка рефератів	2 x 15 балів = 30 балів	2 x 18 балів = 36 балів
Залік	40 балів	40 балів
Всього	100	100

Відповідь на практичному занятті	Критерії оцінювання
2	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.
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 30 для денної форми навчання та 24 за заочною формою навчання (відповідно 15 та 12 занять по 2 бали).</i>	

Підготовка реферату (у дужках для заочної форми)	Критерії оцінювання
13-15 (16-18)	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась систематично та вчасно подана на перевірку науковому керівнику у відповідності із планом виконання.
10-12 (12-15)	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку науковому керівнику з порушенням плану виконання.
7-9 (8-11)	Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
4-6 (4-7)	Студент виявляє знання і розуміння більшості положень, але лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
0-3 (0-3)	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає пред'являємим вимогам. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
<i>Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 30 для денної форми навчання (2 реферати по 15 балів) та 36 за заочною формою навчання (2 реферати по 18 балів).</i>	

Відповідь на питання заліку	Критерії оцінювання
9-10	Відповідь логічно побудована, студент чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання з питання білету, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
7-8	Студент спроможний чітко та стисло зробити доповідь, дає правильну відповідь на запитання білету, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
5-6	Студент спроможний чітко та стисло відповісти на питання білету, належно обґрунтовує матеріал, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання.
3-4	Студент невпорядковано дає відповіді на питання білету, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію, але надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
1-2	Студент невпорядковано дає відповідь на питання білету, не спроможний аргументувати свою позицію, не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії.
0	Студент не дає відповіді на питання білету.
Максимальна кількість балів за даною формою контролю становить 40 (4 питання по 10 балів)	

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ1	T1	Практичне заняття №1	2	Практичне заняття №1	2
	T2	Практичне заняття №2	2	Практичне заняття №2	2
	T3	Практичне заняття №3	2	Практичне заняття №3	2
	T4	Практичне заняття №4	2	Практичне заняття №4	2
ЗМ2	T5	Практичне заняття №5	2	Практичне заняття №5	2
	T6	Практичне заняття №6	2	Практичне заняття №6	2
	T7	Практичне заняття №7	2	Практичне заняття №7	2
	T8	Практичне заняття №8	2	Практичне заняття №8	2
	T9	Практичне заняття №9	2	—	—
	T10	Практичне заняття №10	2	Практичне заняття №9	2
	T11	Практичне заняття №11	2	—	—
	T5-T11	Підготовка реферату №1	15	Підготовка реферату №1	18

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМЗ	T12	Практичне заняття №12	2	Практичне заняття №10	2
	T13	Практичне заняття №13	2	Практичне заняття №11	2
	T14	Практичне заняття №14	2	–	–
	T15	Практичне заняття №15	2	Практичне заняття №12	2
	T12-T15	Підготовка реферату №2	15	Підготовка реферату №2	18
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			100		100

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

1. Мультимедійне обладнання.
2. Демонстраційні зразки компресорної та газотурбінної техніки.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Бондаренко Г.А., Кирик Г.В. Компресорні станції: підручник. Суми: Сумський державний університет, 2016. 385 с.
2. Козаченко А.М. Експлуатація компресорних станцій магістральних газопроводів. Харків: Основи, 2009. 401 с.
3. НПАОП 60.3-1.01-10. Правила безпечної експлуатації магістральних газопроводів. Київ, 2010. 96 с.
4. Патлайчук В.М. Технологічний розрахунок магістрального газопроводу та розрахунок режиму роботи компресорної станції. Миколаїв: НУК, 2018. 45 с.
5. Романовський Г.Ф., Султанський Ю.О., Харченко В.І. Будова, правила технічної експлуатації та обслуговування газотурбінних двигунів: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2011. 156 с.

Допоміжна література

1. Артемова Т.Г. Експлуатація компресорних станцій магістральних газопроводів: навч. посібник. Львів: ЛНУ, 2000. 176 с.
2. Дубинський В.Г., Житомирський Б.Л., Лопатін О.С. Технічна експлуатація газотурбінних компресорних станцій на магістральних газопроводах: навч. посібник. Харків: Основи, 2019. 331 с.
3. Романовський Г.Ф., Ващенко М.В., Седько М.П. Основи проектування компресорів суднових газотурбінних двигунів: навч. посібник. Миколаїв: НУК, 2008. 292 с.
4. Романовський Г.Ф., Іпатенко О.Я., Патлайчук В.М. Теорія та розрахунок парових і газових турбін : навч. посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 292 с.
5. Романовський Г.Ф., Сербін С.І. Камери згоряння суднових газотурбінних двигунів : навч. посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2000. 259 с.
6. Романовський Г. Ф., Сербін С. І., Патлайчук В. М. Газотурбінні агрегати: у 2-х ч. Ч. 1: Загальна будова та класифікація. Миколаїв: НУК, 2016. 215 с.
7. Романовський Г. Ф., Сербін С. І., Патлайчук В. М. Газотурбінні агрегати: у 2-х ч. Ч. 2: Елементи конструкцій. Миколаїв: НУК, 2017. 196 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Інтернет-портал Міністерства економіки України. Газотранспортна система України. URL: <http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/19.html>.
2. Каталог нормативних документів України. URL: <http://csm.kiev.ua>.
3. Газовий реверс для України. Газотранспортна система України. URL: <https://inpress.ua/ru/economics/12837-gazuy-evropa-ili-gazovyuy-revers-dlya-ukrainy>.
4. Всеукраїнська громадська організація «Національна газова спілка України»: схема газотранспортної системи України. URL: <https://web.archive.org/web/20131216112859/http://gasunion.org.ua/sxemi-gazotransportno%D1%97-sistemi.html>.

5. Сайт ТОВ «Оператор газотранспортної системи України». URL: <https://tsoua.com/>.
6. Сайт науково-технічного журналу "Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова". URL: <http://znp.nuos.mk.ua/>.
7. Сайт науково-технічного журналу "Компресорне і енергетичне машинобудування". URL: <http://mikem.com.ua/zhurnal.html>.
8. Сайт науково-технічного журналу "Техніка та енергетика". URL: <https://technicalscience.com.ua/uk>.