

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

(повна назва підрозділу)

Кафедра двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації

(повна назва кафедри)

T72014



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ
ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

Basics of Internal Combustion Engines Computer Design

рівень вищої освіти перший, бакалаврський
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Миколаїв – 2021

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного проектування двигунів внутрішнього згорання» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань

14 Електрична інженерія

(шифр і назва)

спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

(шифр і назва)

освітня програма Двигуни внутрішнього згорання

(зазначаються повна назва освітньої програми)

«__» _____ 2021 року. – __ с.

Розробник: Проскурін Аркадій Юрійович, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного проектування двигунів внутрішнього згорання» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Двигуни внутрішнього згорання»

к.т.н., професор



Юрій МОШЕНЦЕВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного проектування двигунів внутрішнього згорання» розглянуто на засіданні кафедри двигунів внутрішнього згорання, установок та технічної експлуатації

Протокол № 8 від «27» квітня 2021 р.

Завідувач кафедри



Борис ТИМОШЕВСЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного проектування двигунів внутрішнього згорання» розглянуто Методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 8 від «13» травня 2021 р.

Голова



Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи комп'ютерного проектування двигунів внутрішнього згорання» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

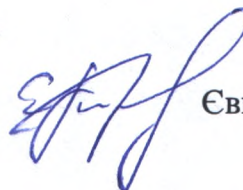


Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи систем проектування в енергетичному машинобудуванні» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 6 від «23» червня 2021 р.

Голова НМР НУК



Євген ТРУШЛЯКОВ

ЗМІСТ

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

ВСТУП

Анотація

Дисципліна належить до циклу професійно-орієнтованих обов'язкових освітньо-професійної програми. Дисципліна спрямована на вивчення основних принципів організації та моделювання робочих процесів сучасних двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), їх розрахунку, проєктування та оптимізації.

У межах дисципліни студенти здобувають знання про методи комп'ютерного моделювання ДВЗ, використання сучасних програмних комплексів для проєктування двигунів, а також способи аналізу та вдосконалення їх характеристик. Особлива увага приділяється застосуванню програмних засобів, зокрема Visual Basic for Applications (VBA), AutoCAD, а також спеціалізованих платформ для розрахунку параметрів роботи ДВЗ.

Ключові слова: моделювання, проєктування, режим, оптимізація, розрахунок.

Abstract

The discipline belongs to the cycle of professionally oriented compulsory educational and professional programs. The discipline is aimed at studying the basic principles of organization and modeling of work processes of modern internal combustion engines (ICEs), their calculation, design, and optimization.

Within the discipline, students acquire knowledge of computer modeling methods for internal combustion engines, the use of modern software packages for engine design, as well as ways to analyze and improve their characteristics. Particular attention is paid to the use of software tools, such as Visual Basic for Applications (VBA), AutoCAD, and specialized platforms for calculating the parameters of internal combustion engines.

Keywords: modeling, design, mode, optimization, calculation.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Обов’язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-й	4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-dviguni-vnutrishnogo-zgoryannya-bakalavr/	Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування Освітня програма Двигуни внутрішнього згоряння	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання – курсова робота		8-й	8-й
Загальна кількість годин – 180		Лекцій	
		30 год.	10 год.
		Лабораторні	
		30 год.	10 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 8;	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		30 год.	70 год.
		Індивідуальні завдання: 90 год.	
		Вид контролю: залік, курсова робота	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «*ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ*» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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

ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ФК 2. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням методів електричної інженерії.

ФК 15. Здатність застосовувати свої знання і розуміння для конструювання судових ДВЗ та проектування й конструювання їх основних елементів.

ФК 16. Здатність застосовувати свої знання для конструювання транспортних та стаціонарних двигунів, розуміючи їх особливості в порівнянні з судовими ДВЗ та для проектування й конструювання їх основних елементів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є вивчення дисциплін: Основи інформаційних технологій та програмування.

4. Очікувані результати навчання

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

ПРН 3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

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

ПРН 7. Проектувати об'єкти енергетичного машинобудування, застосувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі.

ПРН 12. Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень.

ПРН 17. Управляти професійною діяльністю у роботі над проектами принаймні в одному з напрямів енергетичного, беручи на себе відповідальність за прийняття рішень

ПРН 23. Розробляти і проектувати основні агрегати, системи та деталі двигунів внутрішнього згоряння, обирати і застосовувати адекватні методології проектування, підбирати основні агрегати до двигунів з типорозмірних рядів, що розробляються світовими виробниками.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Теоретичні основи моделювання та проектування ДВЗ

Змістовий модуль 1. Моделювання та розрахунки в двигунобудуванні.

Тема №1. Основні етапи проектування та створення ДВЗ. ([1], стор. 269-279).

Тема №3. Засоби та інструменти виконання розрахунків при проектуванні ДВЗ у середовищі Visual Basic for Application. ([2], стор. 15-19; [3], стор. 13-21; [4], стор. 163-188).

Тема №4. Створення розрахункових моделей у середовищі Visual Basic for Application. ([2], стор. 52-72, стор. 73-82, стор. 90-93; [3], стор. 24-66).

Змістовий модуль 2. Створення об'ємних моделей деталей ДВЗ.

Тема №1. Сучасні програми створення об'ємних моделей деталей ДВЗ. ([2], стор. 94-103).

Тема №2. Засоби та інструменти створення об'ємних моделей деталей та вузлів ДВЗ у системі AutoCAD. ([5] стор. 29-74; [6] стор. 159-214).

Тема №3. Виконання об'ємних моделей деталей та вузлів ДВЗ у системі AutoCAD. ([2], стор. 103-129).

Тема №4. Створення робочих креслень деталей ДВЗ на базі об'ємних моделей з використанням засобів комп'ютерного проектування. ([5] стор. 145-182; [6] стор. 371-381).

Модуль 2. Оптимізація параметрів роботи ДВЗ (курсова робота).

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р.		лек	пр	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Модуль 1 Теоретичні основи моделювання та проектування ДВЗ										
Змістовий модуль 1. Моделювання та розрахунки в двигунобудуванні										
Тема №1. Основні етапи проектування та створення ДВЗ.	4	3	-	-	1	4	1	-	-	3
Тема №3. Засоби та інструменти виконання розрахунків при проектуванні ДВЗ у середовищі Visual Basic for Application.	18	6	-	6	6	18	2	-	2	14
Тема №4. Створення розрахункових моделей у середовищі Visual Basic for Application	23	6	-	9	8	23	2	-	3	18
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	45	15	-	15	15	45	5	-	5	35
Змістовий модуль 2. Створення об'ємних моделей деталей ДВЗ										
Тема №1. Сучасні програми створення об'ємних моделей деталей ДВЗ.	4	3	-	-	1	3	1	-	-	2
Тема №2. Засоби та інструменти створення об'ємних моделей деталей та вузлів ДВЗ у системі AutoCAD.	6	4	-	-	2	3	1	-	-	2
Тема №3. Виконання об'ємних моделей деталей та вузлів ДВЗ у системі AutoCAD.	25	4	-	12	9	27	2	-	4	21
Тема №4. Створення робочих креслень деталей ДВЗ на базі об'ємних моделей з використанням засобів комп'ютерного проектування.	10	4	-	3	3	12	1	-	1	10
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	45	15	-	15	15	45	5	-	5	35
<i>Разом за модулем 2</i>	90	30	-	30	30	90	10	-	10	70
Модуль 2 Оптимізація параметрів роботи ДВЗ										
ІНДЗ (курсова робота)	90	-	-	-	90	90	-	-	-	90
<i>Усього годин</i>	90	-	-	-	90	90	-	-	-	90
<i>Разом за курсом</i>	180	30	-	30	120	180	10	-	10	160

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основи роботи в Visual Basic for Application	3	1
2	Визначення індикаторних показників ДВЗ з використанням Visual Basic for Application	3	1
3	Повний та дробовий факторний експеримент з використанням Visual Basic for Application	3	1
4	Використання Visual Basic for Application для побудови поліноміальних регресійних рівнянь	3	1
5	Використання Visual Basic for Application для визначення оптимального поєднання факторів	3	1
6	Побудова об'ємної моделі деталі остову ДВЗ	3	1
7	Побудова об'ємної моделі деталі механізму газорозподілу ДВЗ	3	1
8	Побудова об'ємної моделі деталі поршневої групи ДВЗ	3	1
9	Побудова об'ємної моделі деталі шатунної групи ДВЗ	3	1
10	Створення робочих креслень деталей на основі збірного креслення механізму ДВЗ	3	1
	Разом	30	10

Завдання на виконання курсової роботи

Виконати опис ДВЗ. Виконати розрахунки з вибору оптимальних параметрів роботи ДВЗ. Побудувати графічні залежності основних параметрів роботи ДВЗ. Побудувати об'ємну модель деталі ДВЗ.

Тематика курсових робіт

№ з/п	Назва теми*
1	Оптимізація параметрів роботи суднового двигуна 5G70ME-C9.5-GI
2	Оптимізація параметрів роботи тепловозного двигуна 16ЧН 26/26
3	Оптимізація параметрів роботи автомобільного двигуна VW 1.9TDI
4	Оптимізація параметрів роботи допоміжного двигуна MaK 6M25C

*Список ДВЗ та об'єктів використання постійно оновлюється

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних занять, лабораторних робіт; самостійне поглиблення знань за темами дисципліни; виконання курсової роботи.

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
1	Підготовка до лекцій	15	35
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	35
5	Виконання курсової роботи	90	90
	<i>Разом</i>	120	160

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

Методи навчання: робота з літературою; лекції; репродуктивні бесіди; лабораторні роботи.

Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування: усні відповіді; звіти з виконання лабораторних робіт.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка включає в себе оцінки з поточного контролю. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках здобувач може набрати до 100 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок.

Поточний контроль передбачає оцінювання набутих навичок під час виконання лабораторних робіт.

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

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Лабораторні роботи	Критерії оцінювання
10	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
8	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
6	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Контроль та оцінювання знань за виконання курсової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 40 балів	до 20 балів	до 40 балів	100

Критерії оцінювання виконання курсової роботи

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	40	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); відповідність висновків меті та завданням. Робота виконувалась систематично та вчасно подано на перевірку у відповідності із планом виконання.
	35	Зміст роботи відповідає обраній темі; наявність посилань на використану літературу та відповідність оформлення роботи стандарту; адекватність обраних методів предмету дослідження, грамотне використання методів (процедура, обробка, інтерпретація результатів); відповідність висновків меті та завданням дослідження. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку з порушенням плану виконання.
	30	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Робота виконувалась не систематично та подана на перевірку з порушенням плану виконання.

	20	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються до курсових робіт/проектів, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Основні тези роботи розкриті, але недостатньо обґрунтовані, нечітко сформульовано висновки, пропозиції і рекомендації.
	15	Здобувач 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.
	5	Робота не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер.
Ілюстративна частина	20	Креслення виконано на високому рівні та відповідно до вимог що висуваються.
	15	Креслення виконано на високому рівні з невеликою кількістю незначних зауважень
	10	Креслення виконано на низькому рівні з невеликою кількістю значних зауважень
	5	Креслення виконано на низькому рівні з великою кількістю значних зауважень
Захист роботи	40	Доповідь логічно побудована, здобувач чітко та стисло викладає основні результати, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	35	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	30	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	25	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	20	Здобувач невпорядковано викладає основні результати, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.
	15	Здобувач невпорядковано викладає основні результати, робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
	10	здобувач демонструє задовільні знання з теми, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання, та належно обґрунтувати положення роботи.
	5	здобувач невпорядковано викладає основні результати, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	10x10 балів = 100 балів	10x10 балів = 100 балів
Всього	100	100

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Т2	Лабораторна робота №1	10	Лабораторна робота №1	10
		Лабораторна робота №2	10	Лабораторна робота №2	10
	Т4	Лабораторна робота №3	10	Лабораторна робота №3	10
		Лабораторна робота №4	10	Лабораторна робота №4	10
		Лабораторна робота №5	10	Лабораторна робота №5	10
ЗМ2	Т3	Лабораторна робота №6	10	Лабораторна робота №6	10
		Лабораторна робота №7	10	Лабораторна робота №7	10
		Лабораторна робота №8	10	Лабораторна робота №8	10
		Лабораторна робота №9	10	Лабораторна робота №9	10
	Т4	Лабораторна робота №10	10	Лабораторна робота №10	10
Сума			100		100

Шкала оцінювання

Оцінка за 100-бальною шкалою університету	Оцінка за шкалою ЄКТС
90-100 (творчий рівень)	A (відмінно)
82-89 (високий рівень)	B (дуже добре)
74-81 (добрий рівень)	C (добре)
64-73 (середній рівень)	D (посередньо)
60-63 (задовільний рівень)	E (достатньо)
35-59 (низький рівень)	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34 (незадовільний рівень)	F (незадовільно з обов'язковим повторним вивченням)

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

- Опорний конспект лекцій з дисципліни в електронному варіанті.

2. Методичні вказівки та завдання до виконання лабораторних робіт та курсової роботи з дисципліни в електронному варіанті.

3. Програмне забезпечення (CAD/CAM - системи автоматизованого проектування/системи автоматизованого виробництва; програмні рішення відкритого доступу: WinGD's General Technical Data (GTD) application provides information to plan the layout of WinGD low-speed engines; MAN CEAS engine calculations).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Наливайко В. С., Тимошевський Б. Г., Ткаченко С. Г. Суднові двигуни внутрішнього згоряння : підруч. Миколаїв : Вид-во Торубара В.В., 2015. – 332 с.

2. Наливайко В. С., Ткаченко С. Г., Хоменко В. С., Авдюнін Р. Ю. Основи комп'ютерного проектування ДВЗ : навч. посіб. Миколаїв: Вид-во Торубара В.В., 2017. – 135 с.

3. Мінчев Д. С., Нагірний А. В. Інформаційні основи систем автоматизованого проектування двигунів внутрішнього згоряння: планування та обробка результатів експерименту : навч. посіб. Миколаїв : Видавництво НУК, 2012. – 100 с.

4. Андреев А. А., Дудченко О. М., Лой С. А., Спіхтаренко В. В., Цвікліс В. С. Комп'ютерні технології у теплотехнічних розрахунках. Частина I : навч. посіб. Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 224 с.

5. Munir M. Hamad, Autocad 2021 3D modeling. Publisher: David Pallai Mercury learning and information. 2021. – 401 p.

6. Bernd S. Palm, Alf Yarwood Introduction to AutoCAD® 2017 2D and 3D design. Routledge Taylor & Francis Group, New York, 2017. – 435 p.

Допоміжна література

1. Michael Alexander, Dick Kusleika Excel® 2019 Power Programming with VBA. John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, Indiana, 2019. – 756 p.

2. Chiodi M. An innovative 3D-CFD-Approach towards Virtual Development of Internal Combustion Engines. Germany : Vieweg+Teubner Verlag, 2011. – 278 p.

3. Günter P. Combustion Engines Development. Berlin, New York : Springer, 2012. – 642 p.

4. Rolf Isermann Engine Modeling and Control: Modeling and Electronic Management of Internal Combustion Engines. Berlin : Springer, 2014. – 658 p.
5. Joz'e Duhovnik, Ivan Demšar, Primož Drešar Space Modeling with SolidWorks and NX Springer International Publishing Switzerland 2015. – 499 p.
6. Павловський С.М., Бабков А.В. Основи автоматизованого проектування: лабораторні роботи в середовищі AutoCAD: навчальний посібник / С.М. Павловський, А.В. Бабков. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 598 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Науково-технічний журнал «Двигуни внутрішнього згоряння». Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут” [Режим доступу <http://web.kpi.kharkov.ua/dvs/golovna/>].
2. Науково-технічний журнал «Суднові енергетичні установки». Національний університет “Одеська морська академія” [Режим доступу <http://seu.onma.edu.ua/archive/>].
3. American Society for Quality: www.asq.org
4. Configuration Management Process Improvement Center: www.cmpic.com
5. Офіційний сайт американської транснаціональної корпорації Autodesk <https://www.autodesk.com/>