

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)

T72012



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

МІЦНІСТЬ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Strength of Internal Combustion Engines

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

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни «Міцність двигунів внутрішнього згоряння» 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 згоряння

(зазначаються повна назва освітньої програми)

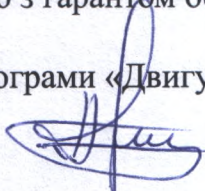
«__» _____ 2023 року. – __ с.

Розробник: Митрофанов Олександр Сергійович, д.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Міцність двигунів внутрішнього згоряння» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Двигуни внутрішнього згоряння»

к.т.н., доцент



Аркадій ПРОСКУРІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Міцність двигунів внутрішнього згоряння» розглянуто на засіданні кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації

Протокол № 7 від « 27 » квітня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри



Олексій ГОГОРЕНКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Міцність двигунів внутрішнього згоряння» розглянуто Методичною комісією Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 9 від « 25 » травня 2023 р.

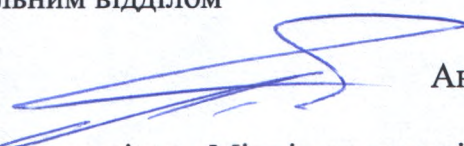
Голова



Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Міцність двигунів внутрішнього згоряння» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу

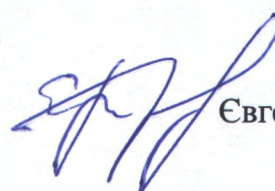


Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Міцність двигунів внутрішнього згоряння» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від « 28 » червня 2023 р.

Голова НМР НУК



Євген ТРУШЛЯКОВ

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисципліни	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	14
8. Критерії оцінювання результатів навчання	15
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, викорис- тання яких передбачає навчальна дисципліна.....	17
10. Рекомендовані джерела інформації	17

ВСТУП

Анотація

Створення сучасних високоефективних двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) або вдосконалення вже існуючих є достатньо складним та високотехнологічним процесом, в якому задіяні висококваліфіковані фахівці з різних галузей науки й техніки. Так, однією з головних задач у цьому процесі є забезпечення міцності, надійності, працездатності та довговічності нових або модернізованих двигунів. Саме тому в значній мірі зростає потреба в освоєнні майбутніми фахівцями з ДВЗ професійно-орієнтованої дисципліни «Міцність ДВЗ». Обов'язкова дисципліна «Міцність ДВЗ» формує знання щодо напружено-деформованого стану елементів конструкції та деталей, тому є основою спеціальних дисциплін, які пов'язані з проектуванням двигунів, механізмів, агрегатів, пристроїв тощо. Майже всі основні розділи професійно-орієнтованої дисципліни «Міцність ДВЗ» базуються на знанні студентами теоретичної механіки (кінематика точки і системи, кінематика твердого тіла, складний рух твердого тіла, задачі динаміки, головний вектор та головний момент системи сил); опору матеріалів (характеристики напруженого стану ізотропного тіла, геометричні характеристики плоского перерізу тіла, розрахунок на міцність при розтягу або стиску, зсуві, згині й крутінні; розрахунок контактних та температурних деформацій і напружень, розрахунок на міцність при складному напруженому стані тіла); матеріалознавства (характеристики механічних властивостей матеріалів, способи обробки), а також вищої математики (основи аналітичної геометрії; елементи диференційного та інтегрального числення; диференціальні рівняння та їх розв'язання). Крім того, вивченню даної дисципліни повинно передувати засвоєння таких базових та загальноінженерних дисциплін, як «Деталі машин», «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Конструкція та динаміка ДВЗ», «Теорія ДВЗ», «Агрегати повітропостачання ДВЗ» та ін.

Ключові слова: двигун внутрішнього згоряння, міцність, працездатність, питомий тиск, деформація, розтягнення, стиснення, напружений стан.

Abstract

The creation of modern high-efficiency internal combustion engines (ICE) or the improvement of existing ones is a rather complex and high-tech process involving highly qualified specialists from various fields of science and technology. Thus, one of the main tasks in this process is to ensure the strength, reliability, operability and durability of new or modernized engines. That is why the need for future specialists in internal combustion engines to master the professionally oriented discipline "Strength of internal combustion engines" is growing significantly. The mandatory discipline "Strength of ICE" provides knowledge about the stress-strain state of structural elements and parts, therefore it is the basis of special disciplines related to the design of engines, mechanisms, aggregates, devices, etc. Almost all the main sections of the professionally-oriented discipline "Strength of ICE " are based on students' knowledge of theoretical mechanics (kinematics of a point and system; kinematics of a solid body; complex motion of a solid body; problems of dynamics; the main vector and main moment of the system of forces), the resistance of materials (characteristics of a stressed of the state of an isotropic body; geometric characteristics of a plane cross-section of a body; calculation of strength in tension or compression, shear, bending and twisting; calculation of contact and temperature deformations and stresses; calculation of strength in a complex stressed state of a body), materials science (characteristics of mechanical properties of materials, methods processing), as well as higher mathematics (fundamentals of analytic geometry; elements of differential and integral calculus; differential equations and their solutions). Also, the study of this discipline should be preceded by mastering such basic and general engineering disciplines as "Machine details", "Draft geometry, engineering and computer graphics", "Design and dynamics of internal combustion engines", "Theory of internal combustion engines", "Air supply units of internal combustion engines" etc.

Key words: internal combustion engine, strength, efficiency, specific pressure, deformation, tension, compression, tense state.

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		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		4-й	4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/oppdviguni-vnutrishnogozgoryannya-bakalavr/	Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування Освітня програма Двигуни внутрішнього згоряння	Семестр	
Індивідуальне науково- дослідне завдання		8-й	8-й
		Лекцій	
		15 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		15 год.	4 год.
Загальна кількість годин – 90		Лабораторні	
		–	–
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2; самостійної роботи студента – 4;	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		60 год.	82 год.
		Індивідуальні завдання: –	
		Вид контролю: залік	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Міцність ДВЗ» є отримання теоретичних знань та практичних навичок щодо основних методів розрахунку деталей ДВЗ на міцність та працездатність, а також формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей як:

ІК-1. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у галузі енергетичного машинобудування або у процесі навчання,

що передбачає застосування теорій тепло-масообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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 4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання.

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

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є вивчення дисциплін: «Опір матеріалів», «Теоретична механіка», «Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів», «Теорія машин і механізмів», «Деталі машин», «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Конструкція та динаміка ДВЗ», «Теорія ДВЗ» та ін.

4. Очікувані результати навчання

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

ПРН 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

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

ПРН 13. Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Математичне моделювання теплового та напружено-деформованого стану деталей ДВЗ.

Тема 1. Надійність міцності та оцінка міцності деталей двигуна.

Тема 2. Багатоциклова втома та розрахунок на витривалість деталей поршневих двигунів.

Тема 3. Оцінка працездатності теплонапружених деталей двигуна.

Змістовий модуль 2. Деталі остову ДВЗ.

Тема 4. Аналіз умов роботи деталей остову ДВЗ та їх навантажень. Розрахункові схем при визначенні напруженого стану деталей остову.

Тема 5. Матеріали деталей остову та допустимі напруги.

Змістовий модуль 3. Деталі кривошипно-шатунного механізму ДВЗ.

Тема 6. Аналіз умов роботи поршнів та їх навантажень. Розрахункові схем при визначенні напруженого стану поршнів. Матеріали поршнів та допустимі напруги. Стаціонарне та нестаціонарне теплове навантаження поршня.

Тема 7. Аналіз умов роботи шатунів та їх навантажень. Розрахункові схем при визначенні напруженого стану шатунів. Методи підвищення несучої здатності шатунів, матеріали шатунів.

Тема 8. Аналіз умов роботи колінчастих валів та їх навантажень. Розрахункові схем при визначенні напруженого стану колінчастих валів. Матеріали та методи зміцнення колінчастих валів. Запас міцності колінчастих валів.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усь ого	у тому числі				усь го	у тому числі			
		л	пр	лаб	с.р.		л*	пр	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Математичне моделювання теплового та напружено-деформованого стану деталей ДВЗ										
<i>Тема 1. Надійність міцності та оцінка міцності деталей двигуна.</i>	10	2	–	–	8	10	–	–	–	10
<i>Тема 2. Багатоциклова втома та розрахунок на витривалість деталей поршневих двигунів.</i>	10	2	–	–	8	10	1	–	–	9
<i>Тема 3. Оцінка працездатності теплонапружених деталей двигуна.</i>	10	2	–	–	8	10	1	–	–	9
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	30	6	–	–	24	30	2	–	–	28
Змістовий модуль 2. Деталі остову ДВЗ										
<i>Тема 4. Аналіз умов роботи деталей остову ДВЗ та їх навантажень. Розрахункові схем при визначенні напруженого стану деталей остову.</i>	15	2	4	–	9	15	1	–	–	14
<i>Тема 5. Матеріали деталей остову та допустимі напруги.</i>	15	1	2	–	12	15	–	–	–	15
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	30	3	6	–	21	30	1	–	–	29
Змістовий модуль 3. Деталі кривошипно-шатунного механізму ДВЗ										
<i>Тема 6. Аналіз умов роботи поршнів та їх навантажень. Розрахункові схем при визначенні напруженого стану поршнів. Матеріали поршнів та допустимі напруги. Стаціонарне та нестаціонарне теплове навантаження поршня.</i>	10	2	4	–	4	11	2	2	–	8
<i>Тема 7. Аналіз умов роботи шатунів та їх навантажень. Розрахункові схем при визначенні напруженого стану шатунів. Методи підвищення несучої здатності шатунів, матеріали шатунів.</i>	10	2	2	–	6	10	–	2	–	8
<i>Тема 8. Аналіз умов роботи колінчастих валів та їх навантажень. Розрахункові схем при визначенні напруженого стану колінчастих валів. Матеріали та методи зміцнення колінчастих валів. Запас міц-</i>	10	2	3	–	5	9	–	–	–	9

ності колінчастих валів.										
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	30	6	9	–	15	30	1	4	–	25
<i>Разом за курсом</i>	90	15	15	–	60	90	4	4	–	82

* За заочної формою проводяться оглядові лекції

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Розрахунок елементів остову двигуна (фундаментної рами, картера та робочого циліндру) за допомогою модулю Solidworks simulation.	6	–
2	Розрахунок на міцність деталей поршневої групи за допомогою модулю Solidworks simulation.	4	2
3	Розрахунок на міцність деталей шатунної групи за допомогою модулю Solidworks simulation.	2	2
4	Розрахунок на міцність колінчастого валу за допомогою модулю Solidworks simulation.	3	–
	<i>Разом</i>	15	4

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	8	16
2	Підготовка до практичних занять	14	20
3	Розрахунково-графічна робота	20	28
4	Підготовка до заліку	18	18
	<i>Разом</i>	60	82

Завдання на виконання розрахунково-графічної роботи

Розрахунково-графічна робота виконується впродовж семестру з метою здобуття практичних навичок розрахунку міцності деталей ДВЗ й оцінки їх працездатності з урахуванням умов їх роботи. На розрахунково-графічну роботу кожен студент отримує власне індивідуальне завдання.

Розрахунково-графічна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка містить:

– титульний лист;

- завдання на виконання розрахунково-графічної роботи;
- зміст;
- вступ;
- опис конструкції деталі та умов її роботи;
- визначення основних розмірів та компоновка конструкції деталі;
- обґрунтування припущень прийнятих при розрахунках;
- вибір та обґрунтування параметрів необхідних для виконання розрахунків (тиск газів, температура та їх розподіл, матеріал і його характеристики, ін.);
- складання розрахункової схеми та її обґрунтування;
- створення тривимірної моделі деталі у Solidworks;
- розрахунок напружень та деформацій за допомогою модулю Solidworks simulation;
- визначити шляхи зниження напруженого стану деталі;
- перелік використаної літератури.

Графічна частина містить тривимірну модель деталі у Solidworks та результати розрахунку напружень і деформацій.

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

Методи навчання:

- лекції;
- робота із літературою;
- репродуктивні бесіди;
- практичні роботи.

Контроль успішності навчання здобувачів проводиться у формах поточного і підсумкового контролю.

Поточний контроль полягає у перевірці знань і практичної підготовленості здобувачів з певної завершеної частини навчальної дисципліни (змістового модуля).

Формами поточного контролю є:

- усні відповіді на практичних заняттях;
- розрахунково-графічна робота;
- модульний контроль у формі тестування.

Підсумковий контроль – залік.

Перелік питань до дисципліни:

1. Охарактеризувати види напруг та стану, які виникають в деталях при їх деформації.
2. Дати характеристику основним фізичним властивостям матеріалів.
3. Охарактеризувати деформації та напруги, які виникають при розтягуванні та стисненні.
4. Охарактеризувати деформації та напруги, які виникають при вигині.
5. Охарактеризувати деформації та напруги, які виникають при зрізі та зми-
нанні.
6. Охарактеризувати деформації та напруги, які виникають при скручуванні.
7. Поясніть, що таке концентрації напруг та умови їх виникнення.
8. Охарактеризувати види циклів навантаження деталей.
9. Які навантаження діють на деталі ДВЗ та які напруги виникають при цьо-
му?
10. Охарактеризувати види та схеми навантажень деталей ДВЗ.
11. Дати характеристику тепловому навантаженню деталей ЦПГ.
12. Дати характеристику силовому навантаженню деталей ЦПГ.
13. Оцініть працездатність деталей ЦПГ за основними критеріями.
14. Поясніть види спрощень конструкції при складанні розрахункових схем.
15. Проаналізуйте умови роботи шпильок кріплення кришок циліндрів та ан-
керних болтів.
16. Як визначається сила попереднього затягування болтів та шпильок кріп-
лення кришок циліндрів?
17. Як визначається міцність болтів та шпильок?

18. Проаналізуйте умови роботи блока циліндрів при різних схемах компоновки остова.
19. Охарактеризуйте матеріали та допустимі напруги для деталей остова.
20. Як визначається міцність блока циліндрів?
21. Проаналізуйте умови роботи кришок циліндра.
22. Охарактеризуйте матеріали та допустимі напруги для кришок циліндра.
23. Як визначаються температурні напруги у кришці циліндра?
24. Як визначаються механічні напруги в кришці циліндра та сумарні напруги?
25. Проаналізуйте умови роботи фундаментної рами.
26. Охарактеризуйте матеріали та допустимі напруги для фундаментних рам.
27. Як визначається міцність фундаментної рами?
28. Проаналізуйте умови роботи втулок циліндра.
29. Охарактеризуйте матеріали та допустимі напруги для втулок циліндра.
30. Як визначаються температурні напруги у втулці циліндра?
31. Як визначаються напруги у втулках циліндра від тиску газів та сумарні напруги?
32. Яким чином виконується перевірка втулки циліндра на вигин від бокової сили?
33. Яким чином виконується перевірка опорного фланця втулки на міцність?
34. Проаналізуйте умови роботи поршня.
35. Охарактеризуйте матеріали та допустимі напруги для поршнів.
36. Як визначаються температурні напруги в днищі поршня?
37. Як визначити напруги в поршні від тиску газів у циліндрі?
38. Як визначити питомий тиск у бобишці?
39. Як визначити питомий тиск на бокову поверхню поршня?
40. Як виконується розрахунок поршневого пальця на міцність?
41. Як виконується розрахунок на міцність поршневих кілець?
42. Проаналізуйте умови роботи шатуна.
43. Охарактеризуйте матеріали та допустимі напруги для шатунів.

44. Як виконується розрахунок на міцність стержня шатуна?
45. Як виконується розрахунок на міцність верхньої голівки шатуна.
46. Як виконується розрахунок на міцність нижньої голівки шатуна?
47. Опишіть розрахунок на міцність шатунних болтів.
48. Проаналізуйте умови роботи колінчастого валу.
49. Охарактеризуйте матеріали та допустимі напруги для колінчастого валу.
50. Яким чином здійснюється розрахунок статичної міцності розрахункового коліна колінчастого вала?
51. Опишіть методику визначення розрахункового коліна колінчастого вала.
52. Наведіть способи зниження напруженого стану деталей ДВЗ.

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.

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Контрольна робота № 1	10	Контрольна робота № 1	10
	T2				
	T3				
ЗМ 2	T4	Контрольна робота № 2	10	Контрольна робота № 2	10
	T5				
ЗМ3	T6	Розрахунково-графічна робота	30	РГЗ	30
	T7				
	T8				
ПМК		Тест	10	Тест	10
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			100		100

У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках здобувач освіти може набрати до 60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, участь в дискусіях, виконання завдань та інше).

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних завдань	10x2+30 = 50 балів	10x2+30 = 50 балів
Поточний модульних контроль	10 балів	10 балів
Всього	60	60

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) та набутих практичних навичок під час виконання розрахунково-графічної роботи.

Під час проведення заліку із дисципліни студент повинен відповісти на три питання із білету, які формуються із питань до кожного розділу лекційного курсу. Відповідь на запитання студентам пропонується надавати у письмовій формі із подальшими усними поясненнями та уточненнями. Під час складання заліку можливе використання власних конспектів із дозволу викладача.

Питома вага заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати залік надається здобувачеві освіти, якій із урахуванням проміжних оцінок і максимального балу заліку набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

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

8. Критерії оцінювання результатів навчання

8.1. Контроль та оцінювання знань на практичних заняттях

Практичне заняття	Критерії оцінювання
10	Глибоке розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом, активна участь у роботі семінару, виступ у дискусії
7...9	Розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом
4...6	Розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом
1...3	Неповне розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом
0	Незадовільне розкриття питання теми

8.2. Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

8.3. Контроль та оцінювання знань за виконання розрахунково-графічної роботи

Розрахунково-графічна робота	Критерії оцінювання
25...30	Розрахунково-графічна робота виконана у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт розрахунково-графічної роботи відповідає встановленим вимогам.
19...24	Розрахунково-графічна робота виконана самостійно з порушенням встановлених термінів. Студент самостійно визначає тип задачі і раціонально розв'язує її. Може розв'язувати комбіновані задачі. Звіт розрахунково-графічної роботи відповідає встановленим вимогам.
13...18	Розрахунково-графічна робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент наводить потрібні формули. Розв'язує задачу користуючись алгоритмом. Складений звіт розрахунково-графічної роботи містить неточності у висновках та помилки.
1...12	Студент складає скорочену умову задачі, робить обчислення лише за готовою формулою. Складений звіт розрахунково-графічної роботи містить значні неточності у висновках та помилки.
0	Студент не розв'язує поставленої задачі розрахунково-графічної роботи.

8.4. Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів освіти під час заліку

30...40 балів ставиться здобувачу, який демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу, достовірний рівень розвитку умінь і навичок, правильне й обґрунтоване формулювання практичних висновків, уміння приймати необхідні рішення в нестандартних ситуаціях, вільне володіння науковими термінами, високу комунікативну культуру;

20...29 балів ставиться здобувачу, який виявляє дещо обмежені знання навчального матеріалу, допускає окремі несуттєві помилки та неточності;

10...19 бали ставиться здобувачу, який засвоїв основний навчальний матеріал, володіє необхідними вміннями та навичками для вирішення стан-

дартних завдань, проте, при цьому допускає неточності, не виявляє самостійності суджень, демонструє недоліки комунікативної культури;

0...9 балів ставиться здобувачу, який не володіє необхідними знаннями, уміннями, навичками, науковими термінами, демонструє низький рівень комунікативної культури.

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

У якості наочного матеріалу під час лекційних та практичних занять використовуються плакати, креслення і фотографії конструктивних схем сучасних ДВЗ та їх елементів, проспекти фірм-виробників двигунів, зразки елементів ДВЗ, макети двигунів, що знаходяться у спеціалізованих аудиторіях та лабораторії кафедри ДВЗ, У та ТЕ. Також під час лекційних та практичних занять, демонстрації поточних результатів виконання розрахунково-графічної роботи використовується лазерний проектор.

До засобів навчання також слід віднести використання студентами персональних комп'ютерів з доступом до мережі інтернет, які дають змогу виконувати двовимірні та тривимірні креслення деталей двигуна, а також математичні розрахунки безпосередньо під час проведення практичних занять.

Для поглибленого вивчення дисципліни рекомендується систематичне опрацювання фахових журналів: «Двигатели внутреннего сгорания», «SAE Technical paper». З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості проведення практичних занять слід проводити групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри ДВЗ, У та ТЕ.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Марченко А. П., Рязанцев М. К., Шеховцов А. Ф. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 т. Т. 1. Розробка конструкції форсованих двигунів наземних транспортних машин / ред. проф. А. П. Марченко та

засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. Харків : Прапор, 2004. – 384 с.

2. Основи теорії та динаміки автомобільних двигунів : підручник / В. Ф. Шапко, С. В. Шапко. – Харків : Точка, 2016. – 232 с.

3. Марченко А. П., Рязанцев М. К., Шеховцов А. Ф. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 т. Т. 2. Доводка конструкції форсованих двигунів наземних транспортних машин / ред. проф. А. П. Марченко та засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. Харків : Прапор, 2004. – 288 с.

4. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія [текст]: Підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А. П. Марченка. – Харків: НТУ “ХП”, 2008. – 488 с.

5. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: Підручник. – К.: Арістей, 2004. – 474 с

6. Марченко А. П., Пильов В. О. М. К., Шеховцов А. Ф. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 т. Т. 4. Основи САПР ДВЗ / ред. проф. А. П. Марченко та засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. Харків : Прапор, 2004. – 336 с.

7. Абрамчук Ф. І., Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.6 Надійність ДВЗ / Ф. І. Абрамчук, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов / ред. проф. А. П. Марченко та засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. Харків : Прапор, 2004. – 324 с.

8. Захарчук В. І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.

Допоміжна література

1. Булгаков В. М, Адамчук В. В., Черниш О. М., Березовий М. Г., Калетнік Г. М., Яременко В. В. Прикладна механіка. К.: Центр учбової літератури, 2020. – 906 с.

2. Комп'ютерна графіка SolidWorks : навчальний посібник / М.М. Козяр, Ю.В. Фещук, О.В. Парафенюк / Херсон: Олді-Плюс, 2018. – 252 с.

3. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с.
4. Системи 3D моделювання: Навчальний посібник/ Пальчевський Б.О., Валецький, Б.П., Вараніцький Т.Л. / Луцьк: 2016. – 176 с.
5. Sham Tickoo. SolidWorks 2018 for Designers, 16th Edition. Schererville : CADCIM Technologies, 2018. 1987 p.
6. SolidWorks 2018. Learn by doing - Part 1: parts, assembly, drawings, and sheet metal. Tutorial Books, 2018. 532 p.
7. SolidWorks 2018. Learn by doing - Part 2: surface design. Tutorial Books, 2018. 149 p.