

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Інститут інженерної механіки

Кафедра технічної механіки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор інституту інженерної механіки



Л. І. Романишин

2022 року

ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА

Перший рівень (бакалаврський)

(рівень вищої освіти)

галузь знань 13 Механічна інженерія
(шифр і назва напрямку підготовки)
спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)
освітньо-професійна програма «Інжиніринг і сервісне обслуговування нафтогазових машин та обладнання»
(назва освітньо-професійної програми)
інститут інженерної механіки
(назва інституту, факультету)

обов'язкова

Івано-Франківськ – 2022 рік

Робоча програма дисципліни «Теорія механізмів і машин» для студентів, що навчаються за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг і сервісне обслуговування нафтогазових машин та обладнання» на здобуття ступеня **бакалавр** за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування.

Розробник:

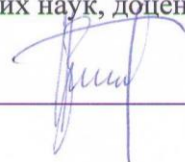
Кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки



О. О. Слабий

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри технічної механіки.
Протокол від 30 серпня 2022 р. № 1

Завідувач кафедри технічної механіки, кандидат технічних наук, доцент



В. Я. Попович

Узгоджено:

Завідувач випускної кафедри нафтогазових машин та обладнання, кандидат технічних наук,
доцент



Я. Т. Федорович

Гарант освітньо-професійної програми першого рівня вищої освіти «Інжиніринг і сервісне обслуговування нафтогазових машин та обладнання», доцент кафедри нафтогазових машин та обладнання, кандидат технічних наук, доцент



Т. Л. Романишин

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Ресурс годин на вивчення дисципліни «Теорія механізмів і машин» згідно з чинним РНП, розподіл по семестрах і видах навчальної роботи для різних форм навчання характеризує таблиця 1.

Таблиця 1 – Розподіл годин, виділених на вивчення дисципліни «Теорія механізмів і машин»

Найменування показників	Всього		Розподіл по семестрах			
			Семестр 3		Семестр 4	
	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна форма навчання (ЗФН)	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна форма навчання (ЗФН)	Денна форма навчання (ДФН)	Заочна форма навчання (ЗФН)
Кількість кредитів ECTS	6		4		2	
Кількість модулів	1		1			
Загальний обсяг часу, год	180		120		60	
Аудиторні заняття, год, у т.ч.:	74		60		14	
лекційні заняття	36		36			
семінарські заняття						
практичні заняття	38		24		14	
лабораторні заняття						
Самостійна робота, год, у т.ч.:	106		60		46	
виконання курсової проекту	30				30	
виконання контрольних (розрахунково-графічних) робіт						
опрацювання матеріалу, викладеного на лекціях	30		30			
опрацювання матеріалу, винесеного на самостійне вивчення	10		10			
підготовка до практичних занять та контрольних заходів	36		20		16	
підготовка звітів з лабораторних робіт						
підготовка до екзамену						
Форма семестрового контролю	Диференційовані й залік, захист курсового проекту		Диференційований залік		Захист курсового проекту	

2 МЕТА ТА РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Мета вивчення дисципліни: забезпечити студентів системою знань, вмінь і практичних навиків з основ теорії механізмів і машин – науки про загальні методи дослідження будови, кінематики і динаміки механізмів і машин та наукові основи їх проектування для розв'язання прикладних задач, які мають важливе значення при підготовці фахівців спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», а також в їхній майбутній науково-виробничій діяльності.

В результаті вивчення курсу теорії механізмів і машин студенти повинні **демонструвати результати навчання** через отримані знання вміння і навички:

- розуміти і застосовувати основні визначення, поняття, закони та методи аналізу і синтезу з теорії машин і механізмів при інженерному аналізі та професійному спілкуванні;
- самостійно в професійній діяльності виявляти, формулювати і вирішувати прикладні задачі з теорії машин і механізмів, обирати і застосовувати адекватні та оптимальні методи синтезу і аналізу для їх розв'язку, вміти правильно аналізувати та інтерпретувати отримані результати;
- читати, розуміти, аналізувати та синтезувати принципові схеми роботи досліджуваної системи та на основі них будувати розрахункові схеми для проведення кінематичного та динамічного аналізу роботи механізмів застосовуючи загальноприйняті та стандартизовані позначення;
- показувати необхідні теоретичні знання та практичні навички з теорії машин і механізмів, що лежать в основі обраної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

Перелік дисциплін, які пов'язані і є базовими для вивчення теорії механізмів і машин: «Вища математика», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Фізика», «Теоретична механіка».

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей, передбачених відповідними освітньо-професійними програмами:

загальних:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення;
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК3. Здатність планувати та управляти часом;
- ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні;
- ЗК9. Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети.

фахових:

- ФК1. Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування;
- ФК4. Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації;
- ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

Результати навчання дисципліни деталізують **такі програмні результати навчання, передбачені відповідними освітньо-професійними програмами:**

- ПРН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі;
- ПРН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку;
- ПРН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні;
- ПРН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

3 ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Тематичний план лекційних занять

Тематичний план лекційних занять дисципліни характеризує таблиця 2.

Таблиця 2 – Тематичний план лекційних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т) та їх зміст	Обсяг годин		Література	Розділ
		ДФН	ЗФН		
1	2	3	4	5	6
М1	<u>Теорія механізмів і машин</u>	36			
	<u>Семестр 3</u>	36			
ЗМ1	Аналіз механізмів і машин	18			
T 1.1	<u>Вступне заняття</u> Організація навчального процесу. Місце дисципліни у підготовці інженерів. Задачі дисципліни. Основні поняття і визначення теорії механізмів і машин. Кінематична пара і ланка. Визначення, класифікація і позначення. Правила побудови принципових кінематичних схем.	2		[1]	§2.1-2.3
T 1.2	<u>Структурний аналіз механізму</u> Степінь вільності механізму. Принцип утворення важільних плоских механізмів та їх структурна класифікація. Класифікація важільних механізмів по Глюбреру і Ассуру.	2		[1]	§2.4-2.9
T 1.3	<u>Кінематичний аналіз механізмів.</u> Аналітичні та графічні методи визначення положення, швидкостей та пришвидшень ланок плоских важільних механізмів. Основи кінематичного аналізу просторових механізмів.	4		[1]	§3.1-3.7
T 1.4	<u>Динамічний аналіз</u> Задачі динамічного аналізу. Сили, що діють на ланки механізмів. Зведення сил і їх моментів, мас і моментів інерції. Рівняння руху механізму. Режим руху механізму та коефіцієнт нерівномірності. Визначення затребуваного моменту інерції маховика. ККД механізмів при послідовному та паралельному їх з'єднанні.	2		[1]	§5.1-5.4
T 1.5	<u>Силовий аналіз механізмів</u> Задачі силового аналізу. Умова кінетостатичної визначеності кінематичного ланцюга. Графоаналітичний та аналітичний методи силового аналізу.	4		[1]	§4.4-4.6
T 1.6	<u>Сучасні засоби кінематичного та динамічного аналізу механізмів.</u> Сучасні підходи до синтезу і аналізу механізмів. Синтез механізмів в середовищах параметричного моделювання. Кінематичний і динамічний аналіз механізмів в середовищах комп'ютерної алгебри, системах мультидоменного моделювання і системах кінцево-елементного моделювання. Переваги і недоліки різних підходів.	4		[9]	§6-7

1	2	3	4	5	6
ЗМ2	Синтез конструкцій механізмів	18			
Т 2.1	<u>Синтез важільних механізмів</u> Основні задачі синтезу та методи їх розв'язання. Методи і особливості синтезу чотирьох ланкових механізмів.	2		[1]	§12.1-12.7
Т 2.2	<u>Зрівноваження механізмів</u> Умови статичного, моментного та повного зрівноваження. Метод визначення положення загального центру мас. Метод приведення мас. Повне та часткове зрівноваження важільних механізмів. Зрівноваження роторів.	4		[1]	§14.1-14.5
Т 2.3	<u>Зубчасті передачі. Евольвентне зачеплення</u> Типи зубчастих коліс і їх позначення. Основна термінологія. Теорія евольвентного зачеплення. Вихідний контур зубчастого колеса ДСТУ ISO 53-2001. Геометрія зубчастого колеса. Кореговані зубчасті колеса. Планетарні і диференціальні зубчасті передачі, види і характеристики. Передавальне відношення. Синтез планетарних зубчастих передач. Системи CAD і CAE для синтезу зубчастих передач.	4		[1] [1] [8]	§9.1-9.14, §11.1-11.6 §9
Т 2.4	<u>Вібрації в машинах. Основи віброзахисту</u> Вібрації в машинах і їх класифікація. Основні підходи до зменшення вібрацій в машинах. Типи віброзахисних пристроїв, їх принцип роботи і основи їх проектування.	2		[5]	§10.1-10.10
Т 2.5	<u>Кулачкові механізми</u> Кулачкові механізми, види класифікація і характеристики. Закони руху вихідної ланки і їх характеристики. Основні вимоги, що ставляться при проектуванні кулачкових механізмів. Синтез кулачкових механізмів. Системи CAD і CAE для синтезу кулачкових механізмів.	4		[1] [8]	§7.1-7.10 §10
Т 2.6	<u>Завершальне заняття.</u> Основи теорії керування машинами. Системи керування за часом і шляхом. Підведення підсумків.	2		[1]	§15.1-15.5

Кількість модулів – 1. Кількість змістовних модулів – 2.

3.2 Теми практичних занять

Теми практичних занять дисципліни наведено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Теми практичних занять

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем практичних занять (П) та їх зміст	Обсяг годин		Літера тура	Розділ
		ДФН	ЗФН		
1	2	3	4	5	6
М1	<u>Теорія механізмів і машин</u>	38			
ЗМ1	Аналіз конструкції механізмів	14			
П1	<u>Структурний аналіз механізмів</u> Визначення числа ланок та кінематичних пар механізму та їх класифікація. Побудова кінематичної схеми. Визначення ступеня вільності механізму. Декомпозиція механізмів на групи Ассура та їх класифікація.	2		[5]	§1
П2	<u>Кінематичний аналіз механізмів. Швидкість</u> Визначення швидкостей ланок механізмів по заданій кінематичній схемі методом планів.	2		[5]	§2.1-2.3
П3	<u>Кінематичний аналіз механізмів. Пришвидження</u> Визначення пришвидшень ланок механізмів та їх центрів мас по заданій кінематичній схемі методом планів.	2		[5]	§2.1-2.3
П4	<u>Динамічний аналіз механізмів</u> Нерівномірність руху вихідної ланки механізму при усталеному режимі роботи. Визначення затребуваного моменту інерції маховика.	2		[6]	§3
П5 П6	<u>Силовий аналіз механізмів</u> Силовий аналіз важільних плоских механізмів методом планів. Важіль Жуковського.	4		[5]	§3
П7	<u>Побудова імітаційних моделей важільних механізмів</u> Основні підходи до отримання імітаційних моделей роботи механізмів в середовищах мультидоменного моделювання на прикладі бібліотеки Modelica.Mechanics	2		[6]	§4-5
ЗМ2	Синтез конструкції механізмів	24			
П8	<u>Зубчасті передачі</u> Визначення передаточного відношення рядних та планетарних зубчастих редукторів. Метод зупинки водила. Метод плану швидкостей.	2		[5]	§2.4
П9	<u>Синтез планетарних зубчастих редукторів</u> Синтез планетарного зубчастого редуктора по заданій кінематичній схемі та затребуваному передавальному відношенню. Умова співвісності сусідства та складання. Системи САЕ для синтезу планетарних механізмів.	2		[7]	§8

1	2	3	4	5	6
П10 П11	<u>Синтез кулачкових механізмів</u> Порядок синтезу кулачкових механізмів по заданих законах руху. Особливості синтезу кулачків із зміщеною віссю штовхача та наявністю ролика. Синтез кулачкових механізмів із роликовим коромислом	4		[7]	§9
П12	<u>Підсумкове заняття</u> Основні підходи до проектування віброзахисних пристроїв. Виставлення допусків до іспиту.	2			
П13	<u>Синтез важільних механізмів</u> Типові конструкції важільних механізмів нафтогазового обладнання. Порядок синтезу важільних механізмів по заданих вимогах до машини.	2		[7] [8]	§2 §12
П14	<u>Підготовка даних для динамічного аналізу механізмів.</u> Основні задачі, що ставляться при динамічному дослідженні механізмів нафтогазового обладнання. Визначення маси ланок і моменту інерції в середовищах тривимірного моделювання. Визначення початкового положення ланок механізму.	2		[8]	§12
П15	<u>Імітаційне моделювання динаміки роботи механізму</u> Побудова імітаційних моделей досліджуваної машини. Особливості моделювання пневматичних і гідравлічних ланок механізмів нафтогазового обладнання. Перевірка правильності задання початкових умов на тривимірній моделі.	2		[8]	§12
П16 П17	<u>Аналіз результатів імітаційного моделювання</u> Зміна крутного моменту і зусилля в кінематичних парах за один цикл усталеного режиму роботи машини. Знос в кінематичних парах і ККД механізму. Визначення затребуваного моменту інерції маховика, передавального відношення планетарного редуктора та потужності приводу машини.	4		[7] [8]	§6 §12
П18	<u>Синтез триланкових механізмів</u> Особливості синтезу зубчастих зачеплень із корегованими колесами. Синтез кулачкових механізмів та аналіз динаміки їхньої роботи. Визначення параметрів пружини для силового замикання кулачкових механізмів. Аналіз динаміки кулачкових механізмів.	2		[7] [8]	§7-9 §12
П19	<u>Захист курсового проекту</u>	2			

3.3 Завдання для самостійної роботи студента

Перелік матеріалу, який виноситься на самостійне вивчення, наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Матеріал, що виноситься на самостійне вивчення

Шифр	Назви модулів (М), змістових модулів (ЗМ), тем (Т), які виноситься на самостійне вивчення	Обсяг годин	Література	Розділ
1	2	3	5	6
М1	<u>Теорія механізмів і машин</u>	10		
T1.4	<u>Динамічний аналіз механізмів</u> Важіль Жуковського. Введення в теорію регулювання. Центробіжний регулятор швидкості.	2	[1]	§4.7, §5.5
T1.5	<u>Силовий аналіз механізмів</u> Тертя та знос в кінематичних парах. Види тертя. Силовий розрахунок механізмів із врахуванням тертя. Розрахунок зносу елементів у кінематичних парах.	2	[1]	§6.1-6.12
T2.3	<u>Зубчасті передачі. Евольвентне зачеплення</u> Просторові зубчасті передачі. Основні характеристики і синтез конічних, гвинтових і черв'ячних передач.	4	[1]	§10.1-10.3
T 2.5	<u>Кулачкові механізми</u> Розрахунок пружин для силового замикання. Основи динаміки кулачкових механізмів.	2	[1]	§7.10-7.13

Форма звітності самостійної роботи – конспект. Матеріал самостійного вивчення теоретичного матеріалу студентом внесений в завдання для контрольних робіт.

3.4 Завдання для індивідуальної роботи студента (курсний проект)

Метою виконання студентами курсового проекту є набуття практичних навичок з синтезу та аналізу виконавчого механізму однієї із нафтогазових машин при усталеному режимі її роботи, належного оформлення проведених розрахунків та практичному закріпленні набутих компетентностей за результатами навчання описаних в розділі 2 робочої програми.

Тему курсового проекту, назву основних розділів пояснювальної записки, об'єм графічного матеріалу, а також календарний план виконання курсового проекту викладач вносить у завдання на курсовий проект, які видаються протягом перших двох тижнів навчального семестру. Календарний план та терміни виконання курсового проекту студентами складаються викладачем на основі затвердженого графіку навчального процесу та розкладу занять.

4 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА

4.1 Основна література

1. Кіницький Я. Т. Теорія механізмів і машин. Київ: Наукова думка, 2002 - 658 с.

4.2 Додаткова література

2. Попов С.В., Бучинський М.Я., Гнітько С.М., Чернявський А.М. Теорія механізмів технологічних машин. Київ : Видавництво Ліра-К, 2020 – 268 с
3. Бурлака В. В., Кучеренко С. І., Мазоренко Д. І., Тищенко Л. М. Основи теорії механізмів і машин. Харків, 2009. – 340с.
4. Uicker J. J., Pennock G. R., Shigley J. E. Theory of machines and mechanisms. Oxford University Press: New York, USA 2017 – 977 p.

4.3 Література та методичне забезпечення для практичних занять

5. Воробйов, М. С. Теорія механізмів і машин: практикум. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016. – 89 с.
6. Кіницький Я. Т. Збірник задач і тестів із теорії механізмів і машин. Львів: Афіша, 2008. – 228 с.

4.4 Література для курсового проектування

7. Крижанівський Є. І., Малько Б. Д., Сенчішак В. М. Курсове проектування з теорії механізмів і машин – Івано-Франківськ: Вік, 1996. – 357 с.

4.5 Інформаційні ресурси в Інтернеті

8. Слабий О. О. Курс дистанційного навчання «133 Теорія механізмів і машин». Режим доступу: <http://moodle-archive.nung.edu.ua/course/view.php?id=2736>
9. Слабий О. О. Презентаційний матеріал для лекцій з курсу «Теорія механізмів і машин»
Режим доступу:
https://drive.google.com/drive/folders/1BZTBaDwVhADyjOp0q_Nek8F6VBsbT0It?usp=sharing
10. М. М. Tiller. Modelica by Example. 2011 Режим доступу: <https://mbe.modelica.university/>

5 ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Під час викладання та вивчення дисципліни «Теорія механізмів і машин» використовуються такі форми навчання:

- лекції;
- практичні заняття;
- самостійна робота: опрацювання лекційного матеріалу, опрацювання питань, винесених на самостійне вивчення, підготовка до практичних занять, підготовка до контрольних заходів, виконання курсового проекту.

Загалом в процесі вивчення дисципліни «Теорія механізмів і машин» відповідно до наказу № 150 від 24.06.2021 р. використовуються такі методи навчання: МН 1 – словесні методи (МН 1.1 - лекція, МН 1.2 – розповідь-пояснення, МН 1.3 – бесіда, МН 1.4 – інструктаж); МН 2 – наочні методи (МН 2.1 – ілюстрування, 2.4 – комп’ютерні і мультимедійні методи); МН 3 – практичні методи (МН 3.4 - практичні роботи); МН 4 – індуктивний; МН 5 – дедуктивний; МН 7 – аналітичний; МН 8 – синтетичний; МН 12 - виокремлення основного; МН 17 – дослідницький; МН 18 – методи самостійної роботи вдома; МН 19 – робота під керівництвом викладача.

6 ПОЛІТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Усі контрольні заходи студент має право перездати один раз протягом навчального семестру. Виставляється краща оцінка. Дата і час перездачі узгоджується із викладачем виходячи із затвердженого розкладу занять.

Політика щодо обов’язковості відвідування занять студентом регулюється чинними положеннями університету про організацію навчальної роботи, наказами ректора та директора відповідного навчального інституту. У випадку мобільності, стажування або навчання за дуальною формою здобувач може навчатися згідно індивідуального плану навчання. В цьому разі план індивідуального навчання узгоджується з викладачем на початку семестру згідно установлених в університеті правил.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються. Усі контрольні заходи та курсовий проект студент повинен виконувати самостійно. При виконанні курсового проекту, використання матеріалів, авторське право на які не належить студентові, обов’язково повинно бути оформлено у вигляді посилань і цитувань згідно діючого державного стандарту України. У разі виявлення плагіату чи недотримання вимог академічної доброчесності робота не зараховується та видається новий варіант завдання на її виконання.

7 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Оцінювання знань студентів проводиться за результатами контрольних заходів. Контрольний захід передбачає перевірку теоретичних знань і практичних навиків. Схему нарахування балів при оцінюванні знань студентів з дисципліни наведено у таблиці 6.

Таблиця 6 – Схема нарахування балів у процесі оцінювання знань студентів з дисципліни «Теорія механізмів і машин»

Види робіт, що контролюються	Максимальна кількість балів
Семестр 3	
Контроль засвоєння практичних навиків (4 контрольні роботи x 20 балів)	80
Контроль теоретичних знань (1 колоквиум x 20 балів)	20
Усього:	100
Семестр 4	
Оцінка якості виконаного курсового проекту	20
Захист курсового проекту	80
Усього:	100

Остаточне оцінювання диференційованого заліку та курсового проекту з дисципліни проводиться відповідно до вимог «Положення щодо організації поточного, семестрового контролю та атестації здобувачів вищої освіти» згідно чинної шкали оцінювання, що наведена нижче:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
75 – 81	C	
67 – 74	D	
60 – 66	E	задовільно
35 – 59	FX	Незадовільно, з можливістю повторного складання
0 – 34	F	Незадовільно, з обов'язковим повторним вивченням дисципліни