

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

Навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту
та природничих наук



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«КОНСТРУЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК АВТОМОБІЛЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 274 – «АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ»
ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «АВТОМОБІЛЬНИЙ
ТРАНСПОРТ»
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2024

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Конструювання та розрахунок автомобіля» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «Бакалавр».

Укладач доц., к. т. н. О. В. Павленко

Рецензент доц., к. т. н. С. М. Черненко

Кафедра автомобілів і тракторів

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № 5 від 23 02 2024 року *H*

Голова методичної ради *[Signature]* проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Теми та погодинний розклад лекцій і самостійної роботи з навчальної дисципліни.....	5
2 Перелік тем і питань для самостійного опрацювання.....	6
3 Питання до поточного контролю.....	11
4 Критерії оцінювання самостійної роботи.....	18
Список літератури.....	19

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Конструювання та розрахунки автомобілів» є вивчення принципів конструювання та розрахунку автомобільних агрегатів і деталей на міцність, жорсткість і довговічність, що забезпечують довготривалу експлуатацію автомобілів. А також отримання практичних навичок, які дозволяють випускнику виконувати професійні обов'язки на машинобудівельних підприємствах, зокрема на підприємствах автомобілебудування.

Завданням викладання навчальної дисципліни «Конструювання та розрахунки автомобілів» є опанування студентами методів аналізу робочих процесів, що протікають під час експлуатації автомобіля, а також отримання розуміння зв'язку між методами конструювання та розрахунку агрегатів і деталей автомобілів і експлуатаційними показниками автомобілів.

Система знань і умінь після вивчення навчальної дисципліни:

знати:

– концептуальні наукові та практичні знання, необхідні для розв'язання спеціалізованих складних завдань автомобільного транспорту, критично осмислювати відповідні теорії, принципи, методи і поняття;

- методи конструювання агрегатів і деталей автомобілів;
- методи розрахунку деталей автомобілів;
- основи дослідження властивостей деталей у CAD системах;
- систему нормативної документації в галузі конструювання деталей автомобілів;

уміти:

- застосовувати знання у практичних ситуаціях;

– використовувати у професійній діяльності знання з основ конструкції, експлуатаційних властивостей, робочих процесів і основ розрахунку автомобільних транспортних засобів;

– застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв’язання типових завдань спеціальності;

– розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об’єктів автомобільного транспорту, його систем та окремих елементів;

– застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення, інформаційні та інформаційно-комунікаційні технології для дослідження моделей об’єктів і процесів автомобільного транспорту, здійснення інженерних та розв’язування інших завдань автомобільного транспорту;

– відшуковувати необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах; аналізувати та оцінювати цю інформацію;

– аналізувати техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів;

– застосовувати математичні методи для побудови і дослідження моделей об’єктів і процесів автомобільного транспорту, розрахунку їх характеристик.

Види самостійної роботи – самостійна робота студента з літературою та періодичними виданнями.

Самостійна робота студентів забезпечується:

- 1) підручниками;
- 2) періодичними виданнями.

Методичні вказівки включають у себе питання, що підлягають самостійному опрацюванню студентами, та посилання на відповідний розділ у літературі зі списку використаних джерел.

Консультації викладача проводяться згідно з графіком, узгодженим кафедрою.

**1 ТЕМИ ТА ПОГОДИННИЙ РОЗКЛАД ЛЕКЦІЙ ТА САМОСТІЙНОЇ
РОБОТИ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

№ пор.	Тема	Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
		Кільк. годин (лекції)	Кільк. годин СРС	Кільк. годин (лекції)	Кільк. годин СРС
1	Основні вимоги до конструкції автомобіля	2	8	–	12
2	Компонувальні схеми автомобілів	2	8	1	12
3	Опір матеріалів у САД-системах	4	16	2	20
4	Навантажувальні та розрахункові режими	2	16	2	18
5	Конструювання та розрахунок зчеплення	2	12	1	14
6	Конструювання та розрахунок коробок передач і роздавальних коробок	2	16	2	18
7	Карданні передачі	2	8	–	10
8	Головна передача	2	4	–	8
9	Привод ведучих коліс	2	4	–	8
10	ІНДЗ (контрольна робота)	-	4	–	8
11	Семестровий контроль (залік)	-	4	–	8
12	Усього:	20	100	8	136

2 ПЕРЕЛІК ТЕМ І ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

Тема № 1 Основні вимоги до конструкції автомобіля

1. Організація робочого місця водія і пасажирів.
2. Етапи технічного проєкту.
3. Тенденції використання різних компоновальних систем автомобілів.

Питання для самоперевірки

1. Навести основні вимоги до конструкції автомобіля.
2. Навести стадії проєктування автомобіля.
3. Навести етапи ескізної компоновки автомобіля.
4. Навести етапи технічного проєкту.
5. Навести загальні основи проєктування автомобіля.
6. Надати аналіз компоновальних схем легкових автомобілів.
7. Надати аналіз компоновальних схем вантажних автомобілів.

Література: [1, с. 6–30; 2, с. 48–93; 6, с. 5–69]

Тема № 2 Компоновальні схеми автомобілів

1. Компоновальні схеми вантажних автомобілів.
2. Компоновальні схеми легкових автомобілів.
3. Вплив компоновальної схеми автомобіля на його експлуатаційні показники.

Питання для самоперевірки

1. Пояснити принцип утворення компоновальних схем автомобілів.
2. Як прохідність автомобіля залежить від його компоновальної схеми?
3. Як керованість автомобіля залежить від його компоновальної схеми?

4. Як маневреність автомобіля залежить від його компоувальної схеми?
5. Як матеріалоємність автомобіля залежить від його компоувальної схеми?
6. Як вантажопідйомність автомобіля залежить від його компоувальної схеми?

Література: [2, с. 38–59; 5, с. 125–256; 11, с. 265–348].

Тема № 3 Опір матеріалів у САD-системах

1. Допустимі напруження у матеріалах.
2. Теорії міцності.
3. Діаграми умовних напружень матеріалів.
4. Нахил дороги на закруглених ділянках і поворот керованих коліс.

Питання для самоперевірки

1. Яким чином визначають значення допустимих напружень?
2. Де і як знайти значення допустимих напружень?
3. Пояснити, які теорії міцності використовують для оцінювання міцності різних за своїми властивостями металів.
4. Які теорії міцності використовують у САD-системах для дослідження міцності моделей деталей?
5. Опишіть характерні точки типової діаграми умовних напружень сталі.
6. Опишіть характерні точки типової діаграми умовних напружень алюмінію.

Література: [7, с. 31–49; 10, с. 63–143; 3, с. 28–115].

Тема № 4 Навантажувальні та розрахункові режими

1. Навантажувальні режими механізмів автомобіля за різних умов експлуатації.

2. Побудова фірмових моделей для розрахунку динамічних навантажень.

3. Засади застосування методу кінцевих елементів під час розрахунку деталей автомобіля.

Питання для самоперевірки

1. Що називається навантажувальним режимом трансмісії?
2. Що називається розрахунковим режимом трансмісії автомобіля?
3. Навести три методи розрахунку деталей трансмісії автомобіля на статичну міцність.
4. Що таке коефіцієнт динамічності?

Література:[6, с. 16–69; 7, с. 78–126; 10, с. 48–145; 11, с. 129–289].

Тема 5 Конструювання і розрахунок зчеплення.

1. Вимоги до зчеплень. Класифікація зчеплень.
2. Визначення основних параметрів зчеплень.
3. Розрахунок натискних пружин, ведучих і ведених дисків.
4. Визначення роботи пробуксовування і теплового навантаження на зчеплення.
5. Класифікація приводів вимкнення зчеплення.

Питання для самоперевірки

1. Наати класифікацію зчеплень.
2. Навести класифікацію приводів зчеплення.
3. Що таке коефіцієнт запасу зчеплення?
4. Навести величини коефіцієнта запасу зчеплення для різних автомобілів.
5. Як розрахувати пружину зчеплення?
6. Що таке робота буксування зчеплення?
7. Поясніть зміст показників, що оцінюють роботу приводу вимкнення зчеплення.

Література: [7, с. 63–89; 10, с. 103–156; 12; 14, с. 125–150].

Тема 6 Конструювання і розрахунок коробок передач і роздавальних коробок.

1. Методика конструювання коробок передач з нерухомими осями валів.
2. Жорсткість коробки передач та її вплив на роботу зубчатого зачеплення.
3. Підбір підшипників коробки передач.
4. Основи конструювання планетарних коробок передач.
5. Вибір схеми і основи конструювання роздавальних коробок.

Питання для самоперевірки

1. Опишіть етапи конструювання коробок передач.
2. Які документи необхідні для конструювання коробок передач?
3. Опишіть етапи вибору підшипників коробок передач.
4. Опишіть елементи і параметри циліндричного зубчастого колеса.
5. Для чого використовують зміщення у зубчастих передачах?
6. Опишіть перерізи і параметри зубчастої рейки.
7. Опишіть вихідний та вихідні контури, що виробляють, та їх параметри.
8. Опишіть параметри циліндричної передачі.
9. Опишіть елементи та параметри евольвентної циліндричної зубчастої передачі.
10. Поясніть, що таке лінія зуба та види зубів.
11. Опишіть профіль зуба.
12. Поясніть, що таке модифікація зуба.
13. Поясніть, що таке хід, кроки та модулі зубів.
14. Поясніть, що таке товщини зубів та ширини западин колеса.

15. Опишіть параметри зубчастої передачі та характеристики зубчастого зачеплення.

16. Поясніть, що таке активна поверхня зуба та її елементи, поверхня та лінія зачеплення.

17. Поясніть, що таке контакт зубів.

18. Опишіть кінематичні показники передач.

19. Поясніть, що таке зазор зубчастої передачі.

20. Поясніть, що таке модулі, визначення модуля у передачах різних типів.

Література: [6, с. 89–136; 7, с. 64–96; 10, с. 76–103; 13, с. 320–369].

Тема № 7 Карданні передачі

1. Критична частота обертання карданної передачі.
2. Розрахунок карданних шарнірів не однакових кутових швидкостей.
3. Розрахунок карданних валів.

Питання для самоперевірки

1. Викласти методику розрахунку хрестовини.
2. Викласти методику розрахунку труби карданної передачі?
3. Які документи необхідні для конструювання карданної передачі?
4. Як визначають конструкцію підшипника карданного шарніра?

Література: [6, с. 136–158; 7, с. 105–125; 10, с. 106–132; 13, с. 371–393].

Тема № 8 Головна передача

1. Вимоги до головних передач.
2. Основні компоувальні схеми головних передач.
3. Методи підвищення жорсткості головної передачі.
4. Проектування і розрахунок головної передачі.

Питання для самоперевірки

1. Навести кінематичні схеми головних передач?
2. Описати переваги і недоліки різних кінематичних схем головних передач.
3. Якими заходами збільшують жорсткість головної передачі?
4. Як виконують регулювання під час складання головної передачі?
5. Які норми якості роботи треба забезпечити під час складання головної передачі?

Література: [6, с. 138–156; 7, с. 102–141; 10, с. 109–147; 13, с. 385–403].

Тема № 9 Привод ведучих коліс

1. Вимоги до приводу ведучих коліс.
2. Типи напівосей і методика їх розрахунку.

Питання для самоперевірки

1. Навести класифікацію приводів ведучих коліс.
2. Навести схеми виконання приводів ведучих коліс.
3. Переваги та недоліки розвантажених напівосей.
4. Переваги та недоліки розвантажених на $\frac{1}{2}$ півосей.
5. Переваги та недоліки розвантажених на $\frac{3}{4}$ півосей.
6. Які розрахункові режими використовують для розрахунку напівосей різних схем?
7. Які матеріали використовують для виготовлення напівосей?

Література: [6, с. 185–208; 7, с. 160–185; 10, с. 158–195; 13, с. 412–465].

3 ПИТАННЯ ДО ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ

Тема 1

1. Навести основні вимоги до конструкції автомобіля.
2. Навести показники, які оцінюють ефективність експлуатації автомобіля.

Тема 2

1. Переваги та недоліки бескапотної компоувальної схеми вантажного автомобіля.
2. Переваги та недоліки компоувальної схеми «двигун над передньою віссю, кабіна за двигуном».
3. Переваги та недоліки укороченої схеми капотного компоування.
4. Навести схеми компоувань агрегатів трансмісії двовісних автомобілів.
5. Навести схеми компоувань агрегатів трансмісії тривісних автомобілів.
6. Переваги та недоліки компоувальної схеми «двигун над передньою віссю, кабіна за двигуном».

Тема 3

1. Як визначають значення допустимих напружень?
2. Де і як знайти значення допустимих напружень?
3. Пояснити, які теорії міцності використовують для оцінювання міцності різних за своїми властивостями металів?
4. Які теорії міцності використовують у CAD-системах для дослідження міцності моделей деталей?
5. Опишіть характерні точки типової діаграми умовних напружень сталі.

6. Опишіть характерні точки типової діаграми умовних напружень алюмінію.

Тема 4

1. Навести розрахункові режими трансмісії.
2. Які навантажувальні режими використовують під час розрахунків зубчастих коліс?
3. Які навантажувальні режими використовують під час розрахунків валів КПП?
4. Наведіть види напружень, що змінюються.
5. Поясніть суть метода розрахунку за статичним навантаженням.
6. Який вигляд має крива втоми матеріалу для симетричного циклу навантаження?

Тема 5

1. Як визначити роботи буксування зчеплення?
2. До чого призводить збільшення коефіцієнта запасу зчеплення?
3. З яких матеріалів виготовляють фрикційну накладку зчеплення?
4. Що таке коефіцієнт запасу зчеплення?
5. За якими ознаками вибирають накладки зчеплення?
6. Які параметри та показники треба визначити під час розрахунків зчеплення?
7. Від чого залежить значення сили стискання, що розвивають пружини зчеплення?
8. За якими напруженнями розраховують виті пружини зчеплення?

Тема 6

1. Що являє собою діапазон коробки передач?

2. У яких межах має знаходитися значення коефіцієнтів осьового і торцевого перекриття? Чим пояснюються такі вимоги?
3. Описати особливості вибору параметрів зубчатих коліс: кут нахилу лінії зуба зубчастих коліс КПП?
4. Яким чином визначають діаметри валів КПП?
5. Опишіть конструктивні засоби забезпечення жорсткості картера КПП.
6. На які види навантажень розраховують вали (вказати сили, які навантажують вал)?
7. Наведіть схему коробки передач з додатковою коробкою передач.
8. Чим відрізняється КПП з двома ступенями свободи від КПП з трьома ступенями свободи?

Тема 7

1. Наведіть вимоги до карданних передач.
2. Як визначають потрібний розмір карданного шарніра?
3. За якими напруженнями розраховують шип хрестовини?
4. Як визначають діаметр шипа хрестовини?
5. За якими напруженнями розраховують вилку карданного шарніра?
6. За якими напруженнями розраховують трубу карданного вала?
7. Як визначають допустиму довжину карданного вала?
8. Як визначають потрібний підшипник карданного шарніра?
9. Як визначити розміри карданного вала?
10. Покажіть сили, що діють у карданному шарнірі.
11. Поясніть причини виникнення коливань карданного вала та засоби боротьби з ними.
12. Чому виникають коливання карданного вала?
13. Що таке критична частота?

Тема 8

1. У чому полягають переваги гіпоїдної передачі?
2. Покажіть величину гіпоїдного зміщення.
3. Покажіть схему діючих сил на вали головної передачі.
4. Як забезпечують жорсткість головної передачі?
5. Як забезпечують натяг підшипників головної передачі?
6. Опишіть особливості вибору параметрів зубчастих коліс: визначення числа зубів головної передачі?
7. У яких межах має знаходитися значення коефіцієнтів осьового і торцевого перекриття? Чим пояснюються такі вимоги?
8. Опишіть особливості вибору параметрів зубчастих коліс: кут нахилу лінії зуба головної передачі.
9. Опишіть конструктивні засоби забезпечення жорсткості картера головної передачі.
10. За яких умов використовують одинарну і подвійну схеми головної передачі?
11. Покажіть сили, що діють у конічному зачепленні з круговим зубом.

Тема 9

1. З яких етапів складається розрахунок повністю розвантаженої півосі?
2. З яких етапів складається розрахунок розвантаженої на $\frac{1}{2}$ півосі?
3. З яких етапів складається розрахунок розвантаженої на $\frac{3}{4}$ півосі?
4. Які чинники впливають на довговічність півосей?
5. За якими напруженнями розраховують півосі?

4 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Система контролю знань студентів з навчальної дисципліни передбачає поточний і підсумковий контроль у вигляді диференційованого заліку. Поточний контроль відбувається на підставі оцінювання звіту з самостійної роботи за двома питаннями з розділу 3 до кожної теми. Кількість балів поточного контролю, яку можна отримати з кожної теми, наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Розподіл балів поточного контролю за темами

Тема	Поточний контроль
T1	1
T2	4
T3	10
T4	6
T5	8
T6	8
T7	8
T8	8
T9	7
Сума:	60

Оцінювання рівня виконання завдань у відсотках від балів за табл. 1 для самостійного опрацювання проводиться відповідно до табл. 2.

Таблиця 2 – Критерії оцінювання рівня виконання завдань для самостійного опрацювання

Рівень виконання завдань	Вимоги до оцінювання рівня виконання завдань
100 відсотків	Студент підготував звіт з виконаного завдання за всіма вимогами до змісту та оформлення, продемонстрував повне розуміння викладеного у звіті матеріалу
60 відсотків	Студент підготував звіт з виконаного завдання за всіма вимогами до змісту та оформлення, продемонстрував не повне розуміння викладеного у звіті матеріалу
10 відсотків	Студент підготував звіт з виконаного завдання, але не дотримався вимог до змісту та оформлення, відповіді не відповідають сутності запитання
0 відсотків	Студент не виконав індивідуального завдання або подана робота була виконана не самостійно

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Волков. В. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: навч. посібник. Харків: ХНАДУ, 2003. 292 с.
2. Щербина В. Ю. Методологія проектування. Київ: Видавництво «ЕКМО», 2010. 168 с.
3. Системи 3D моделювання. Навчальний посібник / Зінько Р. В., Топільницький В. Г. Львів : Галицька Видавнича Спілка, 2017. 150 с.
4. Основи проектування і конструювання машин. Навчальний посібник / І. І. Назаренко, І. М. Берник. Київ: Видавництво «Аграр Медіа Груп». 2013. 544 с.
5. Автомобіль вантажний. Сучасні конструкції : підручник для здобувачів ступеня вищої освіти ЗВО / А. Т. Лебедев, В. Д. Мигаль, І. О. Шевченко, М. Л. Шуляк; за ред. проф. А. Т. Лебедева; ХНТУСГ. Харків: Майдан, 2021. 369 с.
6. Кравець С. В., Лук'янчук О. П., Тимейчук О. Ю. Дослідження робочих процесів машин і методи оптимізації : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 240 с.
7. Дубянський О. В. Конструювання та розрахунок автомобіля: навч. посіб. / О. В. Дубянський, В. М. Хрунь; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка», Ін-т дистанційного навчання. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. Ч. І.: Трансмісія автомобіля. 172 с.
6. Крайник Л. В., Свиначук О. В. та інш. Комплексна розробка і організація нових виробництв сучасного покоління автобусів та тролейбусів. Львів, 2011. 245 с.
7. Автомобілі. Теорія : навчальний посібник / В. П. Сахно, В. І. Сирота, В. М. Поляков. Одеса : Військова академія, 2017. 414 с.
8. Дубянський О. В., Хрунь В. М. Конструювання та розрахунок автомобіля: навч. посіб. / М-во освіти і науки України, Нац. ун-т

«Львів. політехніка», Ін-т дистанційного навчання. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2013. Ч. II.: Ходова частина, системи керування, підвіска автомобіля та гусеничних машин. 172 с.

9. Рудь Ю. С. Основи конструювання машин: підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д. О., 2015. 492 с.
10. Clutch and release system - Enjoyable clutch actuation! Matthias Zink, Markus Hausner, Roland Welter, René Shead. LuK SYMPOSIUM 2006. pp. 27–45.
11. Advanced Vehicle Technology. Second edition. Heinz Heisler MSc., BSc., M.S.O.E., M.I.R.T.E., M.I.L.T. Copyright © 1989. 2002 Heinz Heisler. p. 663.
12. Automotive Engineering. Powertrain, Chassis System and Vehicle Body. Edited by David A. Crolla. 2009 Elsevier Inc. p. 835.
13. Automotive Engineering. Lightweight, Functional, and Novel Materials. Edited by Brian Cantor, Patrick Grant, Colin Johnston. 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. p. 294.

Методичні вказівки щодо самостійної роботи з навчальної дисципліни «Конструювання та розрахунків автомобіля» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «Бакалавр».

Укладач к. т. н., доц. О. В. Павленко

Відповідальний за випуск доц., к. т. н. Е. С. Клімов

Підп. до др. _____. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк. ризографія.

Ум. друк. арк. _____. Наклад ____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Редакційно-видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Університетська, 20, м. Кременчук, 396300