

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

КАФЕДРА МЕХАНІКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декаан механіко-технологічного факультету



Вячеслав БРАТІШКО

СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри механіки
протокол № 9 від 25 квітня 2023 р.
завідувач кафедри механіки

Володимир БУЛГАКОВ

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОПІ Агроінженерія

Ігор СІВАК

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛІНИ

Механіка матеріалів і конструкцій (Ск.т.)

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність: 208 – агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма: агроінженерія (Ск.т.)

факультет, відділення механіко-технологічний факультет
(факультету, відділення)

розробники Марія БОНДАР, доцент кафедри механіки, к.пед.н. доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ-2023 рік

ЗМІСТ

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій»
2. Конспекти лекцій (додаток 1.)
3. Підручники, навчальні посібники,
методичні матеріали щодо вивчення дисципліни (додаток 2)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

КАФЕДРА МЕХАНІКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан механіко-технологічного факультету



Вячеслав БРАТІШКО

СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри механіки
протокол № 9 від 25 квітня 2023 р.
завідувач кафедри механіки

Володимир БУЛГАКОВ

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОПІ Агроінженерія

Ігор СІВАК

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Механіка матеріалів і конструкцій (Ск.т.)

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність: 208 – агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма: агроінженерія (Ск.т.)

факультет, відділення механіко-технологічний факультет
(факультету, відділення)

розробники Марія БОНДАР, доцент кафедри механіки, к.пед.н. доцент
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ-2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Науково-технічний розвиток сільського господарства України потребує від спеціалістів в галузі агроінженерії постійного вдосконалення обладнання, покращання експлуатаційних властивостей та надійності сільськогосподарської техніки. Важливою умовою вирішення цього завдання є розв'язання питань пов'язаних з міцністю, жорсткістю та стійкістю елементів конструкцій, що є підґрунтям для їх надійної роботи.

Навчальна дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій», в якій викладаються методи розв'язання зазначених задач — найбільш загальна дисципліна про міцність машин і споруд без якої неможлива повноцінна фахова підготовка інженера.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	208 – Агроінженерія	
Освітня програма	Агроінженерія	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістовних модулів	4	
Курсова робота	—	
Форма контролю	3-й семестр — екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання		
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	другий	другий
Семестр	3-й	3-й
Лекційні заняття	30	8
Практичні заняття	—	—
Лабораторні заняття	30	6
Самостійна робота	60	136
Індивідуальні завдання	—	—
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета: навчальна дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій» спрямована на вивчення студентами методів інженерних розрахунків деталей машин, елементів конструкції на міцність, жорсткість та стійкість в умовах дії статичних і динамічних навантажень із врахуванням зміни температури і процесів, пов'язаних з тривалістю експлуатації при одночасній надійності, довговічності та економічності.

Завдання: дисципліною передбачено виконання практичних занять, де студенти вивчають механічні властивості конструкційних матеріалів та розраховують оптимальні варіанти розрахункових схем елементів конструкцій; проводять розрахунки деталей машин, конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість в умовах статичних і динамічних навантажень; перевіряють основні розрахунки та поєднують їх в одне ціле всієї конструкції;

Набуття компетентностей

ІНТЕГРАЛЬНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі агропромислового виробництва, що передбачає застосування певних знань та вмінь, технологічних методів та прийомів і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗАГАЛЬНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ (ЗК)

- ЗК6.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.
- ЗК7.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК8.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

СПЕЦІАЛЬНІ (ФАХОВІ, ПРЕДМЕТНІ) КОМПЕТЕНТНОСТІ (СК)

- СК2.** Здатність проектувати механізовані технологічні процеси сільськогосподарського виробництва, використовуючи основи природничих наук.
- СК3.** Здатність використовувати основи механіки твердого тіла і рідини; матеріалознавства і міцності матеріалів для опанування будови, та теорії сільськогосподарської техніки.

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ (ПРН)

- ПРН7.** Розв'язувати складні інженерно-технічні задачі, пов'язані з функціонуванням сільськогосподарської техніки та технологічними

процесами виробництва, зберігання, обробки та транспортування сільськогосподарської продукції.

- ПРН8.** Оцінювати та аргументувати значимість отриманих результатів випробувань сільськогосподарської техніки.
- ПРН13.** Описувати будову та пояснювати принцип дії сільськогосподарської техніки. Вибирати робочі органи машин відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та особливостей сільськогосподарських матеріалів.
- ПРН15.** Визначати показники якості технологічних процесів, машин та обладнання і вибирати методи їх визначення згідно з нормативною документацією.

3. Програма та структура навчальної дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій»

Модуль I

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ОСНОВИ МЕХАНІКИ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ.

- Тема 1.** Вступ. Предмет механіки матеріалів і конструкцій, його зміст, функції та завдання. Геометричні характеристики плоских перерізів.
- Тема 2.** Особливості методів розрахунків елементів конструкцій за руйнівними навантаженнями і за граничним станом. Напруження і деформації стержнів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ПРИ РОЗТЯГУ, ЗСУВІ ТА КРУЧЕННІ

- Тема 3.** Розрахунки елементів конструкцій на зсув.
- Тема 4.** Розрахунки елементів конструкцій на кручення.

Модуль II

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ БАЛОК.

- Тема 5.** Побудова епюр внутрішніх зусиль для балки. Деформація згин.
- Тема 6.** Раціональні форми перерізів при розрахунках на міцність.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. СКЛАДНИЙ ОПІР.

- Тема 7.** Параметри переміщення в балках. Диференційне рівняння пружної лінії балки та його інтегрування. Обчислення сталих інтегрування з однією, двома та більше ділянок балки.
- Тема 8.** Одночасна дія згину з розтягом. Косий згин. Позацентрова дія повздовжнього навантаження. Одночасна дія кручення і згину. Стійкість стиснутих стержнів.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль I												
Змістовий модуль 1. Основи механіки матеріалів і конструкцій.												
Тема 1. Вступ. Предмет механіки матеріалів і конструкцій, його зміст, функції та завдання. Геометричні характеристики плоских перерізів.	8	2	–	2	–	4	19	1		2		16
Тема 2. Особливості методів розрахунків елементів конструкцій за руйнівними навантаженнями і за граничним станом. Напруження і деформації стержнів.	16	4	–	4	–	8	17	1				16
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	24	6	–	6	–	12	36	2		2		32
Змістовий модуль 2. Інженерні розрахунки при розтягу, зсуві та крученні												
Тема 3. Розрахунки елементів конструкцій на зсув.	16	4	–	4	–	8	19	1		2		16
Тема 4. Розрахунки елементів конструкцій на кручення.	16	4	–	4	–	8	17	1				16
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	32	8	–	8	–	16	36	2		2		32
ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ I	56	14	–	14	–	28	72	4		4		64

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль II												
Змістовий модуль 3. Інженерні розрахунки балок.												
Тема 5. Побудова епюр внутрішніх зусиль для балки. Деформація згин.	16	4	–	4	–	8	21	1		2		18
Тема 6. Деформація чистий зсув. Розрахунок вала на міцність і жорсткість при крученні.	16	4	–	4	–	8	19	1				18
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	32	8	–	8	–	16	40	2		2		36
Змістовий модуль 4. Складний опір.												
Тема 7. Параметри переміщення в балках. Диференційне рівняння пружної лінії балки та його інтегрування. Обчислення сталих інтегрування з однією, двома та більше ділянок балки.	16	4	–	4	–	8	19	1				18
Тема 8. Одночасна дія згину з розтягом. Косий згин. Позацентрова дія поперечного навантаження. Одночасна дія кручення і згину. Стійкість стиснутих стержнів.	16	4	–	4	–	8	19	1				18
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	32	8	–	8	–	16	38	2				36
ВСЬОГО ЗА МОДУЛЕМ 2	64	16	–	16	–	32	78	4		2		72
Усього годин:	120	30	–	30	–	60	150	8		6		136

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Визначення геометричних характеристик плоских перерізів.	2
2.	Розрахунок стержня на міцність.	4
3.	Розрахунки з'єднань на зріз. Умова міцності деталі конструкції.	4
4.	Розрахунок вала на міцність при крученні.	4
5.	Розрахунок двохопорної балки на згин.	4
6.	Визначення залежності між модулем пружності при зсуві та модулем пружності при розтягу.	4
7.	Визначення деформацій балки різними способами.	4
8.	Побудова епюр внутрішніх зусиль для один раз статично невизначеної рами.	4
	Разом	30

5. Теми самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин
Тема 1. Вступ. Предмет механіки матеріалів і конструкцій, його зміст, функції та завдання. Геометричні характеристики плоских перерізів.	4
Тема 2. Особливості методів розрахунків елементів конструкцій за руйнівними навантаженнями і за граничним станом. Напруження і деформації стержнів.	8
Тема 3. Розрахунки елементів конструкцій на зсув.	8
Тема 4. Розрахунки елементів конструкцій на кручення.	8
Тема 5. Побудова епюр внутрішніх зусиль для балки. Деформація згин.	8
Тема 6. Деформація чистий зсув. Розрахунок вала на міцність і жорсткість при крученні.	8
Тема 7. Параметри переміщення в балках. Диференціальне рівняння пружної лінії балки та його інтегрування. Обчислення сталих інтегрування з однією, двома та більше ділянок балки.	8
Тема 8. Одночасна дія згину з розтягом. Косий згин. Позацентрова дія повздовжнього навантаження. Одночасна дія кручення і згину. Стійкість стиснутих стержнів.	8
РАЗОМ:	60

6. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Зразки контрольних питань

1. Визначення положення центра ваги складного перерізу.
2. Обчислення центральних осевих і відцентрового моментів інерції.
3. Обчислення кута, що визначає положення головних осей.
4. Визначення головних осей інерції.
5. Побудова епюри повздовжніх сил.
6. Підбір з умови міцності круглого перерізу стержня.
7. Побудова епюри нормальних напружень.
8. Розрахунок дотичних напружень при зсуві.
9. Допустиме напруження на зріз для пластичних матеріалів.
10. Вибір матеріалу і допустимих напружень побудова епюр згинаючих і крутних моментів.
11. Побудова епюри дотичних напружень.
12. Перевірка міцності балки за третьою та четвертою теоріями міцності.
13. Розрахунок напруження і деформації кручення круглого циліндра.
14. Перевірка міцності балки на дотичні напруження і розрахунок балок на жорсткість.

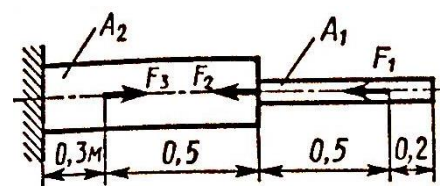
15. Визначити напруження в перерізах та побудувати епюри нормальних напружень розтягу і згину.
16. Визначити реакції для статично невизначених балок.
17. Розрахунки на міцність при змінних напруженнях і концентрації напружень.
18. Визначення геометричних характеристик плоских перерізів.
19. Розрахунок стержня на міцність.
20. Розрахунок балки на міцність за нормальними напруженнями.
21. Визначення деформацій балки різними способами.

Зразки тестових завдань

1. Класифікація зовнішніх сил, що діють на елементи конструкцій.

Задача

Двохступінчатий сталевий брус, довжини ступенів якого $F_1 = 5\text{кН}$; $F_2 = 3\text{кН}$; $F_3 = 7\text{кН}$. Побудувати епюри поздовжніх сил та нормальних напружень за довжиною бруса. Визначити переміщення Δl вільного кінця бруса, прийняв $E = 2 \cdot 10^5\text{МПа}$.



Тестові завдання різних типів

Питання 1. Деформація це ...

A	Переміщення і кручення	C	Відносне переміщення перерізів деталі при згині
B	Зміна форми і розмірів деталі	D	Відносне переміщення перерізів при зсуві

Питання 2. Напруження це ...

A	Зовнішня сила, що діє на поверхню деталі	D	Сила, що зрізує шпонку
B	Внутрішня сила, що діє на одиниці площі	E	Згинаючий момент, що діє на балку
C	Крутний момент, що діє на вал		

Питання 3. Запишіть формулу закону Гука (відповідь запишіть у бланк)

Питання 4. Осьовий момент інерції визначається за формулою, $I_x = \dots$ (відповідь запишіть у бланк)

Питання 5. Визначте максимальний осьовий момент інерції прямокутного перерізу шириною — $b = 3\text{ см}$, висотою $h = 4\text{ см}$. (відповідь запишіть у бланк)

Питання 6. Момент інерції відносно паралельної осі визначається за формулою...

A	$I_a = I_{x_c} + a \cdot b$	B	$I_a = I_{x_c} \cdot a + bF$	C	$I_a = I_{x_c} + a^2F$	D	$I_a = I_{x_c} + a \cdot b \cdot F$
---	-----------------------------	---	------------------------------	---	------------------------	---	-------------------------------------

Питання 7. Назвіть метод визначення напружень: (відповідь запишіть у бланк)

Питання 8. Запишіть умову міцності при стиску: (відповідь запишіть у бланк)

Питання 9. Закон Гука при зсуві це...

A	Нормальні напруження прямо пропорційні відносній деформації	D	Дотичні напруження обернено пропорційні відносній деформації
B	Нормальні напруження обернено пропорційні відносній деформації	E	Нормальні напруження прямо пропорційні куту зсуву
C	Дотичні напруження прямо пропорційні відносній деформації	F	Дотичні напруження прямо пропорційні куту зсуву

Питання 10. Вкажіть вірний варіант епюри згинальних моментів згідно схеми навантаження

		C	
A		D	
B		E	

7. Методи навчання

Навчальний процес підготовки студентів із дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» передбачає застосування науково-педагогічними працівниками кафедри, широкого спектру методів навчання. При цьому перевага надається трьом групам методів це:

- організації і здійснення навчально-пізнавальної діяльності;
- мотивації навчально-пізнавальної діяльності;
- контролю і самоконтролю за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності.

Для розвитку у студентів творчого технічного мислення при оволодінні ними дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій», виникає необхідність розчленування кожної теми (проблеми) курсу на логічно завершені частини (блоки), потім їх подання в наочній графічній формі – укрупненому алгоритмі, який забезпечує зв'язки між цими окремими частинами (блоками).

Такий дидактичний підхід буде розвивати в студентів системний діалектичний стиль мислення, тобто здатність охоплювати всі явища в цілому й одночасно виділяти елементи зв'язків між ними. Така форма подачі навчальної інформації забезпечує не тільки процес формування системного мислення, але й вчить методології цього процесу, розвиває уміння алгоритмічно записувати свою думку. Реалізувати мету дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій», яка спрямована на вивчення студентами методів інженерних розрахунків можливо застосовуючи методи передачі й сприймання навчальної інформації:

1. Словесні (розповідь, бесіда, лекція);
2. Наочні (ілюстрація, демонстрація);
3. Практичні (досліди, вправи, навчально-продуктивна праця).

Логічні методи передачі і сприймання інформації:

1. Індуктивні;
2. Дедуктивні;
3. Аналітичні, синтетичні, аналітико-синтетичні.

Методи стимулювання самостійного мислення:

1. Репродуктивні;
2. Проблемно-пошукові;
3. Особистісно-розвивальні.

Методи самостійної роботи:

1. Робота з навчально-науковою книгою, самостійна письмова робота, лабораторна робота;
2. Робота під керівництвом викладача, включаючи й роботу з лабораторним обладнанням;
3. Самостійна робота студентів (в інтернеті, з книгою, письмова, лабораторна, виконання індивідуальних завдань).

При проведенні лекцій лектор використовує презентації, деякі з них можна побачити на сторінці дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» в системі Moodle.

8. Форми контролю

Форми проведення проміжної атестації засвоєння програмного матеріалу змістового модуля розробляється лектором дисципліни і затверджується кафедрою у вигляді: тестування; письмової контрольної роботи; розрахункової чи розрахунково-графічної роботи тощо.

Головною ціллю всіх форм контролю при викладанні дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» є перевірка виконання кінцевої мети навчання – сформованості багатокомпонентної структури технічного мислення й інженерних та навчально-пізнавальних умінь, тобто перевірки того, чи досягло технічне мислення, структуру якого формували, рівня готовності до виконання фахових завдань.

Розвивальні можливості контролю навчальних досягнень студентів найкраще реалізуються при використанні тестових завдань відкритої форми. Такі тести дозволяють перевірити, крім запам'ятовування певної суми знань з дисципліни, також здатність творчого оперування знаннями при відповіді на поставлені контрольні запитання.

Суттєво сприяє реалізації розвивальних можливостей контролю проведення поточного опитування студентів на практичних і лабораторних заняттях із використанням простих і нестандартних виробничих ситуацій.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання студента відбувається згідно з табл. 1 положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України від 03.03.2021 р. протокол №7.

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результатами складання	
	екзаменів	заліків
90 – 100	Відмінно	Зараховано
74 – 89	Добре	
60 – 73	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$

Шкала оцінювання рейтингу студента (слухача)

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (іспит)	Сума
Модуль 1				Модуль 2					
ЗМ 1		ЗМ 2		ЗМ 3		ЗМ 4			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	30	100
8	8	8	8	8	10	10	10		

ЗМ 1, ЗМ 2 ... ЗМ 4 – змістовні модулі;

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

10. Методичне забезпечення

1. Механіка матеріалів і конструкцій: методичні вказівки з підготовки та проведення лекційних, лабораторно-практичних занять / М.Г. Чаусов, А.Г. Куценко, М.М. Бондар. За ред. М.Г. Чаусова. — Ніжин: АСПЕКТ – Поліграф, 2016, — 132 с.
2. - Настанови щодо лабораторних робіт; стенди, плакати; обладнання та різні пристрої.

11. Рекомендована література

Базова

1. Механіка матеріалів: навчальний посібник / Чаусов М.Г., Пилипенко А.П., Куценко А.Г., Бондар М.М. – Ніжин. : ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2019. – 560 с.
2. Прикладна механіка (опір матеріалів): навчальний посібник / М.Г.Чаусов, М.М.Бондар, А.П.Пилипенко, А.Г. Куценко. – Київ : ТОВ «Видавництво», 2019. – 736 с. (Рекомендовано Вченою радою НУБіП України МОН України як навчальний посібник для вищих навчальних закладів III – IV ступенів акредитації (протокол № 4 від 26 листопада 2019 р.))

Допоміжна

1. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М. та ін: Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч. I, II: Підручник / За ред. Г.М. Калетніка, М.Г. Чаусова. — К.: «Хай-Тек Прес», 2011. 432 с.: іл.
2. Mechanics of materials: Theory and Problems. Textbook / A. Kutsenko, M. Bondar, V. Pryshliak. –Kyiv, 2018. – 598 p.
3. Mechanics of materials: Theory and Problems. Maual / A. Kutsenko, M. Bondar, V. Pryshliak. – Nizhyn: „Vidavnitstvo „Aspekt-Poligraf”, 2016. – 360 p.
4. Mechanics of Materials and structures. Tutorial / M.G. Chausov, V.M. Shvayko, A.P. Pylypenko, M.M. Bondar, V.B. Berezin; edited by M.G. Chausov. – K: CP „Komprint”, 2015. – 259 p.
5. Dupen B.: Applied Strength of Materials for Engineering Technology. Indiana University - Purdue University Fort Wayne., 2014. – 151 p.
6. Beer F.P., Johnston E.R., et. al.: Mechanics of materials. Graw – Hill. Inc., 2012. – 838 p.
7. John C.J., Ross C.T.F.: Strength of Materials and Structures. Arnold. – 719 p.
8. Sohor M.: Strength_of_materials., 2011. – 210 p.

12. Інформаційні ресурси

1. <http://www.nbuiv.gov.ua/>
2. <http://www.gntb.gov.ua/ua/>
3. <http://rs.gntb.gov.ua/cgi-bin/irbis>
4. <http://www.tib.uni-hannover.de/>
5. <http://www.bookshop.ua/a4981272/>
6. <http://www.twirpx.com/file/365116/>
7. <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/30.04.pdf>
8. <http://eprints.kname.edu.ua/21589.pdf>
9. http://www.mcppv.ho.com.ua/docs/tehnichna_mexanika6.pdf