

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра механіки

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**  
Декан факультету  
Ружило З.В.  
“18” 05 2021 р.

**“СХВАЛЕНО”**  
на засіданні кафедри механіки  
Протокол № 11 від “17” 05 2021 р.  
Завідувач кафедри  
 Березовий М.Г.

**”РОЗГЛЯНУТО ”**  
Гарант ОП «Галузеве машинобудування»  
Гарант ОП  
 Булгаков В.М.

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛІНИ**

**Динаміка і міцність та механіко-технологічні властивості с.-г. матеріалів**

спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
освітня програма «Галузеве машинобудування»  
Факультет «Конструювання та дизайну»  
Розробники: професор кафедри механіки, д.т.н., професор М. Чаусов, доцент  
кафедри механіки, к.т.н., доцент Пилипенко А.П.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра механіки

  
“ЗАТВЕРДЖУЮ”  
Декан факультету  
Ружи́ло З.В.  
“14” \_\_\_\_\_ 2021 р.

“СХВАЛЕНО”  
на засіданні кафедри механіки  
Протокол № 11 від “17” 05 2021 р.  
Завідувач кафедри  
 Березовий М.Г.

”РОЗГЛЯНУТО”  
Гарант ОП «Галузеве машинобудування»  
Гарант ОП  
 Булгаков В.М.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Динаміка і міцність та механіко-технологічні властивості с.-г. матеріалів**

спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
освітня програма «Галузеве машинобудування»  
Факультет «Конструювання та дизайну»  
Розробники: професор кафедри механіки, д.т.н., професор М. Чаусов, доцент  
кафедри механіки, к.т.н., доцент Пилипенко А.П.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2021 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

### Динаміка і міцність та механіко-технологічні властивості с.-г. матеріалів (назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»	
Освітня програма	«Галузеве машинобудування»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	6	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	3	
Семестр	5	
Лекційні заняття	30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	год.	год.
Лабораторні заняття	45 год.	год.
Самостійна робота	75 год.	год.
Індивідуальні завдання		год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 год.	

## 2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета – вивчення студентами методів інженерних розрахунків деталей машин, елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість в умовах дії статичних і динамічних навантажень із врахуванням зміни температури і процесів, пов'язаних з тривалістю експлуатації конструкції при однаковій надійності, довговічності та економічності. Вивчення студентами фізико-механічних та технологічних властивостей сільськогосподарських матеріалів, показники яких є основою для удосконалення, налагодження та проектування нових сільськогосподарських машин, їх ефективного використання та розрахунків і конструювання робочих органів з оптимальною експлуатаційною надійністю та довговічністю з одночасною економічністю.

Завдання – оволодіння студентами навиками проведення експериментальних досліджень та практичних розрахунків елементів конструкцій на міцність,

жорстокість та стійкість в умовах дії статичних і динамічних навантажень із урахуванням зміни температури і процесів, пов'язаних з тривалістю навантаження. Оволодіння студентами навиками проведення експериментальних досліджень з визначення механіко-технологічних властивостей с.г. матеріалів і застосування цих показників при проектуванні сільськогосподарської техніки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- основні гіпотези та принципи, що покладені в основу розрахунків на міцність, жорсткість і стійкість деталей машини та елементів конструкцій;
- методи визначення внутрішніх силових факторів в статично визначених і статично не визначених пружних системах;
- залежності для визначення напружень і переміщень при різних видах простих і складних деформацій;
- теорії міцності, їх призначення та причини виникнення;
- міцність, жорсткість і стійкість в умовах дії статичних та динамічних навантажень з врахуванням змінних температур;
- основи експериментальних методів визначення показників механічних властивостей конструкційних матеріалів та досліджень напружень і деформацій;
- основні положення і напрямки розвитку науки про фізико-механічні та технологічні властивості матеріалів рослинного походження, добрив, ґрунтів, матеріалів хімічного захисту рослин та її основні етапи започаткування;
- фізико-механічні та технологічні властивості різних груп сільськогосподарських матеріалів рослинного походження при їх вирощуванні, збиранні та транспортуванні;
- особливості будови сільськогосподарських матеріалів та їх фізико-механічних властивостей порівняно з традиційними конструкційними матеріалами різного призначення;
- методи випробування сільськогосподарських матеріалів та їх особливості пов'язані з біологічним розвитком;
- фізико-механічні властивості сільськогосподарських матеріалів при статичній і динамічній дії навантажень стосовно до умов збирання та транспортування;
- про вплив деяких прийомів агротехніки, добрив та густини розміщення рослин на їх механіко-технологічні властивості;
- механіко-технологічні властивості органічних та мінеральних добрив при їх зберіганні та внесенні, технологічні властивості пестицидів;
- фізико-механічні та технологічні властивості ґрунтів;

**вміти:**

- вибирати оптимальні варіанти розрахункових схем елементів конструкцій;

- вести розрахунки деталей машин, конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість в умовах статичних і динамічних навантажень з врахуванням зміни температур і тривалості експлуатації;
- поєднувати розрахунки в одне ціле всієї конструкції;
- вести вибір раціональних конструкційних матеріалів і економічних розмірів прокату;
- керуватися основами експериментальних методів визначення показників фізико-механічних та технологічних властивостей сільськогосподарських матеріалів;
- проводити дослідження основних показників фізико-механічних та технологічних властивостей сільськогосподарських матеріалів при різних видах деформацій і умов навантажень;
- використовувати показники фізико-механічних та технологічних властивостей сільськогосподарських матеріалів при проектуванні технологічних процесів машин сільськогосподарського призначення та їх конструюванні;
- проводити вдосконалення робочих органів і вузлів машин сільськогосподарського - призначення з врахуванням фізико-механічних та технологічних властивостей сільськогосподарських матеріалів.

Набуття компетентностей:

**загальні компетентності (ЗК):**

**ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення.

**ЗК2.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. **ЗК3.** Здатність планувати та управляти часом.

**ЗК4.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК8.** Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

**ЗК13.** Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

**фахові (спеціальні) компетентності (ФК):**

**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.

**ФК5.** Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування.

**ФК6.** Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних.

**ФК7.** Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

**ФК10.** Здатність розробляти плани і проекти у сфері галузевого машинобудування за невизначених умов, спрямовані на досягнення мети з урахуванням наявних обмежень, розв'язувати складні задачі і практичні проблеми підвищення якості продукції та її контролювання.

### 3. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
<b>Змістовий модуль 1. Особливості роботи пружних систем при динамічному навантаженні.</b>														
Тема 1. Динамічне навантаження. Особливості впливу швидкості деформування на механічні властивості матеріалів.	1	11	2		4		5							
Тема 2. Коливання пружних систем. Системи із скінченим числом ступенів вільності. Власні і вимушені гармонічні коливання пружних систем. Явище резонансу. Параметричні коливання.	2	9	2		2		5							
Тема 3. Поперечні коливання прямих стержнів. Диференціальне рівняння коливань при згині брусів. Критичні частоти обертання валів з дисками. Крутильні коливання валів.	3	11	2		4		5							
Разом за змістовим модулем 1		31	6		10		15							
<b>Змістовий модуль 2. Підходи до розрахунку динамічних систем.</b>														
Тема 4. Приклади розрахунків на ударну дію навантажень. Удар по нерухомим пружним системам. Удар по стержню с пружиною. Удар при крученні.	4	9	2		2		5							
Тема 5. Чисельні	5	11	2		4		5							

методи розв'язування задач статичної, динамічної та міцності.														
Разом за змістовим модулем 2	20	4		6		10								
<b>Змістовий модуль 3. Механіка руйнування</b>														
Тема 6. Енергетичний та силовий підходи до механіки руйнування.	6	9	2		2		5							
Тема 7. Деформаційний критерій руйнування. Двокритеріальний підхід до оцінки граничного стану елементів конструкції з тріщинами.	7	11	2		3		5							
Разом за змістовим модулем 3	19	4		5		10								
<b>Змістовий модуль 4. Класифікація с.г. матеріалів при вивченні їх механіко-технологічних властивостей</b>														
Тема 8. Місце та роль МТВ. Загальна класифікація с.г. матеріалів та їхні характеристики стосовно МТВ.	8	11	2		2		5							
Тема 9. Основи механіки сипких матеріалів як об'єкту сільськогосподарського виробництва.	9	9	2		4		5							
Тема 10. Фізико-механічні та технологічні властивості ґрунтів.	10	11	2		2		5							
Разом за змістовим модулем 4	21	6		8		15								
<b>Змістовий модуль 5. МТВ добрив, препаратів хімічного захисту, матеріалів рослинного походження.</b>														
Тема 11. Механіко-технологічні властивості мінеральних та органічних добрив, засобів захисту рослин.	11	9	2		4		5							
Тема 12. Фізико-механічні та технологічні властивості зернових, зернобобових, круп'яних та технічних культур	12	11	2		2		5							
Тема 13. Механіко-технологічні властивості коренебульбоплодів	13	9	2		4		5							
Разом за змістовим модулем 5	29	6		10		15								
<b>Змістовий модуль 6. МТВ матеріалів овочево-баштанних та плодово-ягідних культур</b>														
Тема 14. Механіко-технологічні		11	2		2		5							

властивості овочевих, баштанних культур (капуста, помідори, перець, огірки, кавуни, гарбузи, цибуля та інші)													
Тема 15. Механіко-технологічні властивості плодових і ягідних культур		9	2		4		5						
Разом за змістовим модулем 6		20	4		6		10						
Усього годин		150	30		45		75						

#### 4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Відсутні	
...		

#### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Відсутні	
...		

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення механічних характеристик “м’якої” сталі при динамічних навантаженнях.	2
2	Визначення механічних характеристик “крихкої” сталі при динамічних навантаженнях.	2
3	Вплив динамічних перевантажень на механічні характеристики “м’якої” сталі.	2
4	Вплив динамічних перевантажень на механічні характеристики “крихкої” сталі.	2
5	Визначення питомої ударної в’язкості сталі і композиційного матеріалу	2
6	Дослідження дії ударного навантаження на двоопорну балку.	2
7	Чисельний експеримент № 1 в задачах динаміки і міцності.	3
8	Дослідження коефіцієнтів тертя руху і спокою с.г. матеріалів.	2
9	Визначення кута природного укусу, діаметра склепіннеутворюючого отвору сипких матеріалів. Визначення опору зсуву	2

10	Визначення механічних показників ґрунтів. Дослідження липкості ґрунтів до різних матеріалах	2
11	Визначення механічних характеристик стебел рослин при стиску в різних напрямках	2
12	Визначення механічних характеристик стебел рослин при двоопорному згині-зламі	2
13	Дослідження механічних властивостей стебел рослин та коренеплодів при статичному і динамічному різанні	2
14	Визначення допустимих навантажень стиску для зерен, бульб картоплі, коренеплодів і плодів	2
15	Визначення показників стійкості стебел рослин.	2
16	Визначення фрикційних характеристик окремих частин рослин по різних робочих матеріалах	2
17	Визначення питомої роботи різання рослин	2
18	Визначення міцності на стиск зернових матеріалів.	2
19	Механіко-технологічні властивості плодкових і ягідних культур	2
20	Механіко-технологічні властивості матеріалів хімічного захисту рослин	2
21	Визначення граничних швидкостей співударяння зернівок	2
22	Визначення міцнісних характеристик овочів і фруктів.	2

## **7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.**

1. Роль показників мех.-техн. властивостей у машиновикористанні та конструюванні машин.
2. Класифікація показників властивостей мех.-техн. с.г. матеріалів і середовищ
3. Геометричні показники властивостей.
4. Структурні показники властивостей.
5. Кінематичні властивості матеріалів та середовищ.
6. Динамічні властивості матеріалів та середовищ.
7. Властивості, які є функціями інтенсивних показників властивостей.
8. Визначення ґрунту як середовища та його склад.
9. Класифікація матеріалів і середовищ.
10. Класифікація матеріалів рослинного походження.
11. Показників фізичних властивостей ґрунтів.
12. Характеристика показників технологічних властивостей ґрунтів.
13. Класифікації ґрунтів за механічним складом.
14. Визначення механічного стану ґрунту. Дати характеристику показників різного стану ґрунту.
15. Структурно-агрегатний стан ґрунтів. Агрономічна цінність структури.
16. Об'ємна маса ґрунту. Її визначення.

17. Питомий об'єм сухої фази ґрунту, його значення зв'язок з іншими показниками.
18. Пористість ґрунтів. Її визначення.
19. Вологість ґрунтів. Її визначення.
20. Дати характеристику показника оптимальної вологості ґрунтів.
21. Що означає вологоємність ґрунтів? Як її розрізняють?
22. Як оцінюють здатність ґрунтів до розпушування?
23. Що покладено в основу метода визначення твердості ґрунтів? Навести діаграму випробовувань твердості ґрунтів.
24. Як визначають коефіцієнти об'ємного зминання ґрунтів?
25. Як визначають коефіцієнти зовнішнього тертя ґрунтів? За якими показниками розрізняють на статичні та динамічні коефіцієнти тертя?
26. Як визначити загальний опір ковзання ґрунтів по металу? Від яких показників властивостей ґрунтів він залежить?
27. Навести схему визначення статичного коефіцієнта тертя ґрунту.
28. Навести схему визначення динамічного коефіцієнта тертя ґрунту.
29. Від яких факторів залежить зв'язність ґрунтів? Яким показником характеризують опір ґрунту зсуву?
30. Навести раціональну формулу В.П. Горячкіна для визначення тягового опору плугів і дати характеристику адитивним складовим.
31. Як визначають показник липкості ґрунту? Які методи використовують для усунення
32. Навести характеристику пружних властивостей ґрунтів і від яких факторів вони залежать.
33. Дати загальну характеристику властивості в'язкості ґрунтів деформуватись і від чого вона залежить.
34. Якими показниками оцінюють пластичність ґрунтів? Навести формулу для визначення числа пластичності ґрунту?
35. Навести основні моделі формалізації ґрунту, як середовища.
36. Методика відбору зразків для визначення властивостей.
37. Обсяг вибірки для проведення випробувань (досліджень).
38. Показники розміщення рослинних матеріалів.
39. Розмірні характеристики рослин.
40. Геометричні характеристики рослинних матеріалів.
41. Вагові характеристики рослинних матеріалів.
42. Деформації матеріалів та середовищ. Види деформацій.
43. Тензор деформацій.
44. Напруження та тензор напружень.
45. Інваріанти тензорів напружень та деформацій.
46. Навести основні критерії міцності матеріалів та середовищ.
47. Вимоги до критеріїв міцності.
48. Критерій найбільших нормальних напружень.
49. Критерій найбільших лінійних деформацій.
50. Критерій найбільших дотичних напружень.
51. Енергетичні критерії міцності.
52. Критерій міцності Мора.

53. Критерій міцності Лебедева.
54. Робота деформацій.
55. Робота руйнування матеріалів та середовищ.
56. Закон Гука. Механічна та фізична моделі.
57. Пружні сталі.
58. Закон Ньютона. Механічна та фізична моделі.
59. Коефіцієнти в'язкості середовища.
60. Тіло Сен-Венана. Механічна та фізична моделі.
61. Пружно-в'язка модель Максвела.
62. Пружно-в'язка модель Кельвіна-Фойгта.
63. В'язкопластична модель Бінгама.
64. Механічний структур ґрунту.
65. Методи визначення механічних властивостей ґрунту.
66. Визначення сипкого матеріалу. Його фазовий склад.
67. Гранулометричний склад твердої фази сипкого матеріалу.
68. Грануломорфологічний склад твердої фази сипкого матеріалу.
69. Умови існування сипкого середовища.
70. Щільність укладанні сипкого матеріалу.
71. Умови та фактори які впливають на щільність укладання сипкого матеріалу.
72. Густина твердої фази сипкого матеріалу. Її визначення.
73. Фрикційні властивості твердої фази сипкого матеріалу.
74. Структурно-механічні властивості сипкого матеріалу.
75. Аеродинамічні властивості твердої фази сипкого матеріалу.
76. Аеродинамічні властивості сипкого середовища. Коефіцієнт гідравлічного опору.
77. Внутрішнє тертя сипких середовищ.
78. Стискаюча сила та бічний розпор сипкого середовища.
79. Еліпс напружень сипкого середовища.
80. Зв'язок коефіцієнта бічного розпору з коефіцієнтом Пуассона для сипкого середовища.
81. Нахил вектора нормального напруження та площадки ковзання для сипкого середовища.
82. Умова рівноваги сипкого середовища.
83. Активний тиск у сипкому середовищі.
84. Пасивний опір у сипкому середовищі.
85. Круги Мора та граничний стан сипкого середовища.
86. Передача напружень у сипкому середовищі.
87. Тиск сипкого середовища на підпорну стінку.
88. Сутність склепоутворення у сипкому середовищі.
89. Зв'язок розміру отвору з умовами склепоутворення та властивостями сипкого середовища.
90. Гідравлічний радіус отвору та склепоутворення.

**Комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами частини динаміка і міцність**

**Питання 1.**

	Ударом є випадок, коли:
1	Елемент конструкції має нескінченну деформацію
2	Елемент конструкції падає і руйнується
3	Елемент конструкції за короткий проміжок часу змінює свою швидкість на певну величину
4	Елемент конструкції за короткий проміжок часу змінює свою швидкість на нескінченну величину

**Питання 2.**

	У загальному випадку, коли вантаж вагою $Q$ падає і його прискорення після контакту з перепорою стає $j(t)$ , сила удару обчислюється за формулою:
1	$F_{\partial} = \frac{Q}{j(t)}$
2	$F_{\partial} = \frac{Q}{2} j(t)$
3	$F_{\partial} = \frac{Q}{g} j(t)$
4	$F_{\partial} = \frac{Q}{j(t)} g$
5	$F_{\partial} = j(t)Q$

**Питання 3.**

	У випадку, коли вантаж з висоти $H$ падає на статичний стержень коефіцієнт динамічності обчислюється за формулою:
1	$k_{\partial} = 1 - \sqrt{1 - \frac{2H}{\delta_{cm}}}$
2	$k_{\partial} = 1 + \sqrt{1 - \frac{2H}{\delta_{cm}}}$
3	$k_{\partial} = 1 - \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{cm}}}$
4	$k_{\partial} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{cm}}}$

**Питання 4.**

	Для вантажу з кінетичною енергією $T_0$ , який падає з висоти $H$ на пружній стержень, накопичена потенційна енергія якого $U_{cm}$ , коефіцієнт динамічності обчислюється за формулою:
--	---

1	$k_{\partial} = 1 - \sqrt{1 - \frac{T_0}{U_{cm}}}$
2	$k_{\partial} = 1 - \sqrt{1 + \frac{T_0}{U_{cm}}}$
3	$k_{\partial} = 1 + \sqrt{1 + \frac{T_0}{U_{cm}}}$
4	$k_{\partial} = 1 + \sqrt{1 - \frac{T_0}{U_{cm}}}$

**Питання 5.**

	Напруження при ударі обчислюється за формулою:
1	$\sigma_{\partial} = \sigma_{cm} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2H}{\delta_{cm}}} \right)$
2	$\sigma_{\partial} = \sigma_{cm} \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{2H}{\delta_{cm}}} \right)$
3	$\sigma_{\partial} = \sigma_{cm} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{cm}}} \right)$
4	$\sigma_{\partial} = \sigma_{cm} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{cm}}} \right)$

**Питання 6.**

	Сила удару обчислюється за формулою:
1	$F_{\partial} = F_{cm} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2H}{\delta_{cm}}} \right)$
2	$F_{\partial} = F_{cm} \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{2H}{\delta_{cm}}} \right)$
3	$F_{\partial} = F_{cm} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{cm}}} \right)$
4	$F_{\partial} = F_{cm} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{cm}}} \right)$

**Питання 7.**

	Якщо є три стерні: перший стержень – має змінний поперечний переріз, другий – постійний максимальний поперечний переріз, а третій – постійний мінімальний переріз, тоді найменші ударні напруження виникнуть в:
--	---

1	Першому стержні
2	Другому стержні
3	Третьому стержні
4	Другому і третьому стержнях
5	В усіх стержнях буде виникати однакові напруження

### Питання 8.

	Удар за своєю природою є:
1	Статичним навантаженням
2	Динамічним навантаженням
3	Квазістатичним навантаженням
4	Квазідинамічним навантаженням
5	Як статичним так і динамічним навантаженням

### Питання 9.

	Якщо є три стерні: перший стержень – має змінний поперечний переріз, другий – постійний максимальний поперечний переріз, а третій – постійний мінімальний переріз, тоді найбільші ударні напруження виникнуть в:
1	Першому стержні
2	Другому стержні
3	Третьому стержні
4	Другому і першому стержнях
5	В усіх стержнях буде виникати однакові напруження

### Питання 10.

	Нехай вантаж вагою 50 Н, прикріплений до сталюого дроту діаметром 3 мм, вільно падає з прискоренням вільного падіння g. Якщо вагою дроту знехтувати, то напруження в дроті, коли верхній кінець його раптово зупинено, будуть рівні :
1	$\sigma_{\partial} = 100 \text{ Н}$
2	$\sigma_{\partial} = 720 \text{ Н}$
3	$\sigma_{\partial} = 1727 \text{ Н}$
4	$\sigma_{\partial} = 522 \text{ Н}$
5	$\sigma_{\partial} = 2027 \text{ Н}$

### Питання 11.

	При врахуванні маси стержня швидкість вантажу в початковий момент другого етапу удару обчислюють за формулою:
1	$v_1 = \frac{v}{1 + \frac{1}{3} \frac{Q_c}{Q}}$ де $v$ - максимальна швидкість вантажу в момент контакту зі стержнем

2	$v_1 = \frac{v}{1 - \frac{1}{3} \frac{Q_c}{Q}}$ <p>де <math>v</math> - максимальна швидкість вантажу в момент контакту зі стержнем</p>
3	$v_1 = \frac{v}{1 + \frac{1}{3} \frac{Q_c}{Q}}$ <p>де <math>v</math> - максимальна швидкість вантажу в момент контакту зі стержнем</p>
4	$v_1 = \sqrt{\frac{v^2}{1 + \frac{1}{3} \frac{Q_c}{Q}}}$ <p>де <math>v</math> - максимальна швидкість вантажу в момент контакту зі стержнем</p>

### Питання 12.

	Енергія удару стержня в початковий момент другого етапу удару визначають за формулою:
1	$T = \frac{Qv^2}{2g \left(1 + \frac{1}{3} \frac{Q_c}{Q}\right)}$
2	$T = \frac{Qv}{2g \left(1 - \frac{1}{3} \frac{Q_c}{Q}\right)}$
3	$T = \frac{v^2}{1 + \frac{1}{3} \frac{Q_c}{Q}}$
4	$T = 2g \sqrt{\frac{Qv^2}{1 + \frac{1}{3} \frac{Q_c}{Q}}}$

### Питання 13.

	Нехай сталевий канат, який опускає вантаж вагою $Q = 45$ кН, зі швидкістю $v = 1$ м/с, має площу поперечного перерізу $A = 16$ см <sup>2</sup> і модуль пружності $E = 1,05 \cdot 10^5$ МПа. Тоді при раптовій зупинці в момент, коли вантаж опуститься на 18 м, напруження в канаті будуть рівні:
1	5,6 МПа
2	100 МПа
3	157,5 МПа
4	169 МПа
5	225,4 МПа

**Питання 14.**

	Максимальне напруження при ударі стержня об жорстку плиту рівне:
1	$(\sigma_{\partial})_{\max} = \sqrt{\frac{6ET_0}{Al}}$
2	$(\sigma_{\partial})_{\max} = \sqrt{\frac{3ET_0}{Al}}$
3	$(\sigma_{\partial})_{\max} = \sqrt{\frac{6ET_0}{Al}}$
4	$(\sigma_{\partial})_{\max} = \sqrt{\frac{5ET_0}{Al}}$
5	$(\sigma_{\partial})_{\max} = \frac{ET_0}{Al}$

**Питання 15.**

	Максимальне напруження при скручуючому ударі визначається за формулою:
1	$\tau_{\max} = \sqrt{\frac{2GT_0}{Al}}$
2	$\tau_{\max} = \sqrt{\frac{GT_0}{Al}}$
3	$\tau_{\max} = 2\sqrt{\frac{GT_0}{Al}}$
4	$\tau_{\max} = \sqrt{\frac{5GT_0}{Al}}$
5	$\tau_{\max} = 5\sqrt{\frac{GT_0}{Al}}$

**Питання 16.**

	Нехай диск діаметром $d = 20$ см і вагою $Q = 0,5$ кН, насаджений на вал довжиною $\ell = 1$ м і діаметром $D = 6$ см, обертається з кутовою швидкістю, що відповідає $n = 120$ об/хв. Якщо знехтувати масою вала і врахувати модуль зсуву $G = 8 \cdot 10^4$ МПа, то найбільші дотичні напруження в валу в момент раптової його зупинки будуть рівні:
1	$\tau_{\max} = 10$ МПа
2	$\tau_{\max} = 20,4$ МПа
3	$\tau_{\max} = 30,5$ МПа
4	$\tau_{\max} = 47,6$ МПа
5	$\tau_{\max} = 55,3$ МПа

**Питання 17.**

	При згинаючому ударі швидкість в початковий момент відскоку обчислюють за формулою:
1	$v_1 = \frac{v}{1 + \frac{17 \gamma A \ell}{35 Q}}$
2	$v_1 = \frac{v}{1 - \frac{17 \gamma A \ell}{35 Q}}$
3	$v_1 = \frac{v}{1 + \frac{17 Q}{35 \gamma A \ell}}$
4	$v_1 = \frac{v}{1 - \frac{17 Q}{35 \gamma A \ell}}$

**Питання 18.**

	Ударною в'язкістю матеріалу називають:
1	Величина сили удару віднесена до площі поперечного перерізу зразка в місці надрізу
2	Величина сили удару віднесена до об'єму зразка в місці надрізу
3	Величина роботи, яка затрачена на руйнування зразка, віднесена до його площі поперечного перерізу в місці надрізу
4	Величина роботи, яка затрачена на руйнування зразка, віднесена до об'єму зразка в місці надрізу
5	Величина напруження при руйнуванні зразка, віднесена до об'єму зразка в місці надрізу
6	Величина напруження при руйнуванні зразка, віднесена до його площі поперечного перерізу в місці надрізу

**Питання 19.**

	Якщо ударну в'язкістю матеріалу визначають за допомогою маятничового копра, то її значення обчислюють за формулою:
1	$\frac{A}{S} = \frac{mg(h_1 + h_2)}{S}$
2	$\frac{A}{S} = \frac{mg(h_1 - h_2)}{S}$
3	$\frac{A}{V} = \frac{mg(h_1 - h_2)}{V}$
4	$\frac{A}{V} = \frac{mg(h_1 + h_2)}{V}$

**Питання 20.**

	Якщо ударну в'язкість матеріалу визначають за допомогою ротаційного копра, то її значення обчислюють за формулою:
1	$\frac{A}{S} = \frac{(J\omega_1^2 - J\omega_2^2)}{2S}$
2	$\frac{A}{S} = \frac{(J\omega_1^2 + J\omega_2^2)}{2S}$
3	$\frac{A}{V} = \frac{(J\omega_1^2 - J\omega_2^2)}{2V}$
4	$\frac{A}{V} = \frac{(J\omega_1^2 + J\omega_2^2)}{2V}$

## МЕХАНІКА РУЙНУВАННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ

### Питання 1.

	Механіка руйнування – це наука , яка вивчає
1	Закон Гука
2	Закони Ньютона
3	Закони пружної деформації твердих тіл
4	Закони розділення твердих тіл на частини під дією внутрішніх силових факторів
5	Закони розділення твердих тіл на частини під дією зовнішніх силових факторів

### Питання 2.

	Типів розкриття тріщини є:
1	Один
2	Два
3	Три
4	Чотири
5	П'ять

### Питання 3.

	Не можна реалізувати наступний вид розкриття тріщини під дією навантаження загального виду:
1	Нормальний розрив
2	Поперечний зсув
3	Повздовжній зсув
4	Поперечний згин

### Питання 4.

	Пластичне руйнування відбувається:
1	При наявності значних пластичних деформацій в твердому тілі
2	При відсутності пластичних деформацій в твердому тілі

3	При наявності деяких пластичних зон в околі вершини тріщини
4	При наявності напружень від втоми

### Питання 5.

	Квазікрихке руйнування відбувається:
1	При наявності значних пластичних деформацій
2	При відсутності пластичних деформацій
3	При наявності деяких пластичних зон
4	При наявності напружень від втоми

### Питання 6.

	Першим механіком, який почав досліджувати розвиток крихких тріщин, був:
1	Галілей
2	Леонардо Да Вінчі
3	Ейлер
4	Ньютон
5	Гріффітс

### Питання 7.

	Гріффітс розглянув задачу про:
1	Стійкість нескінченної тріщини в одиничній балці при навантаженні
2	Стійкість нескінченної тріщини в одиничній пластині при навантаженні
3	Стійкість одиничної тріщини в нескінченній балці при навантаженні
4	Стійкість нескінченної тріщини в нескінченній пластині при навантаженні
5	Стійкість тріщини заданої довжини в нескінченній пластині при навантаженні

### Питання 8.

	Згідно критерію руйнування Грффітса тріщина починає рости в тому випадку, коли:
1	При варіації її довжини $\delta l = 0$ приріст поверхневої енергії компенсується відповідною кількістю потенціальної енергії деформації
2	При варіації її довжини $\delta l < 0$ приріст поверхневої енергії компенсується відповідною кількістю потенціальної енергії деформації
3	При варіації її довжини $\delta l > 0$ приріст поверхневої енергії компенсується відповідною кількістю потенціальної енергії деформації
4	При варіації її довжини $\delta l = 0$ приріст поверхневої енергії менший від відповідної кількості потенціальної енергії деформації
5	При варіації її довжини $\delta l < 0$ приріст поверхневої енергії більший від

відповідної кількості потенціальної енергії деформації

**Питання 9.**

	Критичне напруження, при якому в тілі відбувається самовільне зростання тріщини довжиною $2\ell$ , визначається за формулою:
1	$\sigma = \frac{2E\gamma}{\pi(1-\mu^2)\ell}$
2	$\sigma = \frac{\pi(1-\mu^2)\ell}{2E\gamma}$
3	$\sigma = \sqrt{\frac{2E\gamma}{\pi(1-\mu)\ell}}$
4	$\sigma = \sqrt{\frac{\pi(1-\mu)\ell}{2E\gamma}}$
5	$\sigma = \sqrt{\frac{2E\gamma}{\pi(1-\mu^2)\ell}}$

**Питання 10.**

	Коефіцієнт інтенсивності напружень фактично вказує на:
1	Ріст напружень в твердому тілі
2	Зменшення напружень в твердому тілі
3	Ріст напружень в околі вершини тріщини
4	Ріст напружень в середині тріщини
5	Зменшення напружень в середині тріщини

**Питання 11.**

	Ірвін вважав, що якщо $f(K_I, K_{II}, K_{III}) < 0$ , то:
1	Тріщина зовсім не росте
2	Тріщина росте
3	Тріщина швидко росте
4	Тріщина майже не росте

**Питання 12.**

	В загальному випадку критерій Ірвіна звучить наступним чином:
1	Тріщина буде поширюватись тоді, коли величина коефіцієнта інтенсивності напружень не досягне критичного значення
2	Тріщина буде поширюватись тоді, коли величина коефіцієнта інтенсивності напружень досягне критичного значення
3	Тріщина буде поширюватись тоді, коли величина коефіцієнта інтенсивності напружень буде значно більшим, ніж критичне значення
4	Тріщина не буде поширюватись тоді, коли величина коефіцієнта інтенсивності напружень досягне критичного значення

**Питання 13.**

	Критерій Ірвіна для нормального розриву тріщини має вид:
1	$K_I > K_{II}$
2	$K_I > K_{III}$
3	$K_{II} > K_{III}$
4	$K_I = K_{Ic}$
5	$K_I = K_{IIc}$
6	$K_I = K_{IIIc}$

**Питання 14.**

	Критерій Ірвіна для поперечного зсуву тріщини має вид:
1	$K_I > K_{II}$
2	$K_I > K_{III}$
3	$K_{II} > K_{III}$
4	$K_{II} = K_{Ic}$
5	$K_{II} = K_{IIc}$
6	$K_{II} = K_{IIIc}$

**Питання 15.**

	Критерій Ірвіна для повздовжнього зсуву тріщини має вид:
1	$K_I > K_{II}$
2	$K_I > K_{III}$
3	$K_{II} > K_{III}$
4	$K_{III} = K_{Ic}$
5	$K_{III} = K_{IIc}$
6	$K_{III} = K_{IIIc}$

**Питання 16.**

	У випадку плоскої деформації при розтягу пластини з тріщиною довжиною $2l$ , яка розташована посередині ширини пластини, коефіцієнт інтенсивності $K_I$ має вигляд:
1	$K_I = \sigma\sqrt{\pi l}$
2	$K_I = \sigma\sqrt[3]{\pi l}$
3	$K_I = \sigma\sqrt{\pi l^2}$
4	$K_I = \sigma\sqrt{2\pi l}$
5	$K_I = \sigma\pi l$

**Питання 17.**

	У випадку плоскої деформації при розтягу пластини з тріщиною довжиною $2l$ , яка розташована посередині ширини пластини,
--	--

	коефіцієнт інтенсивності $K_{II}$ має вигляд:
1	$K_{II} = \sigma\sqrt{\pi\ell}$
2	$K_{II} = \sigma\sqrt[3]{\pi\ell}$
3	$K_{II} = \tau\sqrt{\pi\ell}$
4	$K_{II} = \tau\sqrt{2\pi\ell}$
5	$K_{II} = \sigma\pi\ell$

### Питання 18.

	Форма $R$ - кривої визначає:
1	Максимальний ріст тріщини
2	Допустимий ріст тріщини
3	Докритичний ріст тріщини
4	Мінімальний ріст тріщини
5	Початкову довжину тріщини

### Питання 19.

	Швидкість поширення тріщини від втоми є залежна від:
1	Коефіцієнта інтенсивності
2	Циклічних напружень
3	Початкової довжини тріщини
4	Часу

### Питання 20.

	При випробовуванні сталі на тріщиностійкість основною характеристикою є:
1	Розкриття у вершині тріщини $\delta_c$
2	Критичне значення $J$ - інтеграла
3	Критичний коефіцієнт інтенсивності $K_{Ic}$
4	Критичне напруження $p_c$
5	Допустиме критичне напруження $[p]_c$

## ПРУЖНІ КОЛИВАННЯ

### Питання 1.

	Власними коливаннями називаються:
1	Коливання, які виникають у ізольованій системі внаслідок зовнішнього збурення, яке викликає у точок системи початкові відхилення від положення рівноваги і продовжуються потім за рахунок наявності внутрішні пружних сил, які відновлюють рівновагу
2	Коливання, які відбуваються за дії на систему заданих зовнішніх періодично змінних збурень сил, які діють неперервним чином незалежно від коливань в системі.
3	Коливання пружної системи, в процесі яких періодично міняються

	фізичні параметри системи, тобто величини, які характеризують масу системи або її жорсткість
4	Затухаючі коливання, які підтримуються такими зовнішніми силами, характер дії яких визначається самим коливним процесом

### Питання 2.

	Вимушеними коливаннями називаються:
1	Коливання, які виникають у ізольованій системі внаслідок зовнішнього збурення, яке викликає у точок системи початкові відхилення від положення рівноваги і продовжуються потім за рахунок наявності внутрішні пружних сил, які відновлюють рівновагу
2	Коливання, які відбуваються за дії на систему заданих зовнішніх періодично змінних збурень сил, які діють неперервним чином незалежно від коливань в системі.
3	Коливання пружної системи, в процесі яких періодично міняються фізичні параметри системи, тобто величини, які характеризують масу системи або її жорсткість
4	Затухаючі коливання, які підтримуються такими зовнішніми силами, характер дії яких визначається самим коливним процесом

### Питання 3.

	Параметричними коливаннями називаються:
1	Коливання, які виникають у ізольованій системі внаслідок зовнішнього збурення, яке викликає у точок системи початкові відхилення від положення рівноваги і продовжуються потім за рахунок наявності внутрішні пружних сил, які відновлюють рівновагу
2	Коливання, які відбуваються за дії на систему заданих зовнішніх періодично змінних збурень сил, які діють неперервним чином незалежно від коливань в системі.
3	Коливання пружної системи, в процесі яких періодично міняються фізичні параметри системи, тобто величини, які характеризують масу системи або її жорсткість
4	Затухаючі коливання, які підтримуються такими зовнішніми силами, характер дії яких визначається самим коливним процесом

### Питання 4.

	Автоколиваннями називаються:
1	Коливання, які виникають у ізольованій системі внаслідок зовнішнього збурення, яке викликає у точок системи початкові відхилення від положення рівноваги і продовжуються потім за рахунок наявності внутрішні пружних сил, які відновлюють рівновагу
2	Коливання, які відбуваються за дії на систему заданих зовнішніх періодично змінних збурень сил, які діють неперервним чином незалежно від коливань в системі.
3	Коливання пружної системи, в процесі яких періодично міняються

	фізичні параметри системи, тобто величини, які характеризують масу системи або її жорсткість
4	Затухаючі коливання, які підтримуються такими зовнішніми силами, характер дії яких визначається самим коливним процесом

### Питання 5.

	Диференціальне рівняння коливань вантажу вагою $Q$ , який підвішений на пружині має вигляд:
1	$\dot{x} - \omega^2 x = 0$
2	$\ddot{x} - \omega^2 x = 0$
3	$x - \omega^2 \ddot{x} = 0$
4	$\ddot{x} - \omega^2 x = 0$
5	$x^2 - \omega^2 x = 0$

### Питання 6.

	Загальний розв'язок диференціального рівняння коливань вантажу вагою $Q$ , який підвішений на пружині має вигляд:
1	$x = A \cos(\omega \cdot t) - B \sin(\omega \cdot t)$
2	$x = A \cos(\omega \cdot t) + B \sin(\omega \cdot t)$
3	$x = B \sin(\omega \cdot t) - A \cos(\omega \cdot t)$
4	$x = A \operatorname{tg}(\omega \cdot t) - B \operatorname{ctg}(\omega \cdot t)$
5	$x = A \operatorname{tg}(\omega \cdot t) + B \operatorname{ctg}(\omega \cdot t)$
6	$x = B \operatorname{ctg}(\omega \cdot t) - A \operatorname{tg}(\omega \cdot t)$
7	$x = \frac{A \cos(\omega \cdot t)}{B \sin(\omega \cdot t)}$
8	$x = \frac{A \operatorname{tg}(\omega \cdot t)}{B \operatorname{ctg}(\omega \cdot t)}$

### Питання 7.

	Колова частота власних коливань вантажу вагою $Q$ , який підвішений на стержні обчислюється за формулою:
1	$\omega = \sqrt{\frac{EA g}{Q \ell}}$ , де $A$ – площа поперечного перерізу стержня
2	$\omega = \sqrt{\frac{Q \ell}{EA g}}$ , де $A$ – площа поперечного перерізу стержня
3	$\omega = \sqrt[3]{\frac{EA g}{Q \ell}}$ , де $A$ – площа поперечного перерізу стержня
4	$\omega = \sqrt[3]{\frac{A \ell}{E F g}}$ , де $A$ – площа поперечного перерізу стержня

5	$\omega = \sqrt{\frac{Ag}{Q\ell}}$ , де А – площа поперечного перерізу стержня
---	--

**Питання 8.**

	Період власних коливань вантажу вагою $Q$ , який підвішений на пружині обчислюється за формулою:
1	$T = \sqrt{\frac{m}{c}}$
2	$T = 2\pi \frac{m}{c}$
3	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c}}$
4	$T = 2\pi^3 \sqrt{\frac{m}{c}}$
5	$T = 2\pi \sqrt{\frac{c}{m}}$

**Питання 9.**

	Частота власних поперечних коливань сталю вала діаметром 50 мм, який несе диск вагою 1 кН, рівна:
1	$\omega_c = 53 \text{ c}^{-1}$
2	$\omega_c = 62 \text{ c}^{-1}$
3	$\omega_c = 95 \text{ c}^{-1}$
4	$\omega_c = 103 \text{ c}^{-1}$
5	$\omega_c = 177 \text{ c}^{-1}$

**Питання 10.**

	Диференціальне рівняння вимушених коливань вантажу вагою $Q$ , який підвішений на пружині і на нього періодично діє сила збурення $P(t)$ , має вигляд:
1	$\dot{x} - \omega^2 x = 0$
2	$\dot{x} - c^2 x = 0$
3	$\dot{x} - c^2 x = P(t)$
4	$\frac{Q}{g} \ddot{x} - c^2 x = P(t)$
5	$\frac{g}{Q} \ddot{x} - c^2 x = P(t)$

**Питання 11.**

	Загальний розв'язок диференціального рівняння вимушених коливань вантажу вагою $Q$ , який підвішений на пружині має вигляд:
1	$x = A \cos(\omega \cdot t) - B \sin(\omega \cdot t)$
2	$x = A \cos(\omega \cdot t) + B \sin(\omega \cdot t)$
3	$x = B \sin(\omega \cdot t) - A \cos(\omega \cdot t)$
4	$x = A \operatorname{tg}(\omega \cdot t) - B \operatorname{ctg}(\omega \cdot t)$
5	$x = A \cos(\omega \cdot t) + B \sin(\omega \cdot t) + \frac{q}{\omega^2 - p^2} \cos pt$
6	$x = A \cos(\omega \cdot t) - B \sin(\omega \cdot t) + \frac{q}{\omega^2 - p^2} \cos pt$
7	$x = \frac{A \cos(\omega \cdot t)}{B \sin(\omega \cdot t)} + \frac{q}{\omega^2 - p^2} \cos pt$
8	$x = \frac{A \operatorname{tg}(\omega \cdot t)}{B \operatorname{ctg}(\omega \cdot t)} + \frac{q}{\omega^2 - p^2} \cos pt$

### Питання 12.

	Амплітуда вимушених коливань системи з одним ступенем вільності, має вигляд:
1	$C = \frac{q}{\omega^2}$
2	$C = \frac{q}{p^2}$
3	$C = \frac{q}{\omega^2 - p^2}$
4	$C = \frac{q}{\omega^2 + p^2}$
5	$C = \frac{\omega^2 - p^2}{q}$
6	$C = \frac{\omega^2 + p^2}{q}$

### Питання 13.

	Коефіцієнт наростання вимушених коливань системи з одним ступенем вільності, має вигляд:
1	$\beta = 1 - \frac{T^2}{T_1^2}$ , $T_1$ - період сили, $T$ - період коливань

2	$\beta = 1 + \frac{T^2}{T_1^2}$ , $T_1$ - період сили, $T$ - період коливань
3	$\beta = 1 - \frac{T_1^2}{T^2}$ , $T_1$ - період сили, $T$ - період коливань
4	$\beta = \sqrt{1 - \frac{T^2}{T_1^2}}$ , $T_1$ - період сили, $T$ - період коливань
5	$\beta = \sqrt{1 + \frac{T^2}{T_1^2}}$ , $T_1$ - період сили, $T$ - період коливань
6	$\beta = \frac{1}{1 + \frac{T^2}{T_1^2}}$ , $T_1$ - період сили, $T$ - період коливань
7	$\beta = \frac{1}{1 - \frac{T^2}{T_1^2}}$ , $T_1$ - період сили, $T$ - період коливань

**Питання 14.**

	Критична швидкість обертання вала обчислюється за формулою:
1	$\omega_{кр} = \frac{Q}{cg}$
2	$\omega_{кр} = \frac{cg}{Q}$
3	$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{Q}{cg}}$
4	$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{cg}{Q}}$
5	$\omega_{кр} = \sqrt[3]{\frac{cg}{Q}}$
6	$\omega_{кр} = \sqrt[3]{\frac{Q}{cg}}$

**Питання 15.**

	Диференціальне рівняння руху першої маси пружної системи з двома степенями вільності має вигляд:
1	$m_1 \dot{x}_1 - c_1 x_1 - c_2 (x_2 + x_1) = 0$
2	$m_1 \dot{x}_1 - c_1 x_1 - c_2 (x_2 - x_1) = 0$
3	$m_1 \dot{x}_1 - c_1 x_1 = 0$

4	$m_1 \ddot{x}_1 + c_2(x_2 + x_1) = 0$
5	$m_1 \ddot{x}_1 + c_1 x_1 - c_2(x_2 - x_1) = 0$

**Питання 16.**

	Диференціальне рівняння руху другої маси пружної системи з двома степенями вільності має вигляд:
1	$m_2 \dot{x}_2 - c_1 x_2 - c_2(x_2 + x_1) = 0$
2	$m_2 \dot{x}_2 - c_1 x_2 - c_2(x_2 - x_1) = 0$
3	$m_1 \ddot{x}_2 - c_1 x_2 = 0$
4	$m_1 \ddot{x}_2 + c_2(x_2 - x_1) = 0$
5	$m_1 \ddot{x}_2 + c_1 x_2 - c_2(x_2 - x_1) = 0$

**Питання 17.**

	Якщо балка має три однакових зосереджених вантажі, тоді для такої балки при поперечних її коливаннях кількість власних частот буде рівна:
1	Одній
2	Дві
3	Три
4	Шість
5	Вона зовсім не буде коливатись

**Питання 18.**

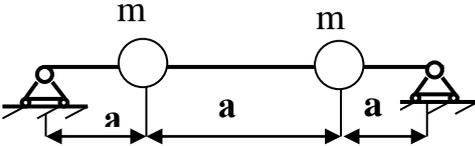
	Поперечні коливання струни описуються наступним диференціальним рівнянням:
1	$\frac{\partial y}{\partial t} - a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0$
2	$\frac{\partial y}{\partial t} + a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0$
3	$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0$
4	$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0$
5	$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial y}{\partial x} = 0$
6	$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + a^2 \frac{\partial y}{\partial x} = 0$

**Питання 19.**

	Загальний розв'язок диференціального рівняння поперечних коливань струни має вигляд:
--	--

1	$y = \sin \frac{n\pi}{l} x \left( A_n \cos \frac{\omega n \pi}{l} t + B_n \sin \frac{\omega n \pi}{l} t \right)$
2	$y = \sin \frac{n\pi}{l} x \left( A_n \cos \frac{\omega n \pi}{l} t - B_n \sin \frac{\omega n \pi}{l} t \right)$
3	$y = \sin \frac{n\pi}{l} x \left( A_n \sin \frac{\omega n \pi}{l} t + B_n \cos \frac{\omega n \pi}{l} t \right)$
4	$y = \cos \frac{n\pi}{l} x \left( A_n \sin \frac{\omega n \pi}{l} t - B_n \cos \frac{\omega n \pi}{l} t \right)$

**Питання 20.**

	<p>Для даної бал масами одиничні точок, де якщо <math>k = \frac{a^3}{27EI}</math>,</p>  <p>з двома рівними переміщення прикладені маси, будуть рівні:</p>
1	$\delta_{11} = \delta_{22} = 5, \delta_{21} = \delta_{12} = 8$
2	$\delta_{11} = \delta_{22} = 8, \delta_{21} = \delta_{12} = 8$
3	$\delta_{11} = \delta_{22} = 8, \delta_{21} = \delta_{12} = \frac{8}{12}$
4	$\delta_{11} = \delta_{22} = 8, \delta_{21} = \delta_{12} = \frac{25}{2}$
5	$\delta_{11} = \delta_{22} = \frac{25}{2}, \delta_{21} = \delta_{12} = 8$

**Комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами частини механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів**

Питання 1

<b>На які види поділяються с. г. матеріали в залежності від взаємодії з робочими органами машин?</b>
--

Питання 2

<b>Грунт, як фізичне середовище складається з:</b>			
А	Однієї фази	Г	Чотирьох фаз
Б	Двох фаз	Д	Сімох фаз
В	Трьох фаз		

Питання 3

<b>Агрономічно цінною вважається структура ґрунту, до якої входять часточки розмірами:</b>			
1	0,25 – 10 мм	4	50 мм – 100 см
2	10 – 20 мм	5	Менше 0,25 мм
3	20 – 50 мм		

Питання 4

<b>Як визначають розміри частинок агрегатної структури ґрунту?</b>			
1	Лінійкою	4	Рулеткою
2	Ситом	5	Мікрометром
3	Штангенциркулем		

Питання 5

**Об'ємну масу ґрунту визначають за формулою:**

Питання 6

**Відносна вологість ґрунту визначається за формулою:**

Питання 7

<b>Що таке твердість ґрунту?</b>	
1	Здатність ґрунту поглинати абсолютно тверді тіла
2	Здатність ґрунту руйнувати абсолютно тверді тіла
3	Здатність ґрунту протидіяти вдавлюванню в нього абсолютно твердого тіла довільної форми і розмірів
4	Здатність ґрунту протидіяти вдавлюванню в нього абсолютно твердого тіла у вигляді конуса
5	Здатність ґрунту сприяти проникненню в нього абсолютно твердого тіла у вигляді конуса

Питання 8

<b>Чому дорівнює робота об'ємного змінання ґрунту за результатами обробки діаграми деформування?</b>			
1	$A = \frac{FS}{2}$	4	$A = \frac{FV}{2}$
2	$A = \frac{Fl^2}{2}$	5	$A = \frac{Fl^3}{3}$
3	$A = \frac{Fl}{2}$		

Питання 9

<b>Якщо <math>\alpha</math> внутрішній кут тертя ґрунту, то чому рівний коефіцієнт внутрішнього тертя?</b>			
1	$k = \cos \alpha$	4	$k = \operatorname{tg} \alpha$
2	$k = \sin \alpha$	5	$k = \operatorname{arcsin} \alpha$
3	$k = \operatorname{ctg} \alpha$	6	$k = \operatorname{arccos} \alpha$

Питання 10

**Якщо  $\varphi$  зовнішній кут тертя ґрунту, то коефіцієнт зовнішнього тертя рівний:**

Питання 11

**На які класи поділяються добрива по відношенню до їх способу виробництва?**

Питання 12

<b>Добрива називаються:</b>			
А	<b>мінеральними</b>	1	Продукти рослинного та тваринного походження, що містять поживні речовини
Б	<b>органічними</b>	2	Промислові та вилупні сполуки, які містять поживні речовини
		3	Продукти рослинного походження, що не містять поживні речовини
		4	Продукти тваринного походження, що не містять поживні речовини
		5	Штучно синтезовані хімічні сполуки, що містять поживні речовини

Питання 13

<b>Вкажіть всі масові показники твердих мінеральних добрив?</b>	
1	Об'ємна маса вільно насипаного добрива $\gamma_d$
2	Об'ємна маса ущільненого добрива $\gamma_{y,d}$ , об'ємна маса вільно насипаного добрива $\gamma_d$
3	Коефіцієнт ущільнення $K_y$
4	Всі перераховані вище
5	Всі перераховані вище, окрім коефіцієнта ущільнення

Питання 35

**Що таке гігроскопічність добрив?**

Питання 14

<b>За яким показником міцності розрізняють тверді мінеральні добрива на категорії?</b>			
А	Опір руйнування під час розтягу	Г	Опір руйнування під час зламу
Б	Опір руйнування під час стиску	Д	Опір руйнуванню під час кручення
В	Опір руйнування під час зсуву		

Питання 15

<b>Якщо опір руйнування при стиску твердого мінерального добрива дорівнює 150 кПа, то до якої категорії його залежності слід віднести?</b>
--

Питання 16

<b>Якщо опір руйнування при стиску твердого мінерального добрива дорівнює 650 кПа, то до якої категорії його залежності належить?</b>
---

Питання 17

<b>Склепостворення твердих мінеральних добрив це:</b>
---

Питання 18

<b>За якою формулою визначають динамічний коефіцієнт зовнішнього тертя?</b>
---

Питання 19

<b>Який показник твердих мінеральних добрив характеризує їх аеродинамічні властивості?</b>			
А	Коефіцієнт польоту частинки	Г	Швидкість витання
Б	Коефіцієнт парусності частинки	Д	Об'ємна вага
В	Прискорення вільного падіння частинки		

Питання 20

<b>Якими показниками характеризується міцність гною в штабелі?</b>			
1	Опором відривання та опором зсуву	4	Опором стиску та опором зсуву
2	Опором відривання та опором проколювання	5	Опором згину і стиску
3	Опором зсуву та опором проколювання		

Питання 21

<b>Наступні показники належать до:</b>			
А	технологічних властивостей твердих мінеральних добрив	1	Злеглість
Б	фізико-механічних властивостей твердих мінеральних д	2	Пористість
		3	Липкість
		4	Вологість
		5	Об'ємна маса

Питання 22

<b>Що таке кут природного укусу твердих мінеральних добрив?</b>	
1	Кут, який рівний куту обвалу
2	Кут, який рівний зовнішньому куту тертя
3	Кут, який рівний внутрішньому куту тертя
4	Кут між горизонтальною поверхнею і стороною конуса насипаного добрива
5	Кут між вертикальною поверхнею і стороною конуса насипаного добрива

Питання 23

<b>За яких умов кут природного укусу твердих мінеральних добрив рівний куту внутрішнього тертя?</b>
---

Питання 24

<b>Твердість гною визначають за формулою:</b>
---

Питання 25

<b>Технологічний процес обладнання для подрібнення мінеральних добрив передбачає їх:</b>			
1	Скручування	4	Стискання
2	Згинання	5	Зсування
3	Розтягування		

Питання 26

**З якого матеріалу виготовляється тара для селітри?**

Питання 27

**Які негативні властивості має аміачна селітра?**

Питання 28

**Який взаємозв'язок між гігроскопічністю і злежуваністю добрив?**

1	Прямий	4	Логарифмічний
2	Обернений	5	Еліптичний
3	Відсутній		

Питання 29

**У часточок які мають:**

А	найбільший коефіцієнт парусності – розсіюваність:	1	Неоднозначна
Б	найменший коефіцієнт парусності – розсіюваність:	2	Максимальна
		3	Мінімальна
		4	Відсутня
		5	Середня

Питання 30

**При максимальному розкиді гранулометричного складу добрив виконання технологічного процесу внесення:**

Питання 31

**Модуль деформативності  $E$  при зламі стебла довжиною  $l$ , якщо сила  $F$  прикладена посередині стебла визначається за формулою:**

Питання 32

**Чому дорівнює максимальний прогин при зламі стебла довжиною  $l$ , якщо сила  $F$  прикладена по середині стебла**

Питання 33

**Чому дорівнює жорсткість стебла довжиною  $l$  при зламі, якщо сила  $F$  прикладена посередині стебла**

Питання 34

**При перерізуванні стебла фіксується:**

А	мінімальна питома робота різання	1	За повертання стебла
Б	максимальна питома робота різання	2	За наявності протиризальної пластини
		3	За перерізування по двох площинах
		4	За статичного різання
		5	За динамічного різання

Питання 35

**Жорсткість зразка стеблових матеріалів при стиску вздовж волокон дорівнює:**

Питання 36

**Чому дорівнює модуль деформативності зразка стеблових матеріалів при стиску вздовж волокон, якщо початкова висота зразка  $h_0$ , площа поперечного перерізу зразка  $A$ , середній приріст навантаження  $\Delta F$  ?**

Питання 37

**Вказати вірну формулу для визначення межі міцності стеблових матеріалів при стиску вздовж волокон**

1	$\sigma = 6F_{max} / \pi d_{cp}^2$	4	$\sigma = 4F_{max} / \pi d_{min}^2$
2	$\sigma = 4F_{max} / \pi d_{cp}^2$	5	$\sigma = 6F_{max} / \pi d_{max}^2$
3	$\sigma = 4F_{max} / \pi d_{max}^2$		

Питання 38

Вказати вірну формулу для обчислення площі перерізу стебла округлої форми			
1	$A = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_1 + d_2}{2} \right)^2$	4	$A = \frac{\pi}{5} \left( \frac{d_1 + d_2}{4} \right)^2$
2	$A = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_1 + d_2}{3} \right)^2$	5	$A = \frac{\pi}{6} \left( \frac{d_1 + d_2}{4} \right)^2$
3	$A = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_1 + d_2}{4} \right)^2$		

Питання 39

При обробці гістограми процесу перерізування стебла, робота різання визначається за формулою:			
1	$A = F_{cp} \cdot l^2$	4	$A = 3F_{cp} \cdot l^2$
2	$A = F_{cp} \cdot \frac{l^2}{2}$	5	$A = 4F_{cp} \cdot l^2$
3	$A = F_{cp} \cdot l$		

Питання 40

Яку розмірність має робота різання стеблових матеріалів?

Питання 41

Яку розмірність має питома різання стеблових матеріалів?

2

Питання 42

За якою формулою визначають жорсткість стеблових матеріалів при двоопорному зрізі?

1	$GA = \frac{\Delta F d_{cp}}{\Delta h}$	4	$GA = \frac{\Delta F d_{cp}}{2 \Delta h}$
2	$G = \frac{\Delta F d^2}{A \Delta h}$	5	$GA = \frac{\Delta F d_{min}}{3 \Delta h}$
3	$GA = \frac{\Delta F d^2}{3 \Delta h}$		

Питання 43

Трансформація кута різання призводить до:

Питання 44

За якої швидкості відбувається безпідірне різання (ротаційні косарки)?

Питання 45

Який спосіб укладання сипкого матеріалу забезпечує його:

А	максимальну щільність?	1	Кутовий
Б	мінімальну щільність?	2	Периферійний
		3	Радіальний
		4	Гравітаційний
		5	Інерційний

Питання 46

Який прилад використовується для:

А	Визначення коефіцієнта внутрішнього тертя?	1	Пірометр
Б	Визначення тиску рідини?	2	Трибометр
В	Визначення стискаючого навантаження?	3	Тонometr
		4	Манометр
		5	Динамометр

Питання 47

Що розуміється під зв'язною формою руху сипкого матеріалу?

Питання 48

Що розуміється під незв'язною формою руху сипкого матеріалу?

Питання 49

Чи залежить критична площа випускного отвору для борошна від терміну його зберігання?

1	Не залежить	4	Має степеневу залежність
2	Має лінійну залежність	5	Має зворотну степеневу залежність
3	Має зворотну лінійну залежність		

Питання 50

Яку властивість сипких матеріалів називають корозійністю?

Питання 51

Яку властивість сипких матеріалів називають абразивністю?

Питання 52

Яку властивість сипких матеріалів називають крихкістю?

Питання 53

Яку властивість сипких матеріалів називають вибухонебезпечністю?

Питання 54

Які дії відносяться до хімічного захисту рослин?

Питання 55

Як називають препарати для боротьби з комахами?

Питання 56

Вказати препаративні форми пестицидів

Питання 57

Зерно якої культури володіє найменшою щільністю  $\rho$ , г/см<sup>3</sup>?

1	Ячмінь	4	Пшениця
2	Овес	5	Горох
3	Жито		

Питання 58

У якій з перелічених культур найменший транспіраційний коефіцієнт?

1	Пшениця	4	Картопля
2	Ячмінь	5	Цукровий буряк
3	Горох		

Питання 59

Які плоди з наведених найменш придатні для механізованого збирання?

1	Яблуна	4	Абрикос
2	Груша	5	Персик
3	Вишня		

Питання 60

До якого групи рослин належить соняшник?

## 8. 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).

## 9. 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.

**10. Розподіл балів, які отримують студенти.** Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
<b>90-100</b>	<b>Відмінно</b>	<b>Зараховано</b>
<b>74-89</b>	<b>Добре</b>	
<b>60-73</b>	<b>Задовільно</b>	
<b>0-59</b>	<b>Незадовільно</b>	<b>Не зараховано</b>

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):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$ .

### 11. Методичне забезпечення

1. Динаміка і міцність: навчальний посібник / М.Г.Чаусов, А.П.Пилипенко, М.М.Бондар; за ред. М.Г.Чаусова – Київ: ВД «Авіцена», 2018. – 256 с.
2. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни "Механіко-технологічні властивості с.г. матеріалів" для студентів аграрних вузів зі спеціальності 6.091902- "Механізація с.г." [Текст] : методические указания / Національний аграрний університет (К.) ; Уклад. А. Г. Куценко. - К. : Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2007. - 52 с.
3. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни: "Механіко-технологічні властивості с.г. матеріалів" для студентів аграрних вузів зі спец.:6.090215-"Машини та обладнання с.г. виробництва", 6.090215-"Обладнання лісового господарства" [Текст] : методические указания /

- Національний аграрний університет (К.) ; Уклад.: М. Г. Чаусов, А. Г. Куценко. - К. : Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2007. - 84 с
4. Курс лекцій у вигляді презентацій.
  5. Тематичний план лекцій і лабораторних занять.
  6. Орієнтовний перелік контрольних питань.
  7. Тестові завдання для проведення заліку.
  8. Тестові завдання для проведення іспиту.

## **12. Рекомендована література**

### **– основна;**

1. Динаміка і міцність: навчальний посібник / М.Г.Чаусов, А.П.Пилипенко, М.М.Бондар; за ред. М.Г.Чаусова – Київ: ВД «Авіцена», 2018. – 256 с.
2. Опір матеріалів [Текст] : підручник для студ. механ. спец. вузів / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Є.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. - 2-ге вид., доповн. і перероб. - К. : Вища школа, 2004. - 655 с.
3. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Ч. I, II: Підручник/ Г.М.Калетнік, М.Г.Чаусов, В.М.Швайко, В.М.Пришляк, А.П.Пилипенко, М.М.Бондар. За ред.. Г.М.Калетніка, М.Г.Чаусова. – К.: «Хай-Тек Прес», 2011. – 616 с.
4. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко, та ін; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. - 448с.: іл..
5. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Практикум: Навч. посібник / Д.Г. Войтюк, О.М. Царенко, В.М. Швайко, та ін; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Аграрна освіта, 2000. - 93с.: іл..
6. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г.А. Хайліс, А.Ю. Гербовий, З.О. Гошко, М.М. Ковальов, О.О. Налобіна, С.Ф. Юхимчик. - Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1998. - 268с.
7. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість [Текст] : підручник для ВНЗ III-IV рівнів акредитації. Ч. III / Г. М. Калетнік [та ін.] ; За ред. Г. М. Калетніка, М. Г. Чаусова ; Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України. - К. : Хай-Тек Прес, 2013. - 528 с.
8. Цурпал І.А., Пастушенко С.І., Барабан М.П., Швайко В.М. Механіка матеріалів і конструкцій. Лабораторні роботи. - К.: Аграрна освіта, 2001, 271 с.

### **– допоміжна.**

1. Писаренко Г.С. и др. Сопротивление материалов. - К.: ВШ, 1986. 775 с.
2. Корольов П.Г., Блер І.Я., Саліон В.Ю. Опір матеріалів. – К.: вид. УСГА, 1975. – 419с.
3. Цурпал И.А. Краткий курс сопротивления материалов. – К.: ВШ, 1989. – 331 с.
4. Корольов П.Г. Опір матеріалів. Розрахунково-проектувальні роботи. – К.,1972. –

204 с.

5. Корольов П.Г., Блер І.Я., Саліон В.Ю. Опір матеріалів. – К.: вид. УСГА, 1975. – 419 с.
6. Цурпал І.А. Краткий курс сопротивления материалов. – К.: ВШ, 1989. – 331 с.
7. Корольов П.Г. Опір матеріалів. Розрахунково-проектувальні роботи. – К., 1972. – 204 с.
8. Теорія пружності [Текст] : підручник. . Ч. 1 / А. Є. Бабенко [та ін.]. - К. : Основа, 2009. - 240 с.
9. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт зі дисциплін: "Опір матеріалів" та "Механіка матеріалів і конструкцій" для студентів заочного відділення інженерних факультетів з напряму підготовки 0919 - "механізація та електрифікація сільського господарства" [Текст] : методичні вказівки / Національний університет біоресурсів і природокористування України ; уклад.: М. Г. Чаусов, М. М. Бондар, А. Г. Куценко. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2009. - 131 с.
10. Физико-механические свойства растений, почв удобрений (Методы, приборы и характеристики). - М.: Колос, 1970. - 343с.
11. Зенков Р.Л. Механика насыпных грузов. - М.: Машиностроение, 1964. -250с.
12. Кушнарёв А.С., Кочев В.И. Механико-технологические основы обработки почвы. -К.: Урожай, 1989. - 144с.
13. Рустамов С.И. Физико-механические свойства растений и совершенствование режущих аппаратов уборочных машин. -Киев-Донецк: Вища школа, 1981.-172 с.
14. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 3-х томах.\Под ред. к.т.н., М.И. Клецкина. Издание второе, переработанное и дополненное. - М.: Машиностроение, 1969.

### **13. Інформаційні ресурси**

1. <http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/metkon/index.html>
2. <http://www.info-build.com.ua/normativ/detail.php?ID=45334>
3. [http://jeybud.com.ua/index.php?item=articles&d\\_id=3&sub=5106](http://jeybud.com.ua/index.php?item=articles&d_id=3&sub=5106)
4. [http://www.urdisc.com.ua/rl/info/glava\\_0.pdf](http://www.urdisc.com.ua/rl/info/glava_0.pdf)
5. <http://msd.com.ua/metalevi-konstrukcii/>
6. <http://www.smcae.kiev.ua/library.php?act=book&id=44>
7. [www.nbu.gov.ua/portal/chem\\_biol/nvnau/2010\\_144\\_3/10big.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2010_144_3/10big.pdf)
8. [archive.nbu.gov.ua/PORTAL/Natural/Vkhdtusg/2011\\_119/bd.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/PORTAL/Natural/Vkhdtusg/2011_119/bd.pdf)
9. [irbis-nbu.gov.ua/.../cgiirbis\\_64.exe?](http://irbis-nbu.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?)
10. <http://www.atlasward-ua.com/>