МІЖРЕГІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ

МАУП

Факультет комп’ютерно-інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних інформаційних систем та технологій

Затверджую:
Декан ФКІТ_____
Чолишкіна О.Р.
“20”серпня 2020 р.

Схвалено на засіданні кафедри

Протокол № 12 від 20 серпня 2020 р.
Завідувач кафедри _____ Кавун С.В.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика(вибрані розділи)

спеціальності: 122 Комп’ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

освітнього рівня Бакалавр
(назва освітнього рівня, ОКР)

освітньої програми: Комп’ютерні науки
(шифр і назва освітньої програми)

спеціалізації: _____
(за наявності) (назва спеціалізації)

Київ МАУП 2020

Розробник (-и) силабусу навчальної дисципліни:
Храпатий Сергій Вікторович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри обчислювальної математики та комп'ютерного моделювання

Викладач:
Храпатий Сергій Вікторович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри обчислювальної математики та комп'ютерного моделювання

Силабус розглянуто і затверджено на засіданні кафедри КІСТ
Протокол від 20 серпня 2020 № 12

Завідувач кафедри _____ Кавун С.В.
(підпис)

Силабус погоджено з гарантом (керівником) освітньої програми 122 Комп'ютерні науки
(шифр, назва освітньої програми)

20.08. 2020 р.

Керівник (гарант) освітньої програми _____
(підпис)

Пролонговано:

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «____»____ 20___ р., протокол № ___
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «____»____ 20___ р., протокол № ___
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «____»____ 20___ р., протокол № ___
(підпис) (ПІБ)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____), «____»____ 20___ р., протокол № ___

ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна Академія управління персоналом» http://maup.com.ua/
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій http://itmaup.com.ua
Кафедра комп'ютерних інформаційних систем та технологій
http://itmaup.com.ua/?page_id=589

Назва дисципліни	*Фізика(вибрані розділи)*
Викладач (-і)	*Храпатий С.В*
Портфоліо викладача (-ів)	http://itmaup.com.ua/?page_id=589
Контактний тел.	*+380502569588*
E-mail:	
Сторінка дисципліни на сайті	*http://itmaup.com.ua/?page_id=1725*
Консультації	*Ср: 14:30-15:50* *корпус 24, аудиторія 14*

1. Коротка анотація до дисципліни. Вища освіта передбачає наявність знань та умінь не тільки в прикладної галузі інструментарію збору й обробки даних, а й здатність
оцінювати рівень наявних технологій, ефективність технічних рішень. Для цього потрібна фундаментальна інженерна база. Курс фізики для
фахівців з комп'ютерних наук, разом з курсом вищої математики, складає основу теоретичної підготовки фахівців з IT-технологій та відіграє
роль фундаментальної фізико-математичної бази для майбутніх дослідників та фахівців з комп'ютерних наук.

2. Мета та завдання дисципліни. Метою викладання навчальної дисципліни є вивчення методів фізичного моделювання явищ та процесів, методів фізичних вимірювань та
первинної обробки отриманих даних і розрахунків.

Цілі курсу:

 оволодіння основними поняттями та термінами, які описують технологічні процеси в електромагнітних системах;
 надання базових знань з фізичного моделювання явищ в електромагнітних системах;
 ознайомлення з засобами та приладами для фізичних вимірювань;
 набуття практичних навичок з фізичних вимірювань та первинної обробки отриманих даних та інженерних розрахунків.

3. Формат курсу.

Курс Фізики для інженерів з комп'ютерних наук передбачає теоретичні та практичні заняття, самостійне навчання та індивідуальні завдання.

У межах теоретичної частини студент повинен знати:

 основні фізичні величини для опису явищ в електричних та магнітних системах;
 основні фізичні явища для класифікації процесів в електричних та магнітних системах;
 формулювання фізичних законів для опису явищ в електричних та магнітних системах, використовуючи довідкову літературу.

У межах проходження практичної частини курсу студенти повинні вміти:

 знаходити фізичні закони для опису явищ у в електричних та магнітних системах, використовуючи технічну документацію;

 переводити фізичні величини в систему одиниць СВ для можливості рішення чисельних задач за допомогою довідкової літератури;
 одержувати чисельні результати для рішення практичних задач роботи елементів в електричних та магнітних системах, використовуючи
вхідні дані й технічну документацію;
 оцінювати правильність результатів обчислень для рішення практичних задач роботи елементів в електричних та магнітних системах,
використовуючи технічну документацію;
 проводити фізичні вимірювання окремих величин та параметрів для визначення режимів роботи елементів в електричних та магнітних
системах, використовуючи стандартні засоби виміру;
 порівнювати результати практичних вимірів з теоретичними результатами для оцінки похибок вимірів, використовуючи довідкову
літературу.

4. Програмні результати навчання (інтегральні, фахові компетентності).

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:
загальних:
 здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
 здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
фахових:
 здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтовування вибору
методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.

Результати навчання даної дисципліни деталізують такі програмні результати навчання:
 використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в
професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проєктування та реалізації об'єктів
інформатизації.

5. Опис навчальної дисципліни*:*

Найменування показників	**Характеристика дисципліни за формами навчання**	
	денна	**заочна**
Фізика (вибрані розділи)		
Курс	**1**	**1**
Семестр	**2**	**2**
Обсяг кредитів	**3**	**3**
Обсяг годин, в тому числі:	**90**	**90**
Аудиторні	**34**	**6**
Модульний контроль	**2**	**-**
Семестровий контроль	**2**	**2**
Самостійна робота	**56**	**84**
Форма семестрового контролю	***залік***	***залік***

6. Статус дисципліни: обов'язкова
7. Пререквізити - вивчення дисципліни ґрунтується на знаннях базової середньої освіти
8. Технічне й програмне забезпечення /обладнання - програми та сервіси для перевірки оригінальності текстів (Unichek). Ознайомитися із наявними в Інституті програмами і сервісами можна: ауд. No5: Тищенко Максим Вадимович
9. Політика курсу
Для успішного проходження курсу та складання контрольних заходів необхідним є виконання таких обов’язків:
 не запізнюватися на заняття;
 не пропускати заняття (як лабораторні, практичні так і лекційні), у разі хвороби мати довідку або її ксерокопію;
 самостійно опрацьовувати весь лекційний матеріал та ресурси для самостійної роботи;
 конструктивно підтримувати зворотній зв'язок з викладачем на всіх етапах проходження курсу;
 своєчасно і самостійно виконувати всі передбачені програмою лабораторні та практичні завдання;
 не користуватися мобільним телефоном під час аудиторних занять;
 брати очну участь у контрольних заходах;
 будь-яке відтворення результатів чужої праці (виключаючи практичну роботу над командним проєктом), в тому числі використання
завантажених з Інтернету матеріалів, як власних результатів кваліфікується як порушення норм і правил академічної доброчесності та передбачає
притягнення до відповідальності у порядку, визначеному чинним законодавством.

10. Схема курсу (Навчально-методична карта дисципліни)

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА КАРТА ДИСЦИПЛІНИ *«Фізика(вибрані розділи)»*

Разом: 90 год., з них 17 год. – лекції, 17 год. – практична робота; самостійна робота – 56 год., модульний контроль – 2 год

Кількість балів за семестр	**100**						
Модулі	Змістовий модуль I						
Назва модуля	ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ ТА МАГНІТНЕ ПОЛЕ СТРУМІВ						
Лекції	1	2	3	4	5	6	7
Теми лекцій	Електричні заряди і їх взаємодія. Електростатична сила (закон Кулона). Напруженість електричного поля. Електричне поле точкового заряду. Електричне поле системи зарядів. Принцип суперпозиції електричних полів	Теорема Остроградського -Гауса, її застосування для розрахунку електричних полів (безгранична площина, конденсатор, рівномірно заряджений полий циліндр, сфера). Робота по переміщенню зарядів в електричному полі. Потенціал. Різниця потенціалів та її розрахунок. Зв'язок між потенціалом і напруженістю поля	Провідники в електричному полі. Електроємність. З'єднання конденсаторів. Електроємність віддалених тіл та системи тіл. Енергія електричного поля.	Постійний електричний струм. Закон Ома. Електричний опір. З'єднання опорів. Температурна залежність опору провідників. Закон Джоуля-Ленца.	Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола. Потужність струму.	Магнітне поле та магнітна індукція. Напруженість магнітного поля. Сила Ампера. Лінії індукції магнітного поля.	Розрахунок напруженості магнітного поля (безкінечно довгий провідник зі струмом, відрізок провідника зі струмом, круговий струм, соленоїд, вісь кругового струму). Магнітний момент струму, контур зі струмом в магнітному полі. Робота в магнітному полі. Магнітний потік. Сила Лоренца. Рух заряджених частин в електричному і магнітному полях. Ефект Холла. Електромагнітна індукція. Закон Ленца. Самоіндукція. Індуктивність. Енергія магнітного поля струму. Взаємна енергія двох струмів

Лабораторні заняття	1	2	3	4	5	6	7
Темі лабараторних занять	Застосування теорії похибок при обробці результатів вимірювань	Електричне поле систем зарядів. Принцип суперпозиції електричних полів.	Вимірювання опору з допомогою моста Вітстона	Електроємність. Енергія електричного поля. З'єднання конденсаторів.	Дослідження характеристик електричного поля.	Закони постійного струму. Рух заряджених частинок в електричному полі	Потужність кола постійного струму
Поточний контроль	модульна контрольна робота №1 (20 балів)						
Модулі	Змістовий модуль II						
Назва модуля	ЕЛЕКТРИЧНІ КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ						
Лекції	8	9	10	11	12	13	14

Теми лекцій	Способи подання гармонічних коливань: рівняння коливань, векторні діаграми, графіки. Характеристики коливань. Циклічна частота, період, частота коливань. Початкові вимоги, початкова фаза.	Гармонічні системи, власні коливання. Власна частота коливань гармонічної системи. Власні механічні коливання пружинного маятника. Перетворення енергії в власних механічних коливаннях	Вимушені та згасаючі механічні коливання, їхні основні параметри. Рівняння вимушених та згасаючих механічних коливань у диференціальній та інтегральній формі.	Власні електричні коливання, рівняння. Перетворення енергії вільних електричних коливань. Залежність струму та напруги від часу. Складання коливань. Фігури Ліссажу.	Вимушені та згасаючі електричні коливання, їхні основні параметри. Рівняння вимушених та згасаючих електричних коливань в диференціальній та інтегральній формі. Залежність струму та напруги на елементах контуру від часу. Повний опір, різниця фаз. Відповідність параметрів механічних та електричних коливань.	Векторні діаграми. Резонанс. Фазові співвідношення між струмом та напругою на елементах контуру. Резонанс напруги. Резонанс струмів. Робота та потужність змінного струму.	Основні поняття та характеристики хвиль. Рівняння хвилі. Хвильове число, довжина хвилі, швидкість розповсюдження хвилі. Поперечні і поздовжні хвилі. Звукові хвилі. Ефект Допплера. Інтерференція хвиль. Різниця ходу хвиль. Електромагнітні хвилі вздовж проводів. Стоячі електромагнітні хвилі. Вільні електромагнітні хвилі. Основи радіозв’язку.
Лабораторні заняття	8	9	10	11	12	13	14
Темі лабараторних занять	Розрахунок параметрів механічних гармонічних коливань	Дослідження гармонійних коливань механічних систем	Розрахунок параметрів електромагнітних гармонічних коливань.	Визначення параметрів згасаючих коливань за допомогою Лабораторна Розрахунок 4 фізичного маятника	Розрахунок параметрів електромагнітних вимушених коливань. П	Вивчення складання електричних гармонійних коливань	Електромагнітні хвилі

Поточний контроль	модульна контрольна робота №2 (20 балів)
Підсумковий контроль	Залік

11. Система оцінювання навчальних досягнень

Вид діяльності студента	Максимальна к-сть балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2	
		кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів
Відвідування лекцій	1	7	7	7	7
Відвідування практичних занять	1	7	7	7	7
Виконання практичних завдань	10	7	70	7	70
Виконання завдань для самостійної роботи (*додавати завдання за потребою*)	5	1	5	1	5
Виконання модульної роботи	20	1	20	1	20
Разом за кожним модулем	-		109	-	109
Максимальна кількість балів					**218**
218:100=2,18. Студент набрав Х балів; Розрахунок: Х:2,18 = загальна кількість балів.					
Усього за навчальною дисципліною					**100**

12. Завдання для самостійної роботи та критерії її оцінювання *(*

№ з/п	Зміст самостійної роботи студента	Обсяг СРС (годин)
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	16
2.	Підготовка до практичних занять	32
3.	Підготовка до модульних контрольних робот №1, №2	8
Усього за навчальною дисципліною		**56**

Критерії оцінювання:

- змістовність – 1 бал
- відповідність темі та стилю оформлення – 1 бал

13. Форми проведення модульного контролю та критерії оцінювання

Модульний контроль здійснюється шляхом написання модульної контрольної роботи.

Студентами пропонуються варіанти МКР, кожен білет містить по 2 теоретичних запитання та 2 практичних завдання.

Критерії оцінювання:

- виконання МКР – максимум 20 балів.

Критеріями оцінки правильності виконання модульних контрольних завдань є:

№ п\п	**Критерії оцінки знань студента виявлених під час проведення модульного контролю**	**кількість балів**
1.	студент в процесі письмової відповіді дає правильні відповіді на **всі поставлені запитання**, виявляє високий рівень знань теоретичного та практичного	**20 балів**

	матеріалу. Викладає свою відповідь системно та логічно, упевнено і правильно аргументує власну позицію, робить висновки, тощо.	
2.	студент має належний рівень знань теоретичного та практичного матеріалу, на поставлені запитання відповіді дає, переважно, правильні, однак допускає певні неточності у визначеннях, не завжди належно (коректно) аргументує відповідь або правильно відповідає лише **на половину поставлених запитань**, тощо.	**15 бали**
3	студент має задовільний рівень знань теоретичного та практичного матеріалу, на поставлені запитання відповідає, але не на всі, допускає певні неточності у визначеннях базових категорій, не завжди належно (коректно) аргументує або правильно дає відповідь на **1/3 (одну третину)** поставлених запитань тощо.	**10 бали**
4.	студент дає неправильні відповіді на поставлені запитання, виявляє неналежний рівень знань теоретичного та практичного матеріалу, неспроможний послідовно і правильно аргументувати свою відповідь або взагалі **не в змозі відповісти на поставлені запитання**, тощо.	**0 балів**

14. Форми проведення семестрового контролю та критерії оцінювання: *Залік*

15. Орієнтовний перелік питань для семестрового комплексного контролю.

1. Електричні заряди і їх взаємодія
2. Електростатична сила (закон Кулона)
3. Напруженість електричного поля
4. Електричне поле точкового заряду
5. Електричне поле системи зарядів
6. Принцип суперпозиції електричних полів
7. Застосування теорії похибок при обробці результатів вимірювань
8. Теорема Остроградського-Гауса, її застосування для розрахунку електричних полів (безгранична площина, конденсатор, рівномірно заряджений полий циліндр, сфера)
9. Робота по переміщенню зарядів в електричному полі
10. Потенціал. Різниця потенціалів та її розрахунок
11. Зв’язок між потенціалом і напруженістю поля
12. Електричне поле систем зарядів
13. Принцип суперпозиції електричних полів
14. Провідники в електричному полі
15. Електроємність. З’єднання конденсаторів
16. Електроємність віддалених тіл та системи тіл
17. Енергія електричного поля
18. Постійний електричний струм
19. Закон Ома
20. Електричний опір
21. З’єднання опорів
22. Температурна залежність опору провідників
23. Закон Джоуля-Ленца
24. Електрорушійна сила
25. Закон Ома для повного кола
26. Потужність струму
27. Магнітне поле та магнітна індукція
28. Напруженість магнітного поля
29. Сила Ампера
30. Лінії індукції магнітного поля

31. Розрахунок напруженості магнітного поля (безкінечно довгий провідник зі струмом, відрізок провідника зі струмом, круговий струм, соленоїд, вісь кругового струму)
32. Магнітний момент струму, контур зі струмом в магнітному полі
33. Робота в магнітному полі. Магнітний потік
34. Сила Лоренца
35. Рух заряджених частин в електричному і магнітному полях
36. Ефект Холла
37. Електромагнітна індукція
38. Закон Ленца
39. Самоіндукція. Індуктивність
40. Енергія магнітного поля струму
41. Взаємна енергія двох струмів
42. Способи подання гармонічних коливань: рівняння коливань, векторні діаграми, графіки
43. Характеристики коливань
44. Циклічна частота, період, частота коливань
45. Початкові вимоги, початкова фаза
46. Гармонічні системи, власні коливання
47. Власна частота коливань гармонічної системи
48. Власні механічні коливання пружинного маятника
49. Перетворення енергії в власних механічних коливаннях
50. Вимушені та згасаючі механічні коливання, їхні основні параметри
51. Рівняння вимушених та згасаючих механічних коливань у диференціальній та інтегральній формі
52. Власні електричні коливання, рівняння
53. Перетворення енергії вільних електричних коливань
54. Залежність струму та напруги від часу
55. Складання коливань. Фігури Ліссажу
56. Вимушені та згасаючі електричні коливання, їхні основні параметри
57. Рівняння вимушених та згасаючих електричних коливань в диференціальній та інтегральній формі
58. Залежність струму та напруги на елементах контуру від часу
59. Повний опір, різниця фаз
60. Відповідність параметрів механічних та електричних коливань
61. Векторні діаграми
62. Резонанс
63. Фазові співвідношення між струмом та напругою на елементах контуру
64. Резонанс напруги
65. Резонанс струмів. Робота та потужність змінного струму
66. Основні поняття та характеристики хвиль
67. Рівняння хвилі. Хвильове число, довжина хвилі, швидкість розповсюдження хвилі
68. Поперечні і поздовжні хвилі. Звукові хвилі
69. Ефект Допплера
70. Інтерференція хвиль. Різниця ходу хвиль

71. Електромагнітні хвилі вздовж проводів
72. Стоячі електромагнітні хвилі. Вільні електромагнітні хвилі
73. Основи радіозв'язку

16. Шкала відповідності оцінок

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	**A**	відмінно	зараховано
82-89	**B**	добре	
75-81	**C**		
68-74	**D**	задовільно	
60-67	**E**		
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	**F**	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

17. Рекомендовані джерела (література):

1. 22.3 К93 Курс фізики : Навч. посіб. / Є.С.Орел та ін. – Х. : ХНУМГ, 2018. – 191 с. – Access mode: http://library.iapm.edu.ua/books/2/22/Orel_Kurs_fizyky.rar.
2. 22.3 Ф50 Физика : Учеб. пособие / Бондарь В.А., Луцевич А.А., Новицкий О.А.; Ред. Яковенко В.А. – Мн. : Беларуская Энцыклапедыя, 2002. – 512 с.
3. 22.3 К21 Кармазін, В. В. Курс загальної фізики : навч. посіб. / В. В. Кармазін, В. В. Семенець. – К. : Кондор, 2009. – 786 с.
4. 22.3 К38 Кікоїн, І. К. Фізика : Підруч. для 9 кл. / І. К. Кікоїн, А. К. Кікоїн. – К. : Радянська школа, 1990. – 208 с.
5. 22.3 К68 Король, А. М. Фізика. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка, електрика і магнетизм. Оптика. Елементи квантової механіки, фізики атома, атомного ядра і елементарних частинок. : Підруч. / А. М. Король, М. В. Андріящик. – К. : Інкос, 2006. – 344 с.
6. 22.3 К95 Кучерук, І. М. Загальний курс фізики. У 3-х т. : Навч. посіб. Т. 3 : Оптика. Квантова фізика / І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук. – К. : Техніка, 1999. – 520 с.
7. 22.3 К95 Кучерук, І. М. Загальний курс фізики. У 3-х т. : Навч. посіб. Т. 1 : Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка / І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук, П. П. Луцик. – К. : Техніка, 1999. – 536 с.
8. 22.3 К95 Кучерук, І. М. Загальний курс фізики. У 3-х т. : Навч. посіб. Т. 2 : Електрика і магнетизм / І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук, П. П. Луцик. – К. : Техніка, 2001. – 452 с.

9. 22.3 Л33 Лебедева, Н. М. Физика : Руководство к решению задач: Учеб. пособие / Н. М. Лебедева. – Мн. : БелЭн, 2003. – 512 с.
10. 22.3 Л84 Лукашик, В. І. Збірник запитань і задач з фізики : Навч. посіб. для учнів 7-8 кл. серед. шк. / В. І. Лукашик. – К. : Радянська школа, 1991. – 208 с.
11. 22.3 Н29 Наркевич, И. И. Физика : Учеб. / И. И. Наркевич, Э. И. Волмянский, С. И. Лобко. – Мн. : Новое знание, 2004. – 680 с. с.
12. 22.3 П27 Перестюк, М. О. Теорія рівняння математичної фізики : Підручн. / М. О. Перестюк, В. В. Маринець. – К. : Либідь, 2006. – 424 с.
13. 22.3 П63 Посудін, Ю. І. Фізика : підруч. / Ю. І. Посудін. – К. : Ліра-К, 2016. – 472 с.
14. 22.3 Р51 Римкевич, А. П. Збірник задач з фізики : Для 9-11 кл. / А. П. Римкевич. – 10-те вид. – К. : Радянська школа, 1991. – 239 с.
15. 22.3 Р95 Рыльцев, Е. В. Физика. Оптика : Учеб. пособ. для студ.-иностранцев подгот. отд. / Е. В. Рыльцев. – К. : Персонал, 2008. – 32 с. – Access mode: http://library.iapm.edu.ua/books/2/22/Rylcev_Fizika.rar.
16. 22.3 Т46 Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – М. : Наука, 1972. – 736 с.
17. 22.3 Ч-75 Чолпан, П. П. Фізика : Підруч. / П. П. Чолпан. – К. : Вища шк., 2003. – 567 с. – Access mode: http://library.iapm.edu.ua/books/2/22/Fizyka.rar.
18. 22.3 Ш37 Шевченко, А. Ф. Збірник задач із курсу фізики : навч. посіб. / А. Ф. Шевченко. – К. : Ліра-К, 2017. – 260 с.
19. 22.3 Ю64 Юрачківський, А. П. Математична фізика в прикладах і задачах : Навч. посіб. / А. П. Юрачківський, А. Я. Жугаєвич. – К. : ВЦ"Київський ун-т", 2005. – 157 с.

Електронні джерела:

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Напруженість_електричного_поля
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/Електричний_струм
3. https://uk.wikipedia.org/Закон_Ома
4. https://uk.wikipedia.org/wiki/Магнітна_індукція
5. https://www.youtube.com/watch?v=tY0wnMZA3ac
6. https://uk.wikipedia.org/wiki/Закон_Ампера
7. https://uk.wikipedia.org/wiki/Сила_Лоренца
8. https://uk.wikipedia.org/wiki/Закон_електромагнітної_індукції_Фарадея
9. https://uk.wikipedia.org/wiki/Коливання
10. https://uk.wikipedia.org/wiki/Коливальний_контур
11. https://uk.wikipedia.org/wiki/Електромагнітна_хвил