

**Центральноукраїнський державний педагогічний університет  
імені Володимира Винниченка**

Кафедра природничих наук та методик їхнього навчання

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Завідувач кафедри**



«28» серпня 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

***Загальна фізика: квантова фізика***

галузь 01 Освіта/Педагогіка  
спеціальність 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)  
предметна спеціальність 014.15 Середня освіта (Природничі науки)  
освітня програма Середня освіта (Природничі науки)  
рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)  
факультет: природничо-географічний  
форма здобуття освіти: денна  
**Група ПН19Б**

2021 – 2022 навчальний рік

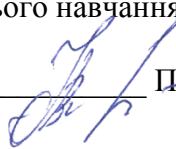
Робоча програма з дисципліни «Загальна фізика: квантова фізика» для студентів предметної спеціальності 014.15 «Середня освіта (Природничі науки)» освітня програма «Середня освіта (Природничі науки)» на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти.

*Розробник:* доцент кафедри природничих наук та методик їхнього навчання, доцент, доктор педагогічних наук Трифонова О.М. (електронна пошта для зв'язку з викладачем: [o.m.tryfonova@cuspu.edu.ua](mailto:o.m.tryfonova@cuspu.edu.ua) )

Робочу програму схвалено на засіданні  
кафедри природничих наук та методик їхнього навчання  
Протокол від «28» серпня 2021 року № 1

Завідувач кафедри природничих наук та методик їхнього навчання

(прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  Подопрігора Н.В.  
(підпис)

©Трифопова О.М., 2021 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників                                                                                  | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень      | Характеристика навчальної дисципліни |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                                                                          |                                                                       | денна форма навчання                 |
| Кількість кредитів – 3                                                                                   | Галузь знань:<br>01 Освіта/Педагогіка                                 | Нормативна                           |
| Модулів – 3                                                                                              |                                                                       | Рік підготовки:                      |
| Змістових модулів – 2                                                                                    | Спеціальність:<br>014 Середня освіта (за предметними спеціальностями) | 3-й                                  |
| Індивідуальне навчальне завдання з розв’язування задач                                                   |                                                                       | Семестр                              |
| Загальна кількість годин – 90                                                                            | Предметна спеціальність:<br>014.15 Середня освіта (Природничі науки)  | 6-й                                  |
|                                                                                                          |                                                                       | Лекції                               |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 1 год.<br>самостійної роботи студента – 4 год. | Рівень вищої освіти:<br>перший (бакалаврський)                        | 14 год.                              |
|                                                                                                          |                                                                       | Практичні, семінарські               |
|                                                                                                          |                                                                       | 14 год.                              |
|                                                                                                          |                                                                       | Лабораторні заняття                  |
|                                                                                                          |                                                                       | –                                    |
|                                                                                                          |                                                                       | Консультації                         |
|                                                                                                          |                                                                       | 8 год.                               |
|                                                                                                          |                                                                       | Самостійна робота                    |
|                                                                                                          |                                                                       | 44 год.                              |
|                                                                                                          |                                                                       | Індивідуальні завдання:<br>10 год.   |
|                                                                                                          |                                                                       | Вид контролю: <i>екзамен</i>         |

### Примітка.

При цьому аудиторні години складають – 31,1 %, а самостійної та індивідуальної роботи – 68,9 %

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Пропонована робоча програма складена у відповідності до освітньо-професійної програми підготовки фахівця першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями) предметної спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки).

Невід’ємними компонентами змісту загальної фізики є такі розділи: механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електрика і магнетизм, оптика, квантова фізика. Дана робоча програма передбачає опанування студентами першим блоком курсу загальної фізики: квантова фізика. При цьому типовими **завданнями** діяльності є:

- Емпіричні дослідження фізичних систем:
  - Спостереження властивостей фізичної системи, явищ і процесів у фізичній системі.
  - Вимірювання фізичної величини, яка характеризує фізичну систему; явище або процес у фізичній системі.
  - Експериментальне дослідження властивостей фізичної системи; явищ і процесів у фізичній системі.
- Теоретичні дослідження фізичних систем:
  - Створення ідеалізованого об’єкта при вивченні фізичної системи.
  - Вивчення (дослідження) ідеалізованого об’єкта логічними методами (мислений експеримент).
- Поєднання емпіричних і теоретичних досліджень фізичних систем:
  - Створення і експериментальне дослідження фізичної моделі фізичної системи, явища або процесу в фізичній системі.
  - Розробка фізичного приладу або установки для фізичних досліджень з заданими параметрами.
  - Створення математичної моделі фізичної системи, явища або процесу в фізичній системі.

- Дослідження математичної моделі фізичної системи, явища або процесу у фізичній системі за певних умов засобами комп'ютерної техніки з метою вивчення властивостей фізичної системи, явища або процесу в фізичній системі.

- Підготовка наукової доповіді, статті, реферату, звіту (наукового твору).

- Організація і виконання наукового дослідження певної проблеми.

#### 4. Забезпечення безпеки людей на виробництві:

- Забезпечення збереження і захист майна завдяки виконанню правил і норм охорони праці, техніки безпеки і протипожежного захисту.

- Забезпечення безпеки індивідуальної життєдіяльності.

**Предметом вивчення дисципліни.** Фізика – наука, яка вивчає найпростіші та в той же час найбільш загальні закономірності явищ природи, властивостей і будови матерії, закони її руху. Поняття фізики та її закони лежать в основі всього природознавства. Фізика відноситься до точних наук та вивчає кількісні закономірності явищ. Саме це враховує програма курсу загальної фізики.

Майбутній вчитель природничих наук повинен мати фундаментальну підготовку з фізики, хімії, біології, вищої математики, основ цифрових технологій та інформатики, психології, педагогіки та методики навчання, щоб забезпечити належний науковий і методичний рівень викладання фізики, виконувати дослідницьку роботу, вміти працювати на сучасному фізичному обладнанні, орієнтуватись в питаннях менеджменту фізичного обладнання, приладів та матеріалів, в питаннях охорони навколишнього середовища, проводити виховну роботу в учнівському колективі.

**Мета дисципліни** – формування у студентів основ глибокої теоретичної підготовки в області фізики, надання студентам навичок правильного розуміння меж застосування фізичних понять, законів та теорій, що дозволить майбутнім вчителям природничих наук зорієнтуватись в потоці природничо-наукової інформації, формування у них наукової картини світу та наукового світогляду для розв'язання різноманітних задач у практичній діяльності за фахом.

**Міждисциплінарні зв'язки:** концепція сучасного природознавства, лабораторний практикум з оптики та квантової фізики, теоретична фізика, безпека життєдіяльності та охорони праці в галузі, методика навчання природничих наук основної школи (фізика), загальна та неорганічна хімія, техніка хімічного експерименту, історія розвитку природознавства, електронна теорія речовини, статистичні методи дослідження фізичних систем, методи дослідження оптичного випромінювання, експериментальні методи вивчення будови атома та ядра, фізико-хімічні методи дослідження, практика зі шкільного фізичного експерименту / практика з навчального фізичного експерименту / практика з обладнання шкільного фізичного кабінету.

Курс загальної фізики в педагогічній освіті майбутнього вчителя природничих дисциплін є профілюючою дисципліною, оскільки сприяє становленню в студентів уявлення про фізику як науку та забезпечує формування предметної та фахової компетентностей. Особливість вивчення фізики у педагогічному університеті полягає в тому, що студенти повинні оволодіти системою вмінь і навичок, які б давали можливість ефективно передавати знання учням, виховувати у них допитливість, інтерес до знань, любов до винахідництва.

Специфіка цієї дисципліни вимагає вивчення теорії фізичних явищ та законів, вміння математично їх описувати та застосовувати набуті знання при розв'язуванні задач.

Навчальна програма передбачає наступні види діяльності студентів: пізнавальна діяльність: інтелектуальні розумові дії, спостереження, дослід, усвідомлення проблеми, висування гіпотез, побудова моделей; загально-навчальна діяльність: пошук інформації, робота з літературою та іншими джерелами інформації, навички спілкування в колективній діяльності; особистісно-реалізуюча діяльність: пошук індивідуального змісту і цілей навчання фізики, особистісне розуміння фундаментальних понять і категорій, вибір індивідуального темпу навчання, самостійне визначення цілей, індивідуальний вибір додаткової тематики, індивідуальні обґрунтування позиції, саморегуляція, самоаналіз і самоконтроль власної діяльності.

Досягнення навчальних цілей кожного модуля забезпечується в процесі спільної діяльності викладача і студентів, яка включає такі елементи:

- систематизацію / узагальнення студентами знань і умінь, запропонованих для самостійного опрацювання;

- проведення викладачем консультацій, які забезпечують студентам можливість своєчасного розв'язання навчальних проблем, що виникають у них у процесі роботи над модулем;

– узагальнення навчального матеріалу модуля під час лекцій, де розглядаються питання методологічного характеру, а також визначаються завдання підвищеної складності, виконання і деталізація яких здійснюється під час практичних і лабораторних занять та в процесі самостійної діяльності.

Після закінчення роботи над модулем студенти, проходять підсумковий контроль згідно рейтингової системи із застосуванням інтегративної методики оцінювання навчальних досягнень.

Кожний змістовий модуль, як правило, супроводжується комплексом різноманітних дидактичних засобів навчання, що забезпечують, наочність матеріалу і сприяють досягненню конкретних цілей навчання. Модулі, що вміщують цільову програму дій, банк інформації та методичних вказівок для її засвоєння, змінюють характер взаємостосунків між викладачами і студентами.

Модульна технологія навчання загальної фізики включає три компоненти, змістовий, організаційний і контрольно-оцінювальний з його стимулюючою функцією.

Від студентів вимагається продемонструвати знання кожної з змістовних одиниць перед тим, як перейти до вивчення наступної. Спочатку навчання зорієнтоване на засвоєння головного – базових елементів знань курсу фізики і найважливіших алгоритмів дій. Другим етапом є розвиваюче навчання, що базується на творчій самостійній діяльності студентів. Організаційний компонент технології засвоєння змісту навчальних модулів із курсу загальної фізики є сукупністю різноманітних форм і методів організації освітнього процесу: лекційних, практичних занять.

Для опанування студентами спеціальності: 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями), предметна спеціальність: 014.15 Середня освіта (Природничі науки) курсом загальної фізики передбачені як різні форми аудиторної роботи, так і самостійна та індивідуальна робота студентів.

*Аудиторна робота включає в себе:* лекції, практичні заняття та консультації. При цьому консультації дають можливість більше уваги приділити розв'язку задач, яким під час практичних занять (у зв'язку зі скороченням годин) не було приділено належної уваги.

*Проведення **практичних занять** із загальної фізики має на меті:*

- поглиблення, розширення і засвоєння теоретичного матеріалу: створення проблемної ситуації;
- реалізація дидактичного принципу взаємозв'язку навчання з практикою; розширення наукового світогляду студентів;
- розвиток логічного, творчого і самостійного мислення; набуття досвіду оцінки меж застосовності фізичних залежностей за різних конкретних умов;
- набуття компетентностей практичного застосування наукових знань; розвиток і виховання найважливіших функцій особистості: мислення, волі, характеру;
- розвиток уміння самостійної роботи та її активізації;
- навчання методам наукового пізнання;
- формування і розвиток у студентів діалектичного мислення і специфічного «фізичного» мислення;
- розкриття естетичного та логічного в фізиці: дивної стрункості і краси, чіткості і строгості, вишуканості багатьох її рішень і прийомів;
- використання практичних занять як одного з ефективних прийомів перевірки свідомого, глибокого, міцного засвоєння знань;
- закріплення, узагальнення і повторення навчального матеріалу.

У результаті проведення практичних занять студенти повинні:

*Знати:*

- структурні особливості різних типів фізичних задач;
- методи розв'язування, фізичних задач;
- загальну методику розв'язування фізичних задач із використанням аналітичного, графічного, табличного, синтетичного й аналітико-синтетичного методів;
- зміст шкільних збірників задач з фізики, зміст олімпіадних задач;
- зміст збірників задач із загальної фізики вищої школи і методичних посібників із розв'язування фізичних задач;
- освітнє і виховне значення розв'язування задач з фізики в середній школі;

*Уміти:*

- здійснювати різні способи подання фізичних задач, зокрема, малюнком, графіком, схемою, системою рівнянь, моделлю, спостереженням, експериментом, скороченим письмовим записом;
- розкривати фізичний зміст задач;

- раціонально записати умову задачі;
- відшукувати і вводити додаткові умови,
- проводити пошуки шляхів розв'язування задачі і складати загальний план розв'язку,
- вибирати раціональний спосіб розв'язку задачі;
- ставити і давати відповіді на запитання як часткового, так і загального характеру;
- проводити аналіз та оцінку здобутих результатів;
- складати задачу із заданої теми з використанням сучасних знань;
- розв'язувати експериментальні задачі;
- використовувати в процесі розв'язування задач сучасні засоби навчання;
- реалізовувати цілі і завдання розв'язування задач з фізики в загальноосвітній школі.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми в студента мають бути сформовані такі **компетентності**:

**Інтегральна компетентність** – здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі середньої освіти, що передбачає застосування теорій та методів освітніх наук та природничих наук, фізики, хімії, біології і характеризується комплексністю та невизначеністю педагогічних умов організації освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти.

#### **Загальні компетентності:**

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК2. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

ЗК3. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК4. Здатність працювати в команді.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК10. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

#### **Предметні (спеціальні фахові) компетентності:**

ФК1. Здатність використовувати систематизовані теоретичні та практичні знання з природничих наук, фізики, хімії, біології та методики навчання природничих наук, фізики, хімії, біології при вирішенні професійних завдань при вивченні Всесвіту і природи Землі як планети.

ФК2. Володіння математичним апаратом природничих наук, фізики, хімії, біології.

ФК8. Здатність до рефлексії та самоорганізації професійної діяльності.

ФК11. Здатність характеризувати досягнення природничих наук та їх ролі у житті суспільства; формування цілісних уявлень про природу, використання природничо-наукової інформації на основі оперування базовими загальними закономірностями природи.

ФК12. Розуміти та пояснювати стратегію сталого розвитку людства і шляхи вирішення глобальних проблем, враховуючи позитивний потенціал та ризики використання надбань природничих наук, фізики, хімії, біології, техніки і технологій для добробуту людини й безпеки довкілля.

#### **Програмні результати навчання:**

ПРН32. Демонструє знання та розуміння основ природничих наук, фізики, хімії, біології та знає загальні питання методики навчання природничих наук, фізики, хімії, біології, методики шкільного фізичного експерименту, техніки хімічного експерименту, методики організації практики з біології, методики вивчення окремих тем шкільного курсу природничих наук, фізики, хімії, біології.

ПРН33. Знає й розуміє математичні методи природничих наук, фізики, хімії, біології та розділів математики, що є основою вивчення курсів загальної та теоретичної фізики, ботаніки, зоології, анатомії людини, фізіології людини і тварин, фізіології рослин, а також загальної, неорганічної та органічної хімії.

ПРН37. Знає основи безпеки життєдіяльності, безпечного використання обладнання кабінетів фізики, хімії, біології.

ПРНУ1. Аналізує природні явища і процеси, оперує базовими закономірностями природи на рівні сформованої природничо-наукової компетентності з погляду фундаментальних теорій природничих наук, принципів і знань, а також на основі відповідних математичних методів.

ПРНУ2. Володіє методикою проведення сучасного експерименту, здатністю застосовувати всі його види в освітньому процесі з природничих наук, фізики, хімії, біології.

ПРНУ4. Користується математичним апаратом фізики, використання математичних та числових методів, які часто застосовуються у природничих науках, фізиці, хімії, біології.

ПРНУ7. Уміє знаходити, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел, насамперед за допомогою інформаційних та хмарних технологій.

ПРНУ8. Самостійно вивчає нові питання природничих наук, фізики, хімії, біології та методики навчання природничих наук, фізики, хімії, біології за різноманітними інформаційними джерелами.

ПРНК2. Пояснює фахівцям і не фахівцям стратегію сталого розвитку людства та екологічної безпеки і шляхи вирішення глобальних проблем людства.

ПРНА1. Усвідомлює соціальну значущість майбутньої професії, сформованість мотивації до здійснення професійної діяльності.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### ***Змістовий модуль I. Основи квантової фізики***

**Тема 1. Квантові властивості випромінювання.** Предмет і завдання квантової фізики. Короткий історичний огляд вчення про квантові властивості матерії. Фотоелектричний ефект. Досліди О. Г. Столетова. Квантова теорія фотоефекту. Фотонна теорія світла. Маса та імпульс фотонів. Досліди С. І. Вавілова. Тиск світла. Досліди П. М. Лебедева. Рентгенівське випромінювання. Гальмівне і характеристичне рентгенівське випромінювання та їх спектри. Застосування рентгенівських променів. Фотоелементи та їх застосування. Ефект Комптона. Дослід Боте.

**Тема 2. Теплове випромінювання.** Рівноважне випромінювання та його характеристики. Закон Кірхгофа. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Розподіл енергії в спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Формула Релея-Джінса. Квантування енергії випромінювання. Формула Планка. Оптична пірометрія.

**Тема 3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвильові властивості мікрочастинок.** Дифракція електронів. Хвилі де Бройля. Досліди Девісона і Джермера. Основні уявлення квантової механіки. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Хвильова функція та фізичний зміст. Рівняння Шредінгера. Принцип суперпозиції в квантовій механіці.

**Тема 4. Будова атомів і молекул.** Лінійчасті спектри. Роботи Бальмера. Досліди Резерфорда. Планетарна модель атома. Постулати Бора. Модель атома водню за Бором. Досліди Франка та Герца. Квантово-механічна інтерпретація постулатів Бора. Принцип відповідності. Спектральні серії випромінювання атомарного водню. Квантові підходи до будови атома. Квантові числа електрона в атомі. Квантування енергії, моменту імпульсу. Досліди Штерна та Герлаха. Принцип Паулі. Періодична система елементів Д. І. Мендєєва. Комбінаційне розсіяння світла. Люмінесценція. Правило Стокса. Спонтанне й індуковане випромінювання. Фізичні умови роботи лазерів. Квантові генератори та їх застосування.

#### ***Змістовий модуль II. Ядерна фізика. Сучасна фізична картина світу***

**Тема 5. Фізика атомного ядра.** Склад ядра. Заряд і масове число ядра. Дефект мас. Енергія зв'язку ядра. Ядерні сили. Моделі атомного ядра. Радіоактивність. Альфа- бета- та гамма-випромінювання. Правила зміщення. Ізотопи та їх застосування. Закон радіоактивного розпаду. Експериментальні методи ядерної фізики. Ядерні реакції. Штучна радіоактивність. Приклади ядерних перетворень під дією альфа-частинок, протонів, нейтронів, дейтронів, гамма-квантів. Поділ важких ядер. Ланцюгові реакції поділу. Трансуранові елементи. Ядерні реакції на теплових та швидких нейтронах. Ядерна енергетика. Реакції термоядерного синтезу, умови їх реалізації. Керований термоядерний синтез. Масспектрометри. Прискорювачі заряджених частинок.

**Тема 6. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії.** Загальні відомості про елементарні частинки. Систематика елементарних частинок. Поняття про кварки. Фундаментальні взаємодії.

**Тема 7. Квантові явища в твердих тілах.** Утворення енергетичних зон у кристалах. Поняття про зонну теорію провідності провідників, напівпровідників і діелектриків. Поняття про квантові статистики. Статистика Фермі-Дірака. Квантова теорія теплоємності. Теплопровідність діелектричних кристалів. Квантові явища при низьких температурах.

**Тема 8. Сучасна фізична картина світу.** Сучасна фізична картина світу. Проблеми сучасної фізики. Внесок українських вчених у розвиток фізики.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                               | Кількість годин |              |           |          |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|
|                                                                             | усього          | у тому числі |           |          |           |           |
|                                                                             |                 | Лк.          | Пр.       | Конс.    | Інд.      | Сам.р.    |
| 1                                                                           | 2               | 3            | 4         | 5        | 6         | 7         |
| <b>Змістовий модуль I. Основи квантової фізики</b>                          |                 |              |           |          |           |           |
| Тема 1. Квантові властивості випромінювання                                 | 7               | 2            | 2         |          |           | 3         |
| Тема 2. Теплове випромінювання                                              | 7               | 2            | 2         |          |           | 3         |
| Тема 3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвильові властивості мікрочастинок | 3               |              |           |          |           | 3         |
| Тема 4. Будова атомів і молекул                                             | 7               | 2            | 2         |          |           | 3         |
| Колоквіум № 1                                                               | 4               |              |           | 2        |           | 2         |
| Контрольна робота № 1                                                       | 4               |              |           | 2        |           | 2         |
| <b>Разом за змістовий модуль I</b>                                          | <b>32</b>       | <b>6</b>     | <b>6</b>  | <b>4</b> |           | <b>16</b> |
| <b>Змістовий модуль II. Ядерна фізика. Сучасна фізична картина світу</b>    |                 |              |           |          |           |           |
| Тема 5. Фізика атомного ядра                                                | 13              | 2            | 6         | 2        |           | 3         |
| Тема 6. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії              | 5               | 2            |           |          |           | 3         |
| Тема 7. Квантові явища в твердих тілах                                      | 5               | 2            |           |          |           | 3         |
| Тема 8. Сучасна фізична картина світу                                       | 5               |              |           | 2        |           | 3         |
| Колоквіум № 2                                                               | 4               | 2            |           |          |           | 2         |
| Контрольна робота № 2                                                       | 4               |              | 2         |          |           | 2         |
| <b>Разом за змістовий модуль II</b>                                         | <b>36</b>       | <b>8</b>     | <b>8</b>  | <b>4</b> |           | <b>16</b> |
| Індивідуальне завдання                                                      | 22              |              |           |          | 10        | 12        |
| <b>Всього годин</b>                                                         | <b>90</b>       | <b>14</b>    | <b>14</b> | <b>8</b> | <b>10</b> | <b>44</b> |

#### 5. Теми практичних занять

| № з/п   | Назва теми                          | Кількість годин |
|---------|-------------------------------------|-----------------|
| 1       | Квантові властивості випромінювання | 2               |
| 2       | Теплове випромінювання              | 2               |
| 3       | Будова атомів і молекул             | 2               |
| 4, 5, 6 | Фізика атомного ядра                | 6               |
| 7       | Контрольна робота                   | 2               |
|         | <b>Всього</b>                       | <b>14</b>       |

#### 6. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

#### 7. Самостійна та індивідуальна робота

| № з/п | Назва теми                                                                  | Кількість годин |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1     | Тема 1. Квантові властивості випромінювання                                 | 3               |
| 2     | Тема 2. Теплове випромінювання                                              | 3               |
| 3     | Тема 3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Хвильові властивості мікрочастинок | 3               |
| 4     | Тема 4. Будова атомів і молекул                                             | 3               |
| 5     | Колоквіум № 1                                                               | 2               |
| 6     | Контрольна робота № 1                                                       | 2               |
| 7     | Тема 5. Фізика атомного ядра                                                | 3               |



|    |                                                                |           |
|----|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 8  | Тема 6. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії | 3         |
| 9  | Тема 7. Квантові явища в твердих тілах                         | 3         |
| 10 | Тема 8. Сучасна фізична картина світу                          | 3         |
| 11 | Колоквіум № 2                                                  | 2         |
| 12 | Контрольна робота № 2                                          | 2         |
| 13 | Індивідуальне завдання                                         | 10+12     |
|    | <b>Всього годин</b>                                            | <b>54</b> |

### 8. Індивідуальні завдання

*Методичні рекомендації з індивідуальних завдань.* Індивідуальні завдання з курсу загальної фізики мають на меті перевірити компетентності студента самостійно розв'язувати різноманітні фізичні задачі, аналогічні до тих, що були розглянуті під час практичних занять.

Пам'ятайте, що широту погляду на запропоновану задачу, вміння пов'язувати її з законами природи і з іншими суміжними задачами треба рішуче протиставити пошукам «потрібної формули» на основі здогадів, з'ясуванню, для чого дано ту чи іншу величину.

Розв'язування фізичних задач, як правило, має три етапи:

- 1) аналіз фізичної проблеми або опис фізичної ситуації;
- 2) пошук математичної моделі розв'язку;
- 3) реалізації розв'язку та аналізу одержаних результатів.

На першому етапі фактично відбувається побудова фізичної моделі задачі, що подана в її умові:

- аналіз умови задачі, визначення відомих параметрів і величин та пошук невідомого;
- конкретизація фізичної моделі задачі за допомогою графічних форм (малюнки, схеми, графіки тощо);

- скорочений запис умови задачі, що відтворює фізичну модель задачі в систематизованому вигляді.

На другому, математичному етапі, розв'язування фізичних задач відбувається пошук зв'язків і співвідношень між відомими величинами і невідомим:

- вибудовується математична модель фізичної задачі, робиться запис загальних рівнянь, що відповідають фізичній моделі задачі;

- враховуються конкретні умови фізичної ситуації, що описується в задачі, здійснюється пошук додаткових параметрів (початкові умови, фізичні константи тощо);

- приведення загальних рівнянь до конкретних умов, що відтворюються в умові задачі, запис співвідношення між невідомим і відомими величинами у формі часткового рівняння.

На третьому етапі здійснюються такі дії:

- аналітичне, графічне або чисельне розв'язання рівняння відносно невідомого;
- аналіз одержаного результату щодо його вірогідності й реальності, запис відповіді;
- узагальнення способів діяльності, які властиві даному типу фізичних задач, пошук інших шляхів розв'язку.

| Порядковий номер студента у групі | Перелік задач, що виконуються індивідуально [2]                              |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                | 18.1; 19.8; 19.16; 19.20; 19.35; 20.1; 20.16; 20.29; 21.1; 21.31.            |
| 2.                                | 18.2; 19.7; 19.15; 19.22; 19.36(a); 20.2; 20.17; 20.30; 21.2; 21.32.         |
| 3.                                | 18.3; 19.6; 19.21; 19.23; 19.36(б); 20.3; 20.18(a); 20.31; 21.3; 21.33.      |
| 4.                                | 18.4; 19.5; 19.20; 19.24; 19.36(в); 20.4; 20.19(a); 20.32(a); 21.4; 21.34.   |
| 5.                                | 18.5; 19.4; 19.19; 19.25; 19.37(a); 20.5; 20.20; 20.32(б); 21.5; 21.35.      |
| 6.                                | 18.6; 19.3(б); 19.18; 19.26; 19.37(б); 20.6; 20.18(б); 20.32(в); 21.6; 22.1. |
| 7.                                | 18.7; 19.3(5); 19.17; 19.27; 19.38; 20.7; 20.19(б); 20.32(г); 21.7(a); 22.2. |
| 8.                                | 18.8; 19.3(4); 19.16; 19.28; 19.39; 20.8; 20.21; 20.33(a); 21.7(б); 22.3.    |
| 9.                                | 18.9; 19.3(3); 19.15; 19.29(a); 19.40; 20.9; 20.22; 20.33(б); 21.8; 22.4.    |

|            |                                                                               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>10.</b> | 18.10; 19.3(2); 19.14; 19.29(6); 19.41; 20.10; 20.23; 20.33(в); 21.9; 21.31.  |
| <b>11.</b> | 18.11; 19.3(1); 19.13; 19.30; 19.20; 20.11; 20.24; 20.33(г); 21.10; 21.32.    |
| <b>12.</b> | 18.12; 19.2; 19.12; 19.31; 19.21; 20.12; 20.25; 20.33(д); 21.11; 21.33.       |
| <b>13.</b> | 18.13; 19.1(в); 19.11; 19.32; 19.22; 20.13; 20.26; 20.33(е); 21.12; 21.34.    |
| <b>14.</b> | 18.14; 19.1(б); 19.10; 19.33; 19.23; 20.14; 20.27; 20.33(ж); 21.13(а); 21.35. |
| <b>15.</b> | 18.15; 19.1(а); 19.9; 19.34; 19.24; 20.15; 20.28; 20.34; 21.13(б); 21.31.     |

*\* завдання виконуються в окремому зошиті з детальним поясненням до кожної задачі.*

## 9. Методи навчання

Навчальні лекції, проведення практичних занять, консультації, діагностика знань, умінь і навичок, організація самостійної та індивідуальної роботи.

## 10. Методи контролю

Поточний контроль теоретичних знань шляхом проведення фізичних диктантів, тестів, самостійних робіт, усного опитування тощо; оцінювання розв'язування задач на практичному занятті; оцінювання письмових перевірочних робіт; оцінювання підсумкових модульних контрольних робіт.

## 11. Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточне тестування та самостійна робота |        |      |        |       |        |           |             |                    |        |      |        |       |        |           |             |              | Екзамен | Сума |        |
|-----------------------------------------|--------|------|--------|-------|--------|-----------|-------------|--------------------|--------|------|--------|-------|--------|-----------|-------------|--------------|---------|------|--------|
| Змістовий модуль 1                      |        |      |        |       |        | Колокв. 1 | Контр. р. 1 | Змістовий модуль 2 |        |      |        |       |        | Колокв. 2 | Контр. р. 2 | Індив. завд. |         |      |        |
|                                         |        |      |        |       |        |           |             |                    |        |      |        |       |        |           |             |              |         |      |        |
| Т1                                      |        | Т2   |        | Т3-Т4 |        |           |             | Т5                 |        | Т6   |        | Т7-Т8 |        |           |             | наяв.        |         |      | захист |
| тест                                    | задачі | тест | задачі | тест  | задачі | тест      | задачі      | тест               | задачі | тест | задачі | тест  | задачі | наяв.     | захист      |              |         |      |        |
| 2                                       | 2      | 2    | 2      | 2     | 2      | 5         | 5           | 2                  | 2      | 2    | 2      | 2     | 2      | 5         | 5           | 10           | 6       | 40   | 100    |

T1, T2 ... T8 – теми передбачені на опанування.

### Критерії оцінювання:

За кожен тему під час роботи на **практичному занятті** студент має можливість отримати 4 бали (2 бали (фіздиктант / тест) + 2 бали (розв'язування задач)):

- ✓ Критерії оцінювання *фіздиктанту (тести)* оцінюються за сумою правильних відповідей.
- ✓ Критерії оцінювання відповідей студентів (*розв'язування задач*) на практичному занятті:

I. Початковий рівень (0,5 бал). Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент уміє розрізняти поняття, величини, явища, одиниці вимірювання з даної теми, розв'язувати завдання за допомогою викладача лише на відтворення основних алгоритмів, формул; здійснювати найпростіші математичні дії.

II. Середній рівень (1 бали). Необхідні практичні навички роботи з засвоєним матеріалом сформовані в основному рівні. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент розв'язує типові завдання (за зразком), виявляє здатність обґрунтовувати деякі логічні кроки за допомогою викладача.

III. Достатній рівень (1,5 бала). Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з

одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи не грубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент самостійно розв'язує типові завдання з даної теми, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язання.

IV. Високий рівень (2 бали). Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Має сформовані міцні практичні навички. Уміє самостійно аналізувати, оцінювати, узагальнювати опанований матеріал, самостійно добирати та користуватися джерелами інформації. Студент самостійно розв'язує комбіновані типові завдання стандартним або оригінальним способом, розв'язує нестандартні завдання.

*При оцінюванні відповіді студентом на теоретичне питання (колоквіум) оцінюються:*

висвітлення логічно відповідає змісту питань курсу; знання фактів до визначених елементів теорії та їх узагальнення; знання принципів і постулатів; виражати власну точку зору стосовно аналізу елементів курсу та наукового світогляду людства; вміння застосовувати знання в новій ситуації.

Завдання, яке одержує студент складає два теоретичних запитання.

I. Початковий рівень (1 бал). Теоретичний зміст курсу засвоєний лише фрагментарно. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент за допомогою викладача описує поняття, явища, процеси тощо або їх частини у зв'язаному вигляді без пояснення їх суттєвих ознак; називає поняття, явища, процеси; розрізняє позначення окремих величин. Зокрема, зазначена кількість балів ставиться, якщо в роботі допущено багато помилок, які показують низький рівень підготовки студента, не розуміння ним сутності фізичних явищ, не знання основних питань загальної фізики. Таким чином, оцінюється відповідь, що складає логічно не зв'язані фрагментарні відомості, які не дозволяють судити про розуміння суті відповіді; відсутність знань законів, постулатів і їх математичних виразів; невміння аналізувати зміст, складати план розв'язку.

II. Середній рівень (2-3 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєний частково. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків і наведенням доведень; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент може зі сторонньою допомогою пояснювати суть понять, явищ, процесів; виправляти допущені неточності (власні, інших студентів); виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул). Зокрема, зазначена кількість балів ставиться, якщо в завданнях допущені суттєві помилки, або друге завдання не виконано. При цьому перше завдання має бути виконане повністю, з усіма необхідними поясненнями. Таким чином, оцінюється відповідь, в якій лише відтворено основні постулати й принципи, на яких ґрунтується зміст відповідей без математичного виведення лише фрагментарним описом окремих елементів. До задачі обґрунтовано зміст і визначено основні закони, постулати, теорії, що лежать в основі змісту й розв'язку.

III. Достатній рівень (4 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи не грубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок. Зокрема, зазначена кількість балів ставиться за умови, якщо під час виконання завдань допущені деякі недоліки, які загалом не впливають на загальний результат. Крім того, якщо під час виконання одного з завдань допущені помилки, але в тому випадку, якщо інші виконані бездоганно. Таким чином, оцінюється результат діяльності студента, коли неповне відтворення відповіді, пов'язане з випущенням або нерозумінням одного-двох положень, постулатів, принципів і невмінням визначити їх за довідниками, посібниками. Допущення однієї помилки при розв'язуванні задачі, використання необґрунтованого прийому чи способу.

IV. Високий рівень (5 балів). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Студент вільно володіє вивченим програмовим матеріалом, уміло послуговується науковою термінологією, вміє опрацьовувати наукову інформацію; вміє самостійно поставити мету дослідження, знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до поставленої мети, вказує шляхи її реалізації; робить аналіз та висновки. Зокрема, зазначена кількість балів ставиться за умови виконання всіх завдань. Відповідь на теоретичне завдання повинна бути повною, необхідно чітко сформулювати фізичне поняття відповідно до орієнтовних планів, навести приклади, що його підтверджують, дати чітке формулювання фізичної величини, закону чи залежності, де це поняття використовується в оцінці об'єкту вивчення. Отже, студент: виявляє правильне розуміння змісту розглядуваних елементів теорії і закономірностей, дає точне визначення і тлумачення основних понять, законів і теорій, а також правильне визначення математичних і фізичних величин, будує відповідь за власним планом, супроводжує розповідь власними прикладами, вміє застосувати знання в новій ситуації, при виконанні практичних завдань; може встановити зв'язок між матеріалом, що вивчається, і раніше вивченим.

**Критерії оцінювання письмових контрольних робіт:**

I. Початковий рівень (1 бал). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язано правильно не більше 25 % завдань. В інших задачах допущені грубі помилки, які показують, незадовільне засвоєння теоретичного матеріалу і не дають можливості правильно розв'язати задачу. Також зазначена кількість балів ставиться, коли правильно записана коротка умова задачі та наведений рисунок до всіх запропонованих у контрольній роботі задач.

II. Середній рівень (2-3 бали). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли повністю і правильно розв'язано 50 % задач. Або у всіх завданнях (за умови правильного записання короткої умови задачі та наведення рисунку) допущені помилки, які впливають на правильний загальний розв'язок задачі. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вміє розв'язувати задачі і вправи на 1-3 кроки репродуктивного характеру.

III. Достатній рівень (4 бали). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язані всі задачі, які винесені на контрольну роботу, але в розв'язках окремих задач допущені незначні описки, які суттєво не впливають на загальний розв'язок, який за своєю суттю повинен бути правильний. Запропонована кількість балів також ставиться, коли повністю і з хорошим поясненням розв'язано 75 % задач, які винесені на контрольну роботу, а 25 % завдання розв'язані неповністю, але у решті задач відсутні навіть незначні помилки. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент засвоїв теоретичний матеріал, може самостійно розв'язувати задачі на 4 й більше логічних кроків репродуктивного характеру.

IV. Високий рівень (5 балів). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент правильно розв'язав усі задачі, які винесені на домашнє завдання, тобто за основними питаннями курсу загальної фізики, які підлягають контролю згідно даної навчальної програми. Логічно і послідовно представлений за етапами розв'язок задач з відповідним поясненням, правильно виконані всі математичні перетворення в логічній послідовності, правильно зроблене чисельне обрахування результатів у вибраній системі одиниць (як правило, в системі СІ). Зроблено перевірку одержаного результату. Наведена логічна і ґрунтовна відповідь. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вільно володіє теоретичним матеріалом (законами, формулами), що проявляється у самостійному розв'язку задач на 4 й більше логічних кроків.

**Критерії оцінювання виконання студентами індивідуальних завдань (максимум 10 балів):**

I. Початковий рівень (1-2 бал). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язано правильно не більше 25 % завдань. В інших задачах допущені грубі помилки, які показують, незадовільне засвоєння теоретичного матеріалу і не дають можливості правильно розв'язати задачу. Також зазначена кількість балів ставиться, коли правильно записана коротка умова задачі та наведений рисунок до всіх запропонованих у контрольній роботі задач.

II. Середній рівень (3-5 бали). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли повністю і правильно розв'язано 50 % задач, які винесені на індивідуальне завдання. Або у всіх завданнях допущені помилки,

які впливають на правильний загальний розв'язок задачі. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вміє розв'язувати задачі і вправи на 1-3 кроки репродуктивного характеру.

**III. Достатній рівень** (6-8 балів). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язані всі задачі, які винесені на індивідуальне завдання. Запропонована кількість балів також ставиться, коли повністю і з хорошим поясненням розв'язано 75 % задач, які винесені на індивідуальне завдання, а 25 % завдання розв'язані неповністю, але у решті задач відсутні навіть незначні помилки. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент засвоїв теоретичний матеріал, може самостійно розв'язувати задачі на 4 й більше логічних кроків репродуктивного характеру.

**IV. Високий рівень** (9-10 балів). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент правильно розв'язав усі задачі, які винесені на індивідуальне завдання. Логічно і послідовно представлений за етапами розв'язок задач з відповідним поясненням, правильно виконані всі математичні перетворення в логічній послідовності, правильно зроблене чисельне обрахування результатів у вибраній системі одиниць (як правило, в системі СІ). Зроблено перевірку одержаного результату. Наведена логічна і ґрунтовна відповідь. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вільно володіє теоретичним матеріалом (законами, формулами), що проявляється у самостійному розв'язку задач на 4 й більше логічних кроків.

*Захист індивідуального завдання* оцінюється за критеріями оцінювання вміння розв'язувати задачі під час практичних занять.

*Кінцевий результат* обчислюється як сумарний бал за всі модулі (діє система накопичення балів).

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

| 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                                                      |                                                             |
| 74-81                                        | C           |                                                            |                                                             |
| 64-73                                        | D           | задовільно                                                 |                                                             |
| 60-63                                        | E           |                                                            |                                                             |
| 35-59                                        | FX          | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 0-34                                         | F           | незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни |

### 12. Методичне забезпечення

Навчально-методичний комплекс, навчальні посібники, довідники, тлумачні словники, методичні рекомендації до лабораторних робіт:

- Царенко О.М. Лабораторний практикум з курсу загальної фізики: [навч.-метод. посібник] / Царенко О.М. та ін. – Кіровоград: РВВ КДПУ імені Володимира Винниченка, 2014. – Ч. 5. Квантова фізика. – 86 с.

### 13. Рекомендована література

#### Базова

1. Бушок Г. Ф. Курс фізики: [навч. посібн.] / Г. Ф. Бушок, Е. Ф. Венгер. – К.: Вища шк., 2003. – Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра. – 311 с.
2. Волькинштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики: [учебн. пос.] / Волькинштейн В. С. – [11-е изд., перераб.] – М.: Наука, Главн. ред. физ.-мат. лит., 1985. – 384 с.
3. Кучерук І. М. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика: [навч. посібн.] / Кучерук І. М., Дущенко В. П. – К.: Вища шк., 1991. – 463 с.
4. Сборник задач по общему курсу физики / Под ред. Цедрика М. С. – М.: Просвещение, 1989. – 271 с.
5. Сергієнко В.П. Фізика: підруч. [для підготов. відділень вищ. навч. закл.] / В.П. Сергієнко, М.І. Садовий, О.М. Трифонова. – [2-ге вид.] – Кіровоград: ПП «Ексклюзив Систем», 2008. – 698 с.

6. Шут М. І. Загальна фізика. Програма навчальної дисципліни для студентів вищих педагогічних закладів освіти / М. І. Шут, І. Т. Горбачук, В. П. Сергієнко. – К.: НПУ, 2005. – 48 с.
7. Яворський Б. М., Детлаф А. А. і ін. Курс фізики. Т.І, II, III. – К.: Вища школа, 1970. – 356 с., 499 с., 410 с.

#### **Допоміжна**

8. Савельев И. В. Курс общей физики. Т.І,II,III. – М.: Физматизд, 1986. – 432 с., 496 с., 318 с.
9. Вакуленко М.О. Фізичний тлумачний словник / М.О. Вакуленко, О.В. Вакуленко. – Режим доступу: [www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/.../cgiirbis\\_64.exe](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/.../cgiirbis_64.exe).
10. Сивухин Д.В. Общий курс физики: [учеб. пос.: для вузов. в 5 т.] / Сивухин Д.В. – [4-е изд., стереот.] – М.: Наука, 1980. – Т. IV. Оптика. – 752 с.
11. Физическая энциклопедия: [в 5-ти т.] / под ред. А.М. Прохорова. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1988.

#### **14. Інформаційні ресурси:**

1. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/index.html>
2. [http://booksobzor.info/estestvoznание\\_nauchnotehnicheskaja\\_literatura](http://booksobzor.info/estestvoznание_nauchnotehnicheskaja_literatura)
3. <http://newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/>
4. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/elementary.htm>
5. <http://www.alleng.ru/edu/phys9.htm>
6. <http://ufn.ru/ru/articles/1967/>
7. <http://physicsbooks.narod.ru/Learn.html?>
8. [www.n-t.org](http://www.n-t.org)