

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

Факультет природничо-географічний

Кафедра природничих наук та методик їхнього навчання



*Теоретична фізика:
математичні методи фізики*

СИЛАБУС

2019–2020 навчальний рік

Силабус – це персоніфікована програма викладача для навчання студентів із кожного предмета, що оновлюється на початок кожного навчального року.

Силабус розробляється відповідно до освітньо-професійної програми підготовки фахівця відповідного рівня та згідно навчального і робочого навчального планів, з врахуванням логічної моделі викладання дисципліни.

Силабус розглянутий на засіданні кафедри природничих наук та методик їхнього навчання.

Протокол від «29» серпня 2019 року № 1

Завідувач кафедри _____ (Н.В. Подопрігора)
(підпис) (ініціали та прізвище)

Розробник: доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри природничих наук та методик їхнього навчання Н.В. Подопрігора

Назва дисципліни	Теоретична фізика: математичні методи фізики
Викладач (-і)	Подопрігора Наталія Володимирівна
Профайл викладача (-ів)	https://www.cuspu.edu.ua/ua/kafedra-khimii/zahalna-informatsiia/sklad-kafedri/9500-podopryhora-nataliia-volodymyrivna
Контактний тел.	+380506527422
E-mail:	npodoprygora@ukr.net
Консультації	Очні консультації: за попередньою домовленістю П'ятниця з 14.00 до 15.00 Онлайн консультації: за попередньою домовленістю Viber (+380506527422) в робочі дні з 9.30 до 17.30

ЗМІСТ

СИЛАБУС	1
1. Опис навчальної дисципліни	3
2. Мета та завдання навчальної дисципліни	3
3. У результаті вивчення навчальної дисципліни у студента мають бути сформовані такі компетентності:	6
4. Тематичний план навчальної дисципліни	6
5. Зміст дисципліни. Календарно-тематичний план для денної форми здобуття освіти	10
6. Література для вивчення дисципліни.....	15
7. Політика виставлення балів. Вимоги викладача.....	15
8. Індивідуальні завдання.....	18
9. Підсумковий контроль	19

Назва дисципліни	Теоретична фізика: математичні методи фізики
Спеціальність	014.15 Середня освіта (Природничі науки)
Освітньо-професійна програма	Середня освіта (Природничі науки)
Рівень вищої освіти	бакалавр
Форма здобуття освіти	денна
Курс	2
Семестр	3

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни
Тип дисципліни	нормативна
Кількість кредитів –	3
Блоків (модулів) –	1
Загальна кількість годин –	90
Тижневих годин для денної форми навчання:	2
Лекції	18 год.
Практичні, семінарські	18 год.
Самостійна робота	54 год.
Вид підсумкового контролю:	залік
Сторінка дисципліни на сайті університету	https://www.cuspu.edu.ua/ua/kafedra-khimii/osvitnia-diiialnist/perelik-navchalnykh-dystsyplin
Зв'язок з іншими дисциплінами.	Дисципліна «Теоретична фізика: математичні методи фізики» вивчається у тісному дидактичному зв'язку із дисциплінами циклу професійної підготовки (загальна фізика, методика навчання фізики та природничих наук), засвоєння яких необхідно майбутнім учителям фізики та природничих наук для професійної та подальшої освітньої діяльності. Здатність студентів застосовувати знання та вміння сформовані під час вивчення математичних методів фізики в подальшому є основою для вивчення інших розділів теоретичної фізики: теоретична механіка, електродинаміка й основи спеціальної теорії відносності, квантова механіка, термодинаміка і статистична термодинаміка тощо

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Програма вивчення дисципліни «Теоретична фізика: математичні методи фізики» складена відповідно до навчальної програми дисципліни «Теоретична фізика» освітньо-професійної програми «Середня освіта (Природничі науки)» підготовки бакалаврів за спеціальністю 014.15 «Середня освіта (Природничі науки)». **Метою дисципліни** «Теоретична фізика: математичні методи фізики» є формування

інтегрованої динамічної комбінації знань і умінь для вивчення студентами теоретичних та методологічних засад математичної фізики відповідно до структури предметної (спеціальної фахової) компетентності з математичних методів фізики. Теоретична фізика, як навчальна дисципліна, згідно робочого навчального плану підготовки бакалаврів спеціальності 014 «Середня освіта (Природничі науки)» (2019–2020 н.р.) розробленого для студентів, які вступали на навчання на основі повної загальної середньої освіти, є нормативною дисципліною циклу професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук, фізики, хімії, біології основної школи. Структурована система знань, розумінь, умінь, здатностей та інших компетенцій з дисципліни забезпечує формування відповідної предметної (спеціальної фахової) компетентності – **математичної компетентності з фізики (МКФ)** в структурі професійної компетентності майбутніх фахівців, їхню теоретичну і практичну підготовку, сприяючи формуванню цілісного бачення світу, виробленню наукового підходу до аналізу проблем оточуючого світу; теоретичного та критичного мислення під час тлумачення фізичних явищ та процесів засобами математичного моделювання. Під час викладання дисципліни звертати особливу увагу на те, що процес формування **МКФ** передбачає забезпечення **готовності і здатності** студентів до математичного моделювання фізичних систем, явищ або процесів у фізичній системі з погляду законів або принципів фізики в межах існуючих теоретичних схем у навчальній та професійній діяльності, що сприятиме формуванню та розвитку загальних та спеціальних фахових компетентностей у подальшій освітній діяльності студентів, зокрема, щодо розуміння цілісної математичної бази до вивчення курсу теоретичної фізики, здатності до якісного обговорення проблем і завдань при вивченні визначених змістом програми математичних методів дослідження фізичних явищ і процесів. У процесі організації освітньої діяльності студентів орієнтуватись, перш за все, на кінцевий результат, визначаючи основні його цілі, – навчальну, дидактичну, розвивальну і виховну для забезпечення діагностично поставленої мети, а також, враховуючи можливість управління освітньою діяльністю студентів, щодо формування основних складників МКФ (когнітивного, діяльнісного та особистісного).

Завдання вивчення дисципліни: Розглянути ряд фізичних систем, явищ і процесів, що вивчались у шкільному курсі фізики та вивчаються в курсі загальної фізики, використовуючи методи математичного моделювання, створюючи у студентів цілісне уявлення про науковий підхід у дослідженні природи за допомогою математичних методів фізики.

Види діяльності студентів: **пізнавальна** – інтелектуальні розумові дії, висування гіпотез, побудова моделей, аналіз, синтез, узагальнення, встановлення на відповідність експерименту, висновки; **загально-навчальна** – пошук інформації, робота з літературою та іншими джерелами інформації, навички спілкування в колективній діяльності; **особистісно орієнтована** – пошук індивідуального змісту і цілей навчання теоретичної 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 освітніх 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 та теоретичного характеру, а також визначаються завдання підвищеної складності, виконання і деталізація яких здійснюється під час практичних занять та в процесі самостійної роботи студентів.

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 теоретичної 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 теоретичної фізики і найважливіших алгоритмів дій. Другим етапом є розвивальне навчання, що базується на творчій самостійній діяльності студентів.

Організаційний компонент технології засвоєння змісту навчальних модулів із курсу теоретичної фізики є сукупністю різноманітних форм і методів організації освітнього процесу: лекційних, практичних занять і самостійної роботи: підготовка теоретичного матеріалу та розв'язування домашніх задач за темами практичних занять, підготовка до колоквиумів з теоретичних питань курсу, виконання індивідуальних завдань згідно визначеного плану, підготовка та виконання підсумкових контрольних робіт за двома змістовими модулями «Теоретична механіка» та «Електродинаміка».

Аудиторна робота включає в себе: лекції, практичні заняття:

Проведення лекційних занять із теоретичної фізики передбачає: вивчення, поглиблення, розширення і засвоєння теоретичного матеріалу: організація освітньої діяльності за принципом теоретичного циклу пізнання природи «факти – модель – наслідки – експеримент»; реалізація дидактичного принципу генералізації теоретичних понять за схемою «основа – ядро – висновки, практичне застосування»; розширення наукового світогляду студентів; розвиток логічного, творчого і самостійного мислення; набуття досвіду оцінки меж застосування теоретичних схем, встановлення критеріїв виродження; набуття компетентностей теоретичного застосування наукових знань; розвиток теоретичного та критичного мислення, вольових характеристик особистості студента; активізація пізнавальної діяльності з використання інформаційних технологій навчання; застосування методів наукового теоретичного пізнання засобами математичного моделювання; формування і розвиток у студентів діалектичного мислення і предметного «фізичного» мислення; розкриття естетичного та логічного в фізиці: стрункості і краси математичної мови, чіткості і строгості, вишуканості багатьох її рішень і прийомів.

Проведення практичних занять передбачає: поглиблення, розширення і засвоєння теоретичного матеріалу: розв'язування задач за темами курсу для формування практичних умінь і навичок застосовувати теоретичні знання на практиці контекстного змісту – теоретичного, прикладного, інформаційного; реалізація дидактичного принципу взаємозв'язку навчання з практикою; набуття компетентностей практичного застосування наукових знань; розвиток абстрактно-логічного та теоретичного типів мислення, емоційно-вольових складників професійної компетентностей майбутнього вчителя фізики та природничих наук; розвиток умінь організовувати і виконувати самостійну освітню діяльність; використання практичних занять як однієї з ефективних форм перевірки свідомого, глибокого, міцного засвоєння теоретичних знань; закріплення, узагальнення і повторення навчального матеріалу.

Консультації як форма організації освітньої діяльності дозволяють розглянути та обговорити теоретичні питань програми, які винесені на самостійне опрацювання студентами, більше приділити уваги розв'язку задач, яким під час практичних занять не було приділено належної уваги та допомоги студентам, у яких виникли труднощі під час виконання індивідуальних завдань, виконання рефератів тощо.

3. У результаті вивчення навчальної дисципліни у студента мають бути сформовані такі компетентності:

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:

- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів);
- здатність діяти соціально відповідально та свідомо;
- здатність працювати в команді;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

Предметна (спеціальна фахова) компетентність – математична компетентність з фізики, з поміж складників якої виділено:

Когнітивний компонент – знання з предметної галузі:

- знання про предмет дослідження математичної фізики і її основні завдання на рівні математична теорія поля та теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних та новітні розділи математичної фізики, про її прикладне значення для галузі теоретичної фізики;
- знання елементів теорії на рівні математичної теорії поля про математичні моделі: *скалярного, векторного і тензорного полів*;
- володіння апаратом математичної теорії поля з: аналітичного й інваріантного представлення *скалярного, векторного і тензорного полів*; узагальнення цих правил у принципах суперпозицій фізичних полів; наочного (графічне) представлення скалярного і векторного полів, принципів суперпозиції тощо;
- володіння якісним аналізом графічних ліній скалярного і векторного полів на прикладному рівні математичного моделювання фізичних процесів;
- знання про *інваріанти* векторного і тензорного поля у тривимірному просторі, про головні напрямки тензора;
- володіння апаратом математичної теорії поля до пошуку інваріантів у процесі математичного моделювання фізичних процесів щодо узгодженості із принципом інваріантності у змісті фізичних теорій;

- *володіння* апаратом математичної теорії поля *щодо узагальнення* елементів знань у: аналітичній і інваріантній формах представлення диференціальних і інтегральних характеристик поля – градієнта скалярного поля; дивергенції, ротора, потоку, циркуляції векторного поля, обґрунтування їх фізичного змісту на засадах теорем Гауса і Стокса тощо;
- *знання* про декартову, циліндричну і сферичну системи координат, коефіцієнти Ламе та їх значення у прикладній галузі з фізики;
- *володіння* апаратом математичної теорії поля щодо обрахунку коефіцієнтів Ламе в декартовій, циліндричній та сферичній системах координат; диференціальних операції першого порядку у криволінійних координатах: градієнт, дивергенція, ротор;
- *знання* диференціальних і інтегральних форм теорем Гауса і Стокса у декартовій, циліндричній та сферичній системах координат;
- *володіння* апаратом математичної теорії поля щодо: обрахунку диференціальних операцій другого порядку через представлення основних операторів (Гамільтона, Лапласа, Д'аламбера) лінійної алгебри та їх представлення у декартовій, циліндричній і сферичній системах координат; отримання формул Гріна та їх застосування під час математичного моделювання фізичних процесів тощо;
- *володіння* апаратом теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних першого порядку, вміння його застосовувати до математичного моделювання фізичних процесів: класичної механіки, класичної і квантової електродинаміки, термодинаміки і статистичної фізики;
- *знання* про інваріантність змісту *рівняння неперервності* на рівні класичної і квантової електродинаміки як найбільш загальної форми представлення закону збереження електричного заряду;
- *знання* елементів теорії на рівні теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних щодо класифікації лінійних рівнянь у часткових похідних другого порядку;
- *володіння* апаратом теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних другого порядку щодо отримання канонічних форм представлення рівнянь: гіперболічного, параболічного і еліптичного типів та до математичного моделювання фізичних процесів, що приводять до цих типів рівнянь;
- *знання* про: умови постановки задачі поперечних коливань струни та уніфікаційну властивість хвильового рівняння для будь-якого хвильового процесу класичної і квантової фізики; *вміння* скласти хвильове рівняння як математичну модель таких коливань; *вміння* знаходити загальний і частинний розв'язки хвильового рівняння для випадків коливання струни: нескінченної довжини за методом Д'аламбера; скінченної довжини за метод Фур'є, як окремого випадку задачі Коші; *знання* про стоячі плоскі і сферичні хвилі тощо.
- *знання* про: умови постановки задачі з перенесення тепла в однорідному середовищі, зокрема у довгому тонкому стержні: вміння шукати його загальний розв'язок методом відокремлення змінних для рівнянь параболічного типу; *знання* про фізичний зміст функції джерела;
- *знання* про: умови постановки фізичних задач, що приводять до рівнянь еліптичного типу та приклади задач що приводять до *рівняння Лапласа*, зокрема стаціонарне теплове поле та постановку крайових задач про: потенціальний рух рідини; потенціал стаціонарного струму; потенціал електростатичного поля електростатичних зарядів; а також рівняння Лапласа у криволінійній системі координат, зокрема рівняння Лапласа у сферичній системі координат на рівні: рівняння Лежандра, *вміння* шукати його розв'язок у вигляді поліномів Лежандра, сферичних і кульових функції на прикладному рівні квантової механіки щодо визначення власних функцій та власних значень оператора орбітального моменту імпульсу для електрона у моделі атому гідрогену; поліномів Лагерра-Чебишева для радіальної складової хвильової функції моделі атому гідрогену; *знання* про умови постановки задачі для квантового гармонічного осциляторів, *вміння* шукати його розв'язок

у вигляді поліномів Ерміта; *знання* про рекурентні співвідношень та їх значення для визначення експериментально спостережуваних квантових станів систем: енергії, імпульсу, орбітального моменту імпульсу тощо; *вміння* наводити приклади фізичних задач що приводять до *рівняння Пуассона* та шукати його загальних розв'язок на засадах формул Гріна у класичній електродинаміці;

Діяльнісний компонент – *уміння і навички з досвіду освітньої діяльності з курсу, досвіду прояву як:*

- *здатність* застосовувати математичне моделювання до розв'язування навчальних задач курсу;
- *уміння* характеризувати і аналізувати математичні моделі фізики за узагальненими планами з погляду законів фізики та у межах існуючих теоретичних схем;
- *уміння систематизувати* навчальний матеріал та *володіння навичками* узагальнювального характеру щодо наслідків теоретичного аналізу математичних моделей теоретичної фізики;
- *уміння* співставляти результати теоретичного аналізу математичної моделі із можливими умовами її експериментальної перевірки щодо узгодженості із законами фізики та у межах існуючих теоретичних схем;
- *уміння* розв'язувати диференціальні рівняння математичної фізики за допомогою навчальних прикладних програмних засобів;
- *уміння* бачити цілісність поставленої навчальної фізичної задачі з метою відшукування раціонального методу її розв'язку.

Особистісний компонент – *мотиви, емоції, цінності, особистісне ставлення, навички самоорганізації, рефлексія:*

- *мотиви* освітньо-пізнавальної діяльності (пізнавальний інтерес до фізики);
- *рефлексивність* – *здатність* здійснювати самоконтроль, самооцінку і самоаналіз процесу навчально-пізнавальної діяльності з фізики та її результатів: *уміння* визначати цілі і завдання власної навчальної діяльності та забезпечувати їх ефективне і безпечне виконання; *здатність* організовувати власну навчальну діяльність як складову колективної роботи; *уміння* формувати орієнтовний план власних дій в умовах навчальної або професійної діяльності на основі усвідомлення мети роботи та її структури;
- *цінності* (здоров'я, знання як цінність) *здатність* діагностувати власні стани та почуття з метою забезпечення ефективної та безпечної діяльності, ставлення до предмета, усвідомлення значення знань з математичних методів фізики для розвитку науки;
- *здатність* до порівняння, узагальнення, абстрагування, аналізу, синтезу, класифікації, систематизації, алгоритмізації і ін. мисленнєвих операцій;
- *здатність* до спостереження, аналогії, індукції, дедукції, теоретичного і критичного мислення;
- *здатність* аналізувати і реферувати наукову інформацію щодо виконання дослідницьких навчальних завдань, курсових, дипломних і магістерських робіт у навчальній діяльності;
- *уміння* застосовувати комунікативні компетенції з метою ефективного виконання навчальних і професійних завдань з використанням засобів і методів усного спілкування, комунікативних прийомів тощо.

Програмними результатами навчання є:

Знання:

- демонструє знання та розуміння математичних методів фізики засобами математичного моделювання;
- знає і розуміє математичні методи фізики, що є основою вивчення курсу теоретичної фізики;

Уміння:

- аналізує фізичні явища і процеси, оперує базовими закономірностями природи на рівні сформованої природничо-наукової компетентності з погляду математичної фізики, її теоретичних основ, а також на основі відповідних математичних методів;
- розв’язує задачі різних рівнів складності курсу математичних методів фізики (математична теорія поля, а визначених програмою фізичних задач на складання та розв’язування диференціальних рівнянь у часткових похідних другого порядку);
- користується математичним апаратом фізики, використання математичних та числових методів, які часто застосовуються в теоретичній фізиці;
- самостійно вивчає нові питання математичної фізики за різноманітними інформаційними джерелами.

Комунікація:

- володіє основами професійної мовленнєвої культури при вивченні математичних методів фізики.

Автономія і відповідальність:

- усвідомлює соціальну значущість майбутньої професії, сформованість мотивації до здійснення професійної діяльності.

4. Тематичний план навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ФІЗИКИ

Змістовий модуль 1. Математична теорія поля

- Тема 1. Вступ. Предмет математичної фізики
- Тема 2. Математичні методи теорії поля. Скалярні поля і моделі фізичних систем
- Тема 3. Математичні методи теорії поля. Векторні поля
- Тема 4. Тензори та їх властивості
- Тема 5. Ортогональні вектори і тензори в тривимірному і багатовимірному евклідовому просторах
- Тема 6. Векторне поле і дивергенція векторного поля
- Тема 7. Ротор векторного поля
- Тема 8. Криволінійні координати
- Тема 9. Оператор Гамільтона

Змістовий модуль 2. Математичні рівняння фізики

- Тема 1. Класифікація лінійних рівнянь
- Тема 2. Рівняння гіперболічного типу
- Тема 3. Рівняння параболічного типу
- Тема 4. Рівняння еліптичного типу

5. Зміст дисципліни. Календарно-тематичний план для денної форми здобуття освіти

Тиж. / дата / год.	Тема, план	Форма діяльності (заняття)	Матеріали, література, ресурси в Інтернеті	Самостійна робота, завдання, год.	Вага оцінки, к-ть балів	Термін виконання
Модуль 1. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ФІЗИКИ						
Змістовий модуль 1. Математична теорія поля						
Тижд. 1 2 год.	Тема 1. Вступ: Предмет математичної фізики. Основне завдання математичної фізики. Способи вивчення математичних полів: математична теорія поля та теорія диференціальних рівнянь у часткових похідних	Лк – 1 год.	[6, 8, 11, 13, 16, 17, 24]	Історія розвитку математичної фізики – 1 год.		
Тижд. 1 7 год.	Тема 2. Математичні методи теорії поля. Скалярні поля і моделі фізичних систем. Скалярне поле. Похідна скалярного поля за напрямком. Лінії рівня. Градієнт скалярного поля. Векторне поле градієнта	Лк – 1 год.	[6, 8, 11, 13, 16, 17, 24]	Моделі фізичних систем скалярних полів – 4 год.		
	Градієнт Скалярне поле. Поверхні рівня. Градієнт Розв'язування задач в аудиторії: №№ 1, 2, 3, 8, 10	Пр – 2 год.	[16]	Розв'язування домашніх задач: №№ 4, 5, 9, 12	5*	
Тижд. 2 2 год.	Тема 3. Математичні методи теорії поля. Векторні поля. Аналітичне означення вектора. Векторні поля і їх диференціальна характеристика	Лк – 1 год.	[6, 8, 11, 13, 16, 17, 24]	Приклади фізичних задач: Відшукування густини середовища. Стаціонарне поле швидкостей – 1 год.		
Тижд. 2-3 4 год.	Тема 4. Тензори та їх властивості. Тензорна алгебра ортогональних афінних векторів II рангу: найбільш прості типи тензорів (нульовий, одиничний, симетричний, антисиметричний тензори, діада); сума двох тензорів; добуток тензора на число; лінійна комбінація двох тензорів; скалярний добуток тензора на вектор справа та зліва; скалярний добуток двох тензорів	Лк – 2 год.	[6, 8, 11, 13, 16, 17, 24]	Головні напрямки тензора. Інваріанти – 2 год.		

Тиж. / дата / год.	Тема, план	Форма діяльності (заняття)	Матеріали, література, ресурси в Інтернеті	Самостійна робота, завдання, год.	Вага оцінки, к-ть балів	Термін виконання
Тижд. 3 2 год.	Тема 5. Ортогональні вектори і тензори в тривимірному і багатовимірному евклідовому просторах	-	[6, 8, 11, 13, 16, 17, 24]	Вектори і тензори в n-вимірному просторі. Тензор деформації. Тензор напруг. Тензор інерції– 2 год.		
Тижд. 4-5 12 год.	Тема 6. Векторне поле і дивергенція векторного поля. Потік вектора. Дивергенція векторного поля (інваріантне та аналітичне означення). Оператор набла. Фізичний зміст дивергенції векторного поля. Теорема Гауса (доведення)	Лк – 2 год.	[6, 8, 11, 13, 16, 17, 24]	Приклади розрахунку дивергенції плоских векторних полів – 6 год.		
	Векторне поле. Векторні лінії поля. Дивергенція векторного поля Розв'язування задач в аудиторії: №№ 34, 35, 36, 39, 41, 48	Пр – 2 год.	[16]	Розв'язування домашніх задач: №№ 37, 38, 42, 46	5*	
	Потік векторного поля. Формула Остроградського Розв'язування задач в аудиторії: №№ 50, 52, 53, 54	Пр – 2 год.	[16]	Розв'язування домашніх задач: №№ 51, 55, 57	5*	
Тижд. 6-7 11 год.	Тема 7. Ротор векторного поля. Циркуляція векторного поля по замкненому контуру. Вихор вектора навколо певного напрямку в даній точці. Ротор векторного поля (інваріантне та аналітичне означення). Теорема Стокса про циркуляцію змінного вектора вздовж довільного замкненого контура (формулювання)	Лк – 2 год.	[6, 8, 11, 13, 16, 17, 24]	Теорема Стокса про циркуляцію змінного вектора вздовж довільного замкненого контура (доведення). Приклади застосування – 7 год.		
	Ротор векторного поля Розв'язування задач в аудиторії: №№ 73, 74 (а, б), 76	Пр – 2 год.	[16]	Розв'язування домашніх задач: №№ 74 (в, г, д), 75	5*	

Тиж. / дата / год.	Тема, план	Форма діяльності (заняття)	Матеріали, література, ресурси в Інтернеті	Самостійна робота, завдання, год.	Вага оцінки, к-ть балів	Термін виконання
Тижд. 8-9 4 год.	Лінійний інтеграл і циркуляція векторного поля. Формула Стокса Розв'язування задач в аудиторії: №№ 77, 79, 80, 82, 83	Пр – 4 год.	[16]	Розв'язування домашніх задач: №№ 78, 81, 84, 85	5*	
Тижд. 10 9 год.	Тема 8. Криволінійні координати. Приклади криволінійних систем координат: циліндрична; сферична. Коефіцієнти Ламе. Значення коефіцієнтів Ламе в декартовій, циліндричній та сферичній системі координат. Основні диференціальні операції в криволінійних координатах: градієнт, дивергенція, ротор	Лк – 2 год.	[6, 8, 11, 13, 16, 17, 24]	Приклади фізичних задач на застосування основних диференціальних операцій в криволінійних координатах: градієнт, дивергенція, ротор – 7 год.		
Тижд. 11 2 год.	Похідна скалярного поля за напрямком у циліндричних та сферичних координатах Розв'язування задач в аудиторії: №№ 94 (а), 95 (а, б), 96 (а), 97 (а)	Пр – 2 год.	[16]	Розв'язування домашніх задач: №№ 94(б), 96 (б), 97 (б)	5*	
Тижд. 11 2 год.	Дивергенція і потік векторного поля в циліндричних і сферичних координатах Розв'язування задач в аудиторії: №№ 99, 100, 102, 103	Пр – 2 год.	[16]	Розв'язування домашніх задач: №№ 101, 104, 106	5*	
Тижд. 12 2 год.	Ротор і лінійний інтеграл векторного поля в циліндричних і сферичних координатах Розв'язування задач в аудиторії: №№ 118 (а, б), 119 (а, б), 120, 123	Пр – 2 год.	[16]	Розв'язування домашніх задач: №№ 118 (в, г), 119 (в, г), 121	5*	
Тижд. 11 3 год.	Тема 9. Оператор Гамільтона. Диференціальні операції другого порядку	Лк – 1 год.	[6, 8, 11, 13, 16, 17, 24]	Формули Гріна – 2 год.		
Тижд. 12-13 1 год.	Колоквіум №1 з математичної теорії поля	підсумковий контроль	Запитання до колоквіуму в НМК	Обґрунтування 2-х теоретичних питань курсу за темами модуля 1 – 1 год. Розподіл балів: по 5 балів за кожне питання	10	**

Тиж. / дата / год.	Тема, план	Форма діяльності (заняття)	Матеріали, література, ресурси в Інтернеті	Самостійна робота, завдання, год.	Вага оцінки, к-ть балів	Термін виконання
Тижд. 12-13 1 год.	Модульна контрольна робота №1 з математичної теорії поля	підсумковий контроль	Завдання за варіантами в НМК	Виконання тестових та розрахункових задач з математичної теорії поля (за варіантами) – 1 год. Розподіл балів: (10 балів): 20 тестових запитань – по 0,2 балу; 1 теоретичне завдання – 2,5 бали; 2 прості розрахункові задачі – по 1 балу; 1 задача середнього рівня складності – 1,5 бали	10	**
Змістовий модуль 2. Математичні рівняння фізики						
Тижд. 14 4 год.	Тема 1.Класифікація лінійних рівнянь. Класифікація лінійних рівнянь у частинних похідних II порядку та їх зведення до канонічного вигляду. Канонічні форми лінійних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Фізичні задачі, які приводять до рівнянь в частинних похідних. Приклади фізичних задач, що приводять до лінійних рівнянь	Лк – 2 год.	[1-5, 7, 9, 12, 14-16, 18, 20-22]	Класифікація рівнянь другого порядку з багатьма незалежними змінними. Нелінійні рівняння математичної фізики. Поняття про інтегральні рівняння у фізиці – 2 год.		
Тижд. 15 4 год.	Тема 2.Рівняння гіперболічного типу. Найпростіші фізичні задачі, що приводять до рівнянь гіперболічного типу – коливання струни. Коливання струни. Поперечні коливання струни і хвильове рівняння. Коливання струни нескінченної довжини. Метод Д'аламбера. Окремий випадок задачі Коші	Лк – 2 год.	[1-5, 7, 9, 12, 14-16, 18, 20-22]	Коливання струни скінченної довжини. Метод Фур'є (метод відокремлення змінних). Загальний розв'язок хвильового рівняння. Стоячі хвилі. Плоскі і сферичні хвилі – 2 год.		
Тижд. 16 4 год.	Тема 3.Рівняння параболічного типу. Рівняння теплопровідності, його окремі випадки. Метод відокремлення змінних для рівнянь параболічного типу	Лк – 2 год.	[1-5, 7, 9, 12, 14-16, 18, 20-22]	Функція джерела. Рівняння теплопровідності для довгого тонкого стержня, загальний розв'язок – 2 год.		

Тиж. / дата / год.	Тема, план	Форма діяльності (заняття)	Матеріали, література, ресурси в Інтернеті	Самостійна робота, завдання, год.	Вага оцінки, к-ть балів	Термін виконання
Тижд. 16 4 год.	Тема 4.Рівняння еліптичного типу	Лк – 2 год.	[1-5, 7, 9, 12, 14-16, 18, 20-23]	Задачі, що приводять до рівняння Лапласа. Рівняння Лапласа в криволінійній системі координат. Рівняння Лапласа в сферичних та циліндричних координатах. Відтворювальна функція і поліноми Лежандра. Формула Родріга. Рекурентні співвідношення. Рівняння Лежандра. Розв'язування рівняння Лежандра. Сферичні і кульові функції. Поліноми Лагерра. Метод функцій Гріна. Рівняння Пуассона для електростатичного потенціалу та його загальний розв'язок. Задача про одновимірний гармонічний осцилятор. – 4 год.		
Тижд. 17 2 год.	Колоквіум №1 з математичних рівнянь фізики	підсумковий контроль	Запитання до колоквіуму в НМК	Обґрунтування 2-х теоретичних питань курсу з математичних рівнянь фізики – 1 год. Розподіл балів: по 5 балів за кожне питання	10	**
	Модульна контрольна робота №2 з математичних рівнянь фізики	підсумковий контроль	Завдання за варіантами в НМК	Виконання тестових завдань (за варіантами) – 1 год. Розподіл балів: (10 балів): 50 тестових запитань – по 0,2 бали	10	**
Тижд.1 17 8 год.	Захист домашніх та індивідуальних задач	підсумковий контроль	[16, 19]	Захист виконаних домашніх задач (ДЗ) за темами практичних занять та задач згідно з планом індивідуальних завдань (ІДЗ) – 8 год. Розподіл балів: Виконання ДЗ – 30 задач по 1 балу за кожну; Виконання ІДЗ – 8 задач по 3 бали за кожну + 1 бал за захист	30 (ДЗ); 25 (ІДЗ)	**
Усього 90 год.		Лк – 18 год. Пр – 18 год.		54 год.	100	

Примітки (позначення і скорочення): * – середній бал (СБ) – середня оцінка за всі практичні заняття, обрахована за національною шкалою (2, 3, 4, 5), 2 є незадовільною оцінкою і потребує обов'язкового перескладання; ** – всі форми поточної звітності мають бути складені за тиждень до екзамену згідно графіку освітнього процесу; ДЗ – задачі для самостійного розв'язування вдома за планом практичних занять ІДЗ – індивідуальні завдання для самостійного виконання за індивідуальним планом:

6. Література для вивчення дисципліни

Методичне забезпечення дисципліни представлено навчальною та робочою програмами дисципліни, підручниками, навчальними посібниками, навчально-методичним комплексом дисципліни (посібник за змістом курсу лекцій та практичних занять, перелік запитань для самоконтролю під час підготовки до практичних занять, завдання для підготовки до модульних контрольних робіт, тематика рефератів для підвищення рейтингу, перелік питань для підготовки до колоквиумів, захисту самостійно вивченого теоретичного матеріалу тощо):

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ФІЗИКИ

1. Араманович И.Г. Уравнения математической физики / И.Г.Араманович, В.И. Левин. – М.: Наука, 1969. – 288 с.
2. Арнольд В. И. Некоторые нерешенные задачи теории дифференциальных уравнений математической физики / В. И. Арнольд // Успехи математических наук – 1989. – № 44 (4). – 191–192.
3. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Арнольд В. И. – М. : Наука, 1984. – 336 с.
4. Арнольд В.И. Математические методы классической механики / В.И.Арнольд. – М. : Наука, 1989. – 472 с.
5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики / В.С.Владимиров. – М. : Наука, 1981. – 512 с.
6. Зельдович Я.Б. Элементы математической физики / Я.Б.Зельдович, А.Д.Мьшкис. – М. : Гл. ред. физ–мат. лит. изд-ва «Наука», 1973. – 351 с.
7. Курант Р. Уравнения с частными производными / Р. Курант, [пер. с англ.]. – М. : Мир, 1964. – 843 с.
8. Курант Р. Методы математической физики: в 2-х томах / Р. Курант, Д.Гильберт, [пер. с англ.]. – М. : Гостехиздат, 1951. – Т 1. –1951. – 525 с.
9. Курант Р. Методы математической физики: в 2-х томах / Р. Курант, Д.Гильберт, [пер. с англ.]. – М. : Гостехиздат, 1951. – Т 2. –1951. – 620 с.
10. Мартинсон Л. К. Дифференциальные уравнения математической физики: Учеб. для вузов / Л. К. Мартинсон , Ю. И. Малов. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 368 с. – (Серия «Математика в техническом университете»; вып. 12).
11. Морс Ф. Методы теоретической физики: в 2-х томах / Ф. Морс, Г.Фешбах., [пер. с англ.]. – М. : Издательство иностранной литературы, 1958. – Т.1. –1958.– 975 с.
12. Морс Ф. Методы теоретической физики: в 2-х томах / Ф. Морс, Г.Фешбах., [пер. с англ.]. – М. : Издательство иностранной литературы, 1958. – Т.2. – 1960. – 897 с.
13. Несис Е.И. Методы математической физики: [учебн. пособие для студентов физ–мат. фак. пед. ин–тов]. / Е.И.Несис. – М.: Просвещение, 1977. – 199 с.
14. Перестюк М. О. Теорія рівнянь математичної фізики : [підручник для студ. фіз.-мат. та інжен. спец. ун-тів] / М. О. Перестюк, В. В. Маринець. – Київ : Либідь, 2006. – 424 с.

15. Плянин А.Д. Справочник по нелинейным уравнениям математической физики: точные решения / А.Д.Плянин, В.Ф.Зайцев. – М. : Физматлит, 2002. – 432 с.
16. Подопригора Н.В. Математичні методи фізики : навч. посібник / Н.В. Подопригора, О.М. Трифонова, М.І. Садовий. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2012. – 300 с.
17. Самарский А. А. Математическое моделирование : Идеи. Методы / Самарский А. А., Михайлов А. П. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 120 с.
18. Свізинський А. Математичні методи теоретичної фізики / А.Свізинський. – К. : Вищ. шк., 1998. – 162 с.
19. Семянистый В.И. Задачник–практикум по математической теории поля / В.И.Семянистый, В.В.Цукерман. – М. : Просвещение, 1976. – 136 с.
20. Соболев С.Л. Уравнения математической физики / С.Л.Соболев. – М. : Наука, 1966. – 444 с.
21. Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / А.Н.Тихонов, А.А.Самарский. – М. : Наука, 1983. – 728 с
22. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления / Фихтенгольц Г. М. – [в 3-х т.]. – М. : Фізматліт, 2001. – Т. 1. – 616 с. – Т. 2. – 810 с. – Т. 3. – 662 с.
23. Фон Нейман Дж. Математические основы квантовой механики / Джон фон Нейман. – М. : Наука, 1964. – 367 с.
24. Шутц Б. Геометрические методы математической физики / Б. Шутц. – М. : Мир, 1995. – 304 с.

7. Політика виставлення балів. Вимоги викладача

ПІДСУМКОВИЙ РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ з курсу теоретичної фізики: математичні методи фізики

Таблиця 7

Поточне оцінювання та самостійна робота						Залік	
Лекційно-теоретичний модуль		Практичний модуль			Самостійно-практичний модуль		100
K1	K2	МКР1	МКР2	СБ	ДЗ	ІДЗ	
10	10	10	10	5	30	25	

Примітки: Оцінювання проводиться за видами навчальної діяльності: К – колоквиум (2 завдання по 5 балів); МКР – модульна контрольна робота (10 балів за структурою завдання); СБ – середній бал за всі практичні заняття за національною шкалою (2, 3, 4, 5, де 2 – незадовільна оцінка, яка підлягає перескладанню); ДЗ – виконання та захист домашніх задач (30 задач по 1 балу за задачу); ІДЗ – виконання та захист індивідуальних завдань (8 задач по 3 балів за задачу + 1 бал за захист).

Поточний контроль здійснюється шляхом проведення усного та письмового опитування (на колоквиумах та практичних заняттях, захист індивідуальних та домашніх задач), перевірка письмових робіт (модульних контрольних робіт, домашніх та індивідуальних задач), колективне обговорення (запитань, що виносяться на самостійне опрацювання студентами, рефератів і ін.)

Норми оцінювання усних відповідей:

При оцінюванні усної відповіді студентом оцінюються:

- висвітлення логічно відповідає змісту питань курсу;
- знання фактів до визначених елементів теорії та їх узагальнення;
- знання й висвітлення теоретичних результатів;
- знання понять і характеристик математичних величин;
- уміння пов'язувати зміст питань курсу математичних методів фізики;
- висловлювати власну точку зору стосовно аналізу елементів курсу;
- вміння застосувати знання в новій ситуації.

Завдання, яке одержує студент **на колоквіумі** складає одне усне запитання до висвітлення логічно завершеного елемента теорії із застосуванням математичного апарату:

5 балів ставиться тоді, коли студент: виявляє правильне розуміння змісту завдання і закономірностей, дає точне визначення і тлумачення основних понять, законів і теорій, а також правильне визначення величин, будує відповідь за власним планом, супроводжує розповідь власними прикладами, вміє застосувати знання в новій ситуації, при виконанні практичного завдання; може встановити зв'язок між матеріалом, що вивчається, і раніше вивченим.

4 балів студент одержує в разі неповного відтворення відповіді, пов'язане з випущенням або нерозумінням одного-двох положень, правил, закономірностей і невмінням визначити їх за довідниками, посібниками. Допущення однієї помилки при розв'язуванні задачі, використання необґрунтованого прийому чи способу.

3 бали оцінюється відповідь, у якій лише відтворено основні поняття й означення, на яких ґрунтується зміст відповідей без математичного виведення лише фрагментарним описом окремих елементів. До задачі обґрунтовано зміст і визначено основні закономірності, правила, що покладено в основу змісту й розв'язку.

У 0 балів оцінюється відповідь, що складають логічно не зв'язані фрагментарні відомості, які не дозволяють судити про розуміння суті відповіді; відсутність знань понять, означень величин і їх математичних виразів; невміння аналізувати зміст, складати план розв'язку задачі.

Оцінювання письмових робіт:

5 балів ставиться тоді, коли студент вільно володіє теоретичним матеріалом (законами, формулами), що проявляється у самостійному розв'язку задач на 4 й більше й більше логічних кроків.

4 балів ставиться тоді, коли студент засвоїв теоретичний матеріал, може самостійно розв'язувати задачі на 4 й більше логічних кроків репродуктивного характеру.

3 балів ставиться тоді, коли студент вміє розв'язувати задачі і вправи на 1-3 кроки репродуктивного характеру.

У всіх інших випадках відповідь оцінюється у **0 балів**.

При оцінюванні письмових робіт враховується частка завдання, яка виконана вірно.

Політика виставлення балів. Кожна оцінка виставляється відповідно до розроблених викладачем та заздалегідь оголошених студентам критеріїв, а також мотивується в індивідуальному порядку на вимогу студента; у випадку нездачі студентом завдання бали за нього не

нараховуються. Лекції не відпрацьовуються, але інформація отримана під час лекційних занять значно спрощує підготовку до практичних занять, колоквиуму, контрольної роботи, екзамену. Враховуються середній бал (3, 4, або 5) отримані на практичних заняттях під час поточного опитування з теоретичних питань та під час розв'язування задач. Передбачена можливість виконання реферату на задану тему для підвищення рейтингової підсумкової оцінки (3, 4, або 5 балів). Ураховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичних занять, вчасне виконання домашніх завдань; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; несвоєчасне виконання поставленого завдання й ін. У разі несвоєчасного виконання передбачених робочою навчальною програмою завдань, студент зобов'язаний повністю виконати завдання і здати його викладачу. Форму і час відпрацювання студент та викладач взаємопогоджують.

Політика академічної поведінки та доброчесності (плагіат, поведінка в аудиторії). Не допускаються жодні форми порушення академічної доброчесності. Конфліктні ситуації мають відкрито обговорюватись в академічних групах з викладачем, необхідно бути толерантним, поважати думку інших. Плагіат та інші форми нечесної роботи неприпустимі. Недопустимі підказки і списування у ході практичних занять, контрольних роботах, на іспиті. Норми академічної етики: дисциплінованість; дотримання субординації; чесність; відповідальність; робота в аудиторії з відключеними мобільними телефонами.

Вимоги викладача. Викладач ставить студентам систему вимог та правил поведінки студентів на заняттях, доводить до їх відома методичні рекомендації щодо виконання колоквиуму. Усе це сприяє високій ефективності освітнього процесу і є обов'язковою для дотримання студентами.

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання з курсу теоретичної фізики: теоретична механіка та електродинаміка мають на меті перевірити компетентності студента самостійно розв'язувати фізичні задачі за змістом навчальної програми курсу, теоретичні основи яких були розглянуті на лекціях та під час вивчення самостійно, у тому числі сформованих практичних умінь розв'язувати задачі на практичних заняттях.

8.1. Перелік задач визначається за номером в журналі академічної групи.

№ з/п*	Номери індивідуальних задач за збірником: Подопригора Н.В. Математичні методи фізики : навч. посібник / Н.В. Подопригора, О.М. Трифонова, М.І. Садовий. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2012. – 300 с.							
1.	4	21	37	70	74 (в)	92	109	129
2.	5	22	38	71	74 (г)	93	110	130
3.	6	23	40	56	74 (д)	95 (в)	111	131
4.	7	24	42 (а)	72	75	96 (б)	112	132
5.	11 (а)	25	42 (б)	58	76	97 (б)	113	133
6.	11 (б)	26	42 (в)	59	78	98	114	132
7.	11 (в)	27	43 (а)	60	80	101	115	131

№ з/п*	Номери індивідуальних задач за збірником: Подопригора Н.В. Математичні методи фізики : навч. посібник / Н.В. Подопригора, О.М. Трифонова, М.І. Садовий. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2012. – 300 с.							
8.	12	28	43 (б)	61	81	104	116	130
9.	13	29	43 (в)	62	84	105	117	129
10.	14	30	44	63	85	106 (1)	121	128
11.	15	31	45	64	86	106 (2)	122	127
12.	16	32	46	65	87	106 (3)	124	126
13.	17	33	47	66	88	106 (4)	125	109
14.	18	4	41	67	89	106 (5)	126	110
15.	19	5	48	68	90	107	127	111
16.	20	6	49	69	91	107	128	112

Завдання виконуються в окремому зошиті з детальним поясненням до кожної задачі.

8.2. Теми рефератів на задану тему (для підвищення рейтингу):

Модуль 1. Математичні методи фізики

1. Основні задачі математичної фізики.
2. Основні методи математичної фізики.
3. Елементи математичної статистики.
4. Метод відокремлення змінних та його застосування.
5. Узагальнені гіперболічні та сферичні функції.
6. Нелінійні рівняння математичної фізики.
7. Рівняння Лежандра, функції та поліноми Лежандра.
8. Математичні проблеми механіки частинок і систем.
9. Математичні проблеми механіки суцільного середовища.
10. Математичні проблеми теорії відносності.
11. Математичні проблеми термодинаміки.
12. Математичні проблеми гравітації і астрофізики.
13. Математичні проблеми геофізики.
14. Математичні проблеми квантової теорії.
15. Математичні проблеми оптики та електродинаміки.
16. Математичні проблеми рідини і газу.

9. Підсумковий контроль

Кінцевий результат обчислюється як сумарний бал за всі види підсумкового контролю згідно розподілу балів зазначеному в таблиці 7 (діє система накопичення балів). Якщо студент набрав хоча **60 балів** він одержує підсумкову оцінку автоматично. Студенти, які на час закінчення теоретичного курсу навчання не набрали рейтингу 60 балів добирають необхідну кількість балів за рахунок написання рефератів, або перескладання колоквиуму, захисту домашніх та/або індивідуальних завдань, модульних контрольних робіт тощо.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для заліку
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

У випадку отримання менше 60 балів (FX, F в ЄКТС) за результатами семестрового контролю, студент обов'язково здійснює перескладання для ліквідації заборгованості.