

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і методики викладання

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Основи векторного і тензорного аналізу**

Спеціальність **104. Фізика та астрономія**
Галузь знань 10. Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від “29” серпня 2019 р.

м. Івано-Франківськ – 2019

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Основи векторного і тензорного аналізу
Викладач (-і)	професор, доктор фізико-математичних наук Климишин Іван Антонович
Контактний телефон викладача	0673927169
E-mail викладача	i.klymyshchyn@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Семестровий
Обсяг дисципліни	3 кредити
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	щотижня
2. Анотація до курсу	
<p>Курс векторного і тензорного аналізу є базовою математичною дисципліною, яка розвиває математичний апарат, необхідний для різних розділів теоретичної фізики та сприяє формуванню у майбутнього фізика поняття про векторні поля, диференціальні операції над векторними полями, інтегральні теореми для векторних полів, тензори та алгебраїчні операції над ними, перетворення систем координат, диференціальні операції над тензорами.</p> <p>Для вивчення дисципліни необхідні знання з таких розділів математики: математичний аналіз, лінійна алгебра, аналітична геометрія.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Мета: детальний розгляд апарату векторного і тензорного аналізу необхідного для вивчення теоретичної фізики.</p> <p>Завдання: навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач теоретичної фізики.</p> <p>У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:</p> <p style="padding-left: 20px;">знати</p> <ul style="list-style-type: none"> - основні методи векторного і тензорного аналізу; <p style="padding-left: 20px;">вміти</p> <ul style="list-style-type: none"> - вміти застосовувати методи для дослідження системи в криволінійних і інших системах координат. <p>Мета проведення лекцій.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Розглянути основні методи векторного і тензорного аналізу, викласти найбільш важливі моменти курсу, окреслити об'єм самостійної роботи. <p>Завдання проведення лекцій.</p> <p style="padding-left: 20px;">У результаті проведення лекцій студенти повинні:</p> <p style="padding-left: 20px;">знати</p> <p>основні теоретичні положення, можливості використання аналізу для застосування при розв'язуванні конкретних задач.</p> <p style="padding-left: 20px;">вміти</p> <p>вміти формулювати теоретичні положення, використовувати для розв'язування задач.</p> <p>Мета проведення практичних (семінарських, лабораторних) занять.</p> <p>Навчити застосовувати векторний і тензорний аналіз для розв'язування конкретних задач.</p> <p>Завдання проведення практичних (семінарських), лабораторних занять.</p> <p>У результаті проведення практичних (семінарських, лабораторних) занять студенти повинні:</p> <p style="padding-left: 20px;">знати</p> <ul style="list-style-type: none"> - основні методи розв'язування задач з використанням векторного і тензорного аналізу. <p style="padding-left: 20px;">вміти</p> <ul style="list-style-type: none"> - застосувати векторний і тензорний аналіз для розв'язування конкретних задач. 	

4. Результати навчання (компетентності)
Інтегральна компетентність
Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов
Загальні компетентності
<p>K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>K02. Здатність застосовувати знання у практичній ситуаціях.</p> <p>K04. Здатність бути критичним і самокритичним.</p> <p>K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.</p> <p>K07. Навички здійснення безпечної діяльності.</p> <p>K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>K10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.</p> <p>K11. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.</p> <p>K15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.</p> <p>K16. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, вміння застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури;</p> <p>K17. Здатність до пошуку, опрацювання та узагальнення професійної та науково-технічної інформації, робити усні та письмові звіти, популяризувати сучасні фізичні концепції серед нефакхівців.</p>
Спеціальні (фахові) компетентності
<p>K18. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.</p> <p>K19. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.</p> <p>K20. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.</p> <p>K21. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.</p> <p>K22. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.</p> <p>K23. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.</p> <p>K24. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.</p> <p>K25. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.</p> <p>K26. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.</p> <p>K27. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.</p> <p>K28. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.</p> <p>K29. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.</p>

К30. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

К31. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

К32. Здатність застосовувати основні фізичні теорії і методи теоретичної фізики для опису фізичних законів і конкретних фізичних явищ.

К33. Здатність застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури.

К35. Здатність визначати оптимальні умови виконання експерименту для досягнення поставленої фізичної мети і формулювати технічні вимоги до компонентів експериментальної методики

К36. Здатність приймати участь в розробці нових методів і методичних підходів в науково-інноваційних дослідженнях та інженерно-технологічній діяльності.

К37. Здатність використовувати знання іноземної мови для вивчення наукової фізичної літератури та у професійному спілкуванні з іноземними колегами.

Очікувані програмні результати навчання

ПР02. Знати і розуміти фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій, та методи дослідження властивостей речовин і матеріалів.

ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПР04. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу

Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	14
практичні	16
самостійна робота	60

Ознаки курсу

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий
III	Фізика і астрономія	II	нормативний

Тематика курсу

Тема, план	Форма заняття	Літера- тура	Завдання, год.	Вага оцінки	Термін виконання
------------	------------------	-----------------	-------------------	----------------	---------------------

Змістовий модуль 1. Векторний аналіз

Тема 1. Прямокутна система координат. Перетворення прямокутних координат точки. Декартовий базис. Перетворення компонент вектора. Перетворення інверсії. Скалярний, векторний та мішаний добутки векторів.	лекція/ практична	1, 3,8	Розв'язування задач , тестові завдання 3 год.	10	II тиждень навчання
Тема 2. Скалярне поле. Поверхня рівня. Похідна функції по напрямку. Градієнт скалярної функції. Оператор набла. Потенціальне векторне поле. Лінійний інтеграл від вектора. Циркуляція.	лекція/ практична	2, 3,5,8	Розв'язування задач , тестові завдання 4 год.	10	IV тиждень навчання

Поверхневий інтеграл. Потік векторного поля. Дивергенція вектора.					
Тема 3. Векторне поле. Векторні лінії. Похідна від вектора по напрямку.	лекція/ практична/	2, 4, 8, 9	Розв'язування задач , тестові завдання 3 год.	10	VI тиждень навчання
Тема 4. Інтегральні теореми. Інтегральна теорема Остроградського-Гауса. Інтегральна теорема Стокса. Оператор Лапласа. Рівняння Лапласа. Типи векторних полів. Потенціальне векторне поле. Соленоїдальне векторне поле	лекція/ практична/	1,6,9	Розв'язування задач , тестові завдання 4 год.	10 Контрольна робота 10	VIII тиждень навчання
Змістовий модуль 2. Тензорний аналіз					
Тема 5. Косокутна система координат. Узагальнені проєкції та узагальнені складові вектора. Дуальний базис. Коваріантні та контраваріантні компоненти вектора. Поняття тензора. Метричний тензор у косокутній системі координат. Перетворення коваріантних та контраваріантних складових при переході від однієї косокутної системи координат до іншої. Диференціальні операції в косокутних координатах.	лекція/ практична/	3, 7, 8	Розв'язування задач , тестові завдання 4 год.	10	IX тиждень навчання
Тема 6. Вектори і тензори в косокутній системі координат. Властивості тензорів. Еліпсоїд тензора. Згортання тензорів. Тензор напружень. Диференціальні операції над тензорами.	лекція/ практична/	2,3,4,8	Розв'язування задач , тестові завдання 3 год.	10	XI тиждень навчання
Тема 7. Криволінійна система координат. Коефіцієнти Ляме. Тензори в криволінійних координатах. Градієнт скалярної функції в криволінійних координатах.	лекція/ практична/	1,3,6,8	Розв'язування задач , тестові завдання 3 год.	10	XIII тиждень навчання
Тема 8. Диференціальні операції в криволінійній системі координат. Дивергенція векторної функції в криволінійних координатах. Оператор Лапласа в криволінійних координатах. Ротор в криволінійних координатах.	лекція/ практична/	2,4,7,8	Розв'язування задач , тестові завдання 4 год.	10 Контрольна робота 10	XV тиждень навчання

6. Система оцінювання курсу	
Загальна система оцінювання курсу	<p><i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, практичних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи.</p> <p><i>Модульний контроль</i> (сума балів за окремий змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.</p> <p>Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення</p>

	розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал. <i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі заліку.
Вимоги до письмової роботи	Підсумкова письмова робота повинна містити теоретичні і (або) практичні завдання і передбачає усний захист. Підсумкова робота може виконуватися у формі тестових завдань з вибором правильної відповіді.
Практичні заняття	На практичних заняттях оцінюється: володіння основними поняттями і законами відповідної теми; участь у розв'язуванні задач, вміння самостійно розв'язувати задачі відповідної теми.
Умови допуску до підсумкового контролю	Залік виставляється за результатами семестрової роботи студента. Студенти, які бажають підвищити рейтингову оцінку, складають залік в письмовій формі з усним захистом згідно програми курсу.

7. Політика курсу

Протягом семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою студента застосовують дві контрольні роботи та оцінки за виконані і здані лабораторні роботи. Модульний контроль проводиться у письмовій формі під час практичних занять і включає завдання з декількох розділів лекційного курсу. Максимальний бал, який студент може отримати за всіма видами контролю – 100 балів. Студент повинен самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю. Вважається шахрайством дозволяти іншим копіювати вашу роботу, використання шпаргалок, копіювання іншого тесту, підглядання в роботу іншого студента, списування, використання підручника, зошита чи мобільного телефону під час написання модульної, підсумкової роботи чи захисту лабораторної роботи.

Не допускаються пропуски практичних.

У кінці семестру підраховується рейтинг за поточними видами контролю і підраховується загальний рейтинг, який переводиться в оцінку у відповідності до шкали оцінювання.

Розклад поточного контролю:

Модульний контроль (Колоквіуми) – 8 і 15 тижні.

Контрольні роботи – 7 і 14 тижні.

Оцінка студента формується таким чином:

1. Робота на практичних заняттях – максимально 20 балів за всі практичні заняття.
2. Підсумковий модульний контроль – максимально 40 балів (підсумковий контроль проводиться у письмовій формі з подальшим усним захистом).
3. Виконання контрольних робіт – максимально 40 балів

8. Рекомендована література

1. Борисенко А. И. Векторный анализ и начала тензорного исчисления / А. И. Борисенко, И. Е. Тарапов – Х.: Вища шк., 1986. – 216 с.
2. Гольдфайн И.А. Векторный анализ и теория поля. – М.: Физматгиз, 1962. – 132 с.
3. Кильчевский Н. А. Основы тензорного исчисления с применением в механике / Н. А. Кильчевский – К.: Наук. Думка, 1972. – 148 с.
4. Кованцов Н. И., Зражевская Г. М. и др. Дифференциальная геометрия, топология, тензорный анализ, сборник задач. — К.: Вища школа, 1982, 376с.
5. Кочин Н.Е. Векторное исчисление и начала тензорного исчисления. – М.: Наука, 1965. – 426с.
6. Краснов М. Л., Векторный анализ. — М.: Наука, 1978, 160 с.
7. Победря Б. Е., Лекции по тензорному анализу. — М.: Изд-во МГУ, 1986, 264с.
8. Сеньків М. Т., Векторний і тензорний аналіз. Львів: вид-во Львів. ун-ту, 1990, 148 с.
9. Схоутен Я.А. Тензорный анализ для физиков. – М.: Наука, 1965. – 455 с.

Викладач _____ Климшин І.А.