

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



**Фізико-технічний факультет**

**Кафедра фізики і методики викладання**

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Основи векторного і тензорного аналізу**

Рівень вищої освіти	<b>Перший (бакалаврський)</b>
Освітня програма	<b>Прикладна фізика та наноматеріали</b>
Спеціальність	<b>105 Прикладна фізика та наноматеріали</b>
Галузь знань	<b>10 Природничі науки</b>

Затверджено на засіданні  
кафедри фізики і методики викладання  
Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.

<b>1. Загальна інформація</b>	
Назва дисципліни	Основи векторного і тензорного аналізу
Освітня програма	Прикладна фізика та наноматеріали
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Галузь знань	10 Природничі науки
Освітній рівень	бакалавр
Статус дисципліни	нормативна
Курс / семестр	2/3
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	Лекції – 12 год. Практичні заняття – 18 год. Самостійна робота – 60 год.
Мова викладання	українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	<a href="https://www.d-learn.pnu.edu.ua">https://www.d-learn.pnu.edu.ua</a>

<b>2. Опис дисципліни</b>
<b>Мета та цілі дисципліни</b>
<p>Курс векторного аналізу є базовою дисципліною, яка розвиває математичний апарат, необхідний для різних розділів теоретичної фізики та сприяє формуванню у майбутнього фізика-викладача поняття про скалярні та векторні поля, диференціальні та інтегральні операції над векторами та тензорами, використання операторів для векторів, скалярів та тензорів, перетворення систем координат.</p> <p>Дисципліна ґрунтується на знаннях з математичного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії.</p> <p><b>Мета курсу:</b> детальний розгляд апарату векторного і тензорного аналізу необхідного для вивчення теоретичної фізики.</p> <p><b>Мета проведення лекцій.</b> розглянути основні методи векторного і тензорного аналізу, викласти найбільш важливі моменти курсу, окреслити об'єм самостійної роботи.</p> <p><b>Мета проведення практичних занять:</b> навчити застосовувати векторний аналіз для розв'язування конкретних задач.</p>
<b>Компетентності</b>
<p><b>Інтегральна компетентність</b></p> <p>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.</p>

### Загальні компетентності

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

### Спеціальні (фахові) компетентності.

СК17. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

СК20. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

СК21. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

### Програмні результати навчання

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.

## 3. Структура дисципліни

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1.	Тема 1. Прямокутна система координат. Перетворення прямокутних координат точки. Декартовий базис. Перетворення компонент вектора. Перетворення інверсії. Скалярний, векторний та мішаний добутки векторів.	Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку. Знає і розуміє умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень; фундаментальну математику та основи інформатики на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми; основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, сучасні тенденції в математиці. Розв'язує задачі різних рівнів складності з фізики і математики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює їх розв'язання учням. Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики, використовуючи математичні та сучасні цифрові інструменти, та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Тестові завдання,</li><li>• Завдання для індивідуальної роботи,</li><li>• Завдання для практичної роботи,</li><li>• Завдання для самостійної роботи</li><li>• Контрольні запитання,</li></ul>
2	Тема 2. Скалярне поле. Поверхня рівня.	Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання;	<ul style="list-style-type: none"><li>• Тестові завдання,</li><li>• Завдання для індивідуальної роботи,</li></ul>

	<p>Похідна функції по напрямку. Градієнт скалярної функції. Оператор набла. Потенціальне векторне поле. Лінійний інтеграл від вектора. Циркуляція.</p>	<p>місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку. Знає і розуміє умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень; фундаментальну математику та основи інформатики на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми; основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, сучасні тенденції в математиці. Розв'язує задачі різних рівнів складності з фізики і математики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює їх розв'язання учням. Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики, використовуючи математичні та сучасні цифрові інструменти, та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Завдання для практичної роботи,</li> <li>• Завдання для самостійної роботи</li> <li>• Контрольні запитання,</li> </ul>
3	<p>Тема 3. Векторне поле. Векторні лінії. Похідна від вектора по напрямку.</p>	<p>Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку. Знає і розуміє умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень; фундаментальну математику та основи інформатики на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми; основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, сучасні тенденції в математиці. Розв'язує задачі різних рівнів складності з фізики і математики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює їх розв'язання учням. Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики, використовуючи математичні та сучасні цифрові інструменти, та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тестові завдання,</li> <li>• Завдання для індивідуальної роботи,</li> <li>• Завдання для практичної роботи,</li> <li>• Завдання для самостійної роботи</li> <li>• Контрольні запитання,</li> </ul>

4	<p>Тема 4. Інтегральні теореми. Інтегральна теорема Остроградського- Гауса. Інтегральна теорема Стокса. Оператор Лапласа. Рівняння Лапласа. Типи векторних полів. Потенціальне векторне поле. Соленоїдальне векторне поле</p>	<p>Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку.</p> <p>Знає і розуміє умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень; фундаментальну математику та основи інформатики на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми; основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, сучасні тенденції в математиці.</p> <p>Розв'язує задачі різних рівнів складності з фізики і математики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює їх розв'язання учням.</p> <p>Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики, використовуючи математичні та сучасні цифрові інструменти, та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тестові завдання,</li> <li>• Завдання для індивідуальної роботи,</li> <li>• Завдання для практичної роботи,</li> <li>• Завдання для самостійної роботи</li> <li>• Контрольні запитання,</li> </ul>
5	<p>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.</p>	<p>Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку.</p> <p>Знає і розуміє умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень; фундаментальну математику та основи інформатики на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми; основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, сучасні тенденції в математиці.</p> <p>Розв'язує задачі різних рівнів складності з фізики і математики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює їх розв'язання учням.</p> <p>Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики, використовуючи математичні та сучасні цифрові інструменти, та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тестові завдання,</li> <li>• Завдання для індивідуальної роботи,</li> <li>• Завдання для практичної роботи,</li> <li>• Завдання для самостійної роботи</li> <li>• Контрольні запитання,</li> </ul>

6	<p>Тема 6. Вектори і тензори в косокутній системі координат. Властивості тензорів. Еліпсоїд тензора. Згорання тензорів. Тензор напружень. Диференціальні операції над тензорами.</p>	<p>Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку.</p> <p>Знає і розуміє умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень; фундаментальну математику та основи інформатики на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми; основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, сучасні тенденції в математиці.</p> <p>Розв'язує задачі різних рівнів складності з фізики і математики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює їх розв'язання учням.</p> <p>Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики, використовуючи математичні та сучасні цифрові інструменти, та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тестові завдання,</li> <li>• Завдання для індивідуальної роботи,</li> <li>• Завдання для практичної роботи,</li> <li>• Завдання для самостійної роботи</li> <li>• Контрольні запитання,</li> </ul>
7	<p>Тема 7. Криволінійна система координат. Коефіцієнти Ляме. Тензори в криволінійних координатах. Градієнт скалярної функції в криволінійних координатах.</p>	<p>Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання; місце і зв'язки в системі наук, етапи розвитку.</p> <p>Знає і розуміє умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень; фундаментальну математику та основи інформатики на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми; основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, сучасні тенденції в математиці.</p> <p>Розв'язує задачі різних рівнів складності з фізики і математики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює їх розв'язання учням.</p> <p>Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики, використовуючи математичні та сучасні цифрові інструменти, та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тестові завдання,</li> <li>• Завдання для індивідуальної роботи,</li> <li>• Завдання для практичної роботи,</li> <li>• Завдання для самостійної роботи</li> <li>• Контрольні запитання,</li> </ul>

4. Система оцінювання курсу	
Накопичування балів під час вивчення дисципліни	
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Лекція	5
Практичні роботи	75
Самостійна робота	10
Індивідуальне завдання	0
Залік	10
Максимальна кількість балів	100

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу																	
Види навчальної роботи	Навчальні тижні																Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Лекції	1		1		1		1		1								5
Практичні р-ти		10		10		10		10		10		10	10	5			75
Самостійна р-та															10		10
Індивідуальні завдання																	0
Залік															10		10
Всього за тиждень	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10		10	10	5	20		100



**Примітка:** не рекомендується на один тиждень планувати кілька форм контролю.

Критерії оцінювання за 100-бальною шкалою:

- *90-100 балів* – Студент вільно володіє навчальним матеріалом; висловлює свої думки; творчо виконує індивідуальні та колективні завдання; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань; вільно використовує нові інформаційні технології для поповнення власних знань; комунікативні уміння та навички сформовані на високому рівні; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання і оцінити результати власної практичної діяльності; виконує завдання, не передбачені навчальною програмою; вільно використовує знання для розв'язання поставлених перед ним завдань.
- *70-89 балів* – Студент вільно володіє навчальним матеріалом, застосовує знання на практиці; узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускає незначні граматичні помилки у порівняннях, формулюванні висновків, застосуванні теоретичних знань на практиці; за зразком самостійно виконує практичні завдання, передбачені програмою; має стійкі навички виконання завдань.
- *50-69 балів* – Студент володіє навчальним матеріалом поверхово, фрагментарно; на рівні запам'ятовування відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків; знайомий з основними поняттями навчального матеріалу; комунікативні уміння та навички сформовані частково; під час відповіді допускаються суттєві граматичні помилки; має елементарні нестійкі навички виконання завдань; планує та виконує частину завдань за допомогою викладача.
- *Менше 50 балів* – У студента не сформовані комунікативні уміння та навички;

студент допускає велику кількість граматичних помилок, що ускладнює розуміння; студент не володіє навчальним матеріалом; виконує лише елементарні завдання, потребує постійної допомоги викладача.

<b>6. Ресурсне забезпечення</b>	
Матеріально-технічне забезпечення	Мультимедіа (відеофайли, електронні ресурси унаочнень)
Література:	
<p><b>Базова</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сеньків М. Т., Векторний і тензорний аналіз. Львів: вид-во Львів. ун-ту, 1990, 148 с.</li> <li>2. Грищенко Ю.О., Нагнибіда М.І., Настасієв П.П. Теорія функцій комплексної змінної. Розв'язування задач. – Київ: Вища школа, 1994.</li> <li>3. Крєневич А.П., Ловейкін А.В. Методичні вказівки до практичних занять із дисципліни "Векторний аналіз та теорія поля" для студентів механікоматематичного факультету спеціальності "Механіка" – Київ: ВПЦ "Київський Університет", 2012.</li> <li>4. Романенко І.Б., Крєневич А.П. "Векторний аналіз та теорія поля". Навчально-методичні вказівки до практичних занять. – Київ: ВПЦ "Київський Університет", 2008.</li> <li>5. Сеньків, М. Т. Векторний і тензорний аналіз: текст лекцій / М. Т. Сеньків. – Л. : РВВ Львів. ун-ту, 1991. – 146 с.</li> <li>6. Сова, Г. В. Кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли. Векторний аналіз: навч. посібник / Г. В. Сова. – Х. : ХТУРЕ, 1997. – 220 с.</li> </ol>	

<b>7. Контактна інформація</b>	
Кафедра	Кафедра фізики та методики викладання <a href="https://ktef.pnu.edu.ua/">https://ktef.pnu.edu.ua/</a>
Викладач	<b>Бойчук Володимира Михайлівна</b> доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізики та методики викладання
Контактна інформація викладача	 <a href="mailto:Volodymyra.boichuk@pnu.edu.ua">Volodymyra.boichuk@pnu.edu.ua</a>  <a href="#">Персональна сторінка викладача на сайті кафедри</a>
<b>8. Політика курсу</b>	
Академічна доброчесність	Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів університету:



	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <a href="#">Кодекс честі ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»</a></li> <li>➤ <a href="#">Положення про запобігання академічному плагіату та іншим порушенням академічної доброчесності у навчальній та науково дослідній роботі студентів ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».</a></li> <li>➤ <a href="#">Положення про Комісію з питань етики та академічної доброчесності ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».</a></li> <li>➤ <a href="#">Положення про запобігання академічному плагіату у ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”.</a></li> <li>➤ <a href="#">Склад комісії з питань етики та академічної доброчесності ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”.</a></li> <li>➤ <a href="#">Лист МОН України “До питання уникнення проблем і помилок у практиках забезпечення академічної доброчесності”.</a></li> </ul> <p>Ознайомитися з даними положеннями та документами можна за посиланням: <a href="https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/">https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/</a></p>
Пропуски занять (відпрацювання)	<p>Можливість і порядок відпрацювання пропущених студентом занять регламентується <a href="#">«Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” ( введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) (див. стор. 4.)</a>.</p> <p>Ознайомитися з положенням можна за посиланням: <a href="https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/">https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</a></p>
Виконання завдання пізніше встановленого терміну	<p>У разі виконання завдання студентом пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження ситуації з викладачем, оцінка за завдання - «незадовільно», відповідно до <a href="#">«Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” ( введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) – стор. 4-5.</a></p> <p>Ознайомитися із положенням можна за посиланням: <a href="https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/">https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</a></p>
Невідповідна поведінка під час заняття	<p>Невідповідна поведінка під час заняття регламентується рядом положень про академічну доброчесність (див. вище) та може призвести до відрахування здобувача вищої освіти (студента) «за порушення навчальної дисципліни і правил внутрішнього розпорядку вищого закладу освіти», відповідно до п.14 «Відрахування студентів» <a href="#">«Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів вищих закладів освіти»</a> - ознайомитися із положенням можна за посиланням: <a href="https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/">https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні-документи/polozhenja/</a></p>
Додаткові бали	<p>Отримання додаткових балів за дисципліною можливе в разі виконання індивідуальних завдань, попередньо узгоджених з</p>

	<p>викладачем. Перелік індивідуальних завдань міститься у навчальній програмі до курсу.</p> <p>Також за рішенням кафедри студентам, які брали участь у науково-дослідній роботі (роботі конференцій, студентських наукових гуртків та проблемних груп, підготовці публікацій), а також були учасниками олімпіад, конкурсів, можуть присуджуватися додаткові бали <a href="#">«Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ “Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника ” ( введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) – стор. 3.</a></p>
Неформальна освіта	<p>Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується <a href="#">«Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора №819 від 29.11.2019) - <a href="https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні_документи/polozhenja/">https://nmv.pnu.edu.ua/нормативні документи/polozhenja/</a></a></p>

Викладач

Володимира БОЙЧУК