

ОСНОВИ ВЕКТОРНОГО І ТЕНЗОРНОГО АНАЛІЗУ (осінній семестр)

Викладач: кандидат фіз.-мат. наук, доцент, Красікова Ірина Володимирівна
Кафедра: кафедра фундаментальної та прикладної математики, I корпус, ауд. 21
E-mail: studfmznu@gmail.com
Телефон: (050) 514-54-85
Інші засоби зв'язку: Viber, WhatsApp, Telegram – (050) 514-54-85

Освітня програма, рівень вищої освіти		Прикладна фізика, бакалавр					
Статус дисципліни		Обов'язкова					
Кредити ECTS	3	Навч. рік	2023-24	Рік навчання	2	Тижні	14
Кількість годин	90	Кількість змістових модулів¹ 4		Лекційні заняття – 14 год. Практичні заняття – 28 год. Самостійна робота – 48 год.			
Вид контролю	Залік						
Посилання на курс в Moodle		https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=1453					
Консультації:		час проведення: <i>середа 12:55,</i> місце проведення: <i>при очному навчанні – I корпус, ауд. 21; при дистанційному навчанні – Moodle</i>					

ОПИС КУРСУ

Векторний і тензорний аналіз є математичним апаратом, що дозволяє представити в найбільш загальній і компактній аналітичній формі основні операції над багатокомпонентними величинами, які застосовуються при дослідженні різних проблем геометрії й фізики. Особливе значення векторний і тензорний аналіз має в механіці і фізиці, де за його допомогою основні рівняння й закони набувають вигляд, незалежний від системи координат. Застосування тензорного апарату дозволяє уникнути основних труднощів, що виникають при постановці просторових задач механіки, пов'язаних з необхідністю повторення складних і громіздких викладок у кожному окремому випадку, і більш того, цей апарат допомагає узагальнити методи розв'язання задач. Це дозволяє створити універсальні методи, алгоритми й програми для вирішення різних проблем не тільки механіки, а й багатьох прикладних наук таких як гідромеханіка, аеродинаміка, електротехніка, радіоелектроніка, біохімія, електромагнетизм, хімія. Крім того, треба зауважити, що всі тензорні операції дуже легко й ефективно програмуються на універсальних алгоритмічних мовах для ЕОМ. Це обумовлює застосування тензорного апарату в чисельних методах.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Основи векторного і тензорного аналізу» є оволодіння теоретичними основами навчальної дисципліни й формування умінь застосовувати набуті знання для вирішення прикладних завдань зі спеціальності «Прикладна фізика та наноматеріали».

Основними **завданнями** вивчення навчальної дисципліни «Основи векторного і тензорного аналізу» є:

¹ 1 змістовий модуль = 15 годин (0,5 кредита ECTS)



- оволодіння основними поняттями та методами векторного і тензорного аналізу, необхідними для застосування у ряді галузей знань;
- засвоєння основних теоретичних відомостей і набуття практичних вмінь і навичок розв’язування основних типів задач;
- опанування навичками знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій;
- набування вміння використовувати методи векторного і тензорного аналізу для опису фізичних об’єктів та процесів.

Змістове наповнення курсу, що викладається на лекційних і практичних заняттях та засвоюється студентом під час самостійної роботи, забезпечує набуття компетентностей:

- (ЗК 2) Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- (ЗК 3) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- (ЗК 5) Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- (ЗК 6) Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
- (ЗК 8) Навички міжособистісної взаємодії.
- (ЗК 9) Здатність працювати автономно.
- (СК 5) Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп’ютерних технологій.
- (СК 6) Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.
- (СК 7) Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.
- (СК 8) Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.
- (СК 9) Здатність брати участь у плануванні методики проведення та матеріального забезпечення експериментів та лабораторних досліджень.
- (СК 11) Здатність брати участь у обробленні та оформленні результатів експерименту.
- (СК 12) Здатність розуміти і використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу станів та властивостей фізичних систем.
- (СК 13) Здатність використовувати знання про фізичну природу об’єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів.

ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв’язанні практичних проблем прикладної фізики (P03).
- Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації (P06).
- Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики (P07).
- Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово (P08).
- Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні (P11).
- Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі у розв’язанні екологічних проблем (P12).



У разі успішного завершення курсу студент зможе:

- знаходити контраваріантні і коваріантні компоненти вектора;
- знаходити компоненти вектора і тензора в новому базисі;
- виконувати операції над векторами і тензорами;
- знаходити основні характеристики скалярних і векторних полів;
- користуватись інтегральними теоремами векторного аналізу;
- знаходити скалярний потенціал потенціального поля;
- знаходити векторний потенціал соленоїдального поля;
- знаходити потік тензорного поля.

ОСНОВНІ НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ

Посилання на базові підручники, список рекомендованої літератури (з посиланнями на електронні ресурси, розміщені в базі наукової бібліотеки ЗНУ), матеріали до лекцій, практичні завдання, тестування, умови до індивідуальних завдань та методичні рекомендації до них розміщені на платформі Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=1453>

КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

Поточні контрольні заходи:

Практична самостійна робота проводиться на практичному занятті і містить задачі, розв'язання яких не вимагає багато часу та дає можливість перевірити опанування основними практичними навичками. Робота містить 2 задачі, загальна максимальна оцінка становить не більше 5 балів.

Тестування (теоретичне або практичне) проводиться або на аудиторному занятті, або на платформі Moodle. Воно містить до 10 питань різного рівня складності, загальна максимальна оцінка становить 5-10 балів.

Контрольна робота містить 3-4 задачі та оцінюється у 10 балів. Виконується на практичному занятті наприкінці вивчення декількох змістовних модулів.

Підсумкові контрольні заходи:

Залік проводиться в **тестовій формі** та складається із питань з різних змістових модулів. За тестування можна отримати 20 балів.

Індивідуальне завдання складається з 12 задач. Розв'язані з детальними поясненнями задачі оформлюються в окремому зошиті. Строк захисту кожного завдання – наступний тиждень після завершення вивчення відповідної теми. Умови індивідуальних завдань і рекомендації до виконання індивідуального завдання знаходяться на сторінці курсу у Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=7837>. Максимальна оцінка за індивідуальне завдання становить 20 балів.

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Силабус навчальної дисципліни



Контрольний захід		Термін виконання	% від загальної оцінки
Поточний контроль (max 60%)			
Змістовий модуль 1	Тест 1	Практичне заняття 3	10
	Практична самостійна робота	Практичне заняття 4	5
Змістовий модуль 2	Тест 2	Практичне заняття 7	5
	Контрольна робота 1	Практичне заняття 8	10
Змістовий модуль 3	Тест 3	Практичне заняття 11	5
	Практична самостійна робота	Практичне заняття 12	5
Змістовий модуль 4	Тест 4	Практичне заняття 15	10
	Контрольна робота 2	Практичне заняття 16	10
Підсумковий контроль (max 40%)			
Залік			20
Індивідуальне завдання			20
Разом			100%

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FХ	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Тиждень і вид заняття	Тема заняття	Контрольний захід	Кількість балів
Змістовий модуль 1			
Тиждень 1 Лекція 1	Основні елементи векторної алгебри		
Тиждень 1 Практичне заняття 1	Основні елементи векторної алгебри		
Тиждень 2 Практичне заняття 2	Базиси в лінійному просторі		

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Силабус навчальної дисципліни



Тиждень 3 Лекція 2	Поняття тензора. Закон перетворення компонент тензора. Приклади тензорів. Властивості тензорів		
Тиждень 3 Практичне заняття 3	Поняття тензора. Закон перетворення компонент тензора	Тест 1 за темами змістового модулю 1	10
Тиждень 4 Практичне заняття 4	Приклади тензорів. Властивості тензорів	Практична самостійна робота за темами змістового модулю 1	5
Змістовий модуль 2			
Тиждень 5 Лекція 3	Криволінійні координати. Ортогональні системи координат		
Тиждень 5 Практичне заняття 5	Криволінійні координати		
Тиждень 6 Практичне заняття 6	Ортогональні системи координат		
Тиждень 7 Лекція 4	Операції над тензорами. Головні осі тензора. Інваріанти тензора		
Тиждень 7 Практичне заняття 7	Операції над тензорами	Тест 2 за темами змістового модулю 2	5
Тиждень 8 Практичне заняття 8	Головні осі тензора. Інваріанти тензора	Контрольна робота 1	10
Змістовий модуль 3			
Тиждень 9 Лекція 5	Тензорні поля. Скалярні і векторні поля та їх характеристики		
Тиждень 9 Практичне заняття 9	Тензорні поля. Скалярні поля та їх характеристики		
Тиждень 10 Практичне заняття 10	Тензорні поля. Векторні поля та їх характеристики		
Тиждень 11 Лекція 6	Інтегральні теореми векторного аналізу. Диференціальні операції першого і другого порядку. Дії з оператором «набла»		
Тиждень 11 Практичне заняття 11	Інтегральні теореми векторного аналізу	Тест 3 за темами змістового модулю 3	5
Тиждень 12 Практичне заняття 12	Інтегральні теореми векторного аналізу	Практична самостійна робота за темами змістового модулю 3	5
Змістовий модуль 4			
Тиждень 13 Лекція 7	Спеціальні види векторних полів.		



Тиждень 13 Практичне заняття 13	Потенціальне векторне поле. Соленоїдальне векторне поле.		
Тиждень 14 Практичне заняття 14	Основна теорема векторного аналізу.		
Тиждень 15 Лекція 8	Елементи тензорного аналізу		
Тиждень 15 Практичне заняття 15	Поле тензора другого рангу. Потік тензорного поля.	Тест 4 за темами змістового модулю 4	10
Тиждень 16 Практичне заняття 16	Похідна тензорного поля в точці за напрямом.	Контрольна робота 2	10

ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА

1. Гребенюк С.М., Стреляев Ю.М., Клименко М.І. Тензорний аналіз: навчальний посібник для студентів освітнього ступеня «бакалавр» напряму підготовки «Математика». Запоріжжя: ЗНУ, 2015. 90 с.
2. Разумова М.А., Хотяїнцев В.М. Основи векторного і тензорного аналізу. К. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. — 216 с.
3. Борисенко А.И., Тарапов И.Е. Механика сплошной среды: в трех частях. Ч. 1. : Векторный анализ и начала тензорного исчисления. Харьков: Золотые страницы, 2003. 216 с.
4. Киричевський В.В., Кудря В.І., Стреляев Ю.М. Основи тензорного аналізу: навчально-методичний посібник для студентів математичного факультету. Запоріжжя: ЗНУ, 2005. 88 с.
5. Стреляев Ю.М., Клименко М.И. Основи векторного і тензорного аналізу: навчальний посібник для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки «Фізика». Запоріжжя: ЗНУ, 2012. 69 с.
6. Кильчевский Н. А. Основы тензорного исчисления с применением в механике Киев: Наук. Думка, 1972. 148 с.
7. Сеньків М.Т. Векторний і тензорний аналіз. Львів: вид-во Львів. ун-ту, 1990, 148 с.
8. Кованцов Н.И., Зражевская Г.М. и др. Дифференциальная геометрия, топология, тензорный анализ, сборник задач. — К.: Вища школа, 1982, 376с.

Інформаційні ресурси

1. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=1453>
2. Сайт кафедри фундаментальної математики. URL: http://kma-znu.ucoz.ru/index/uchebnaja_literatura/0-49
3. Бібліотека сайту EqWorld. URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm>
4. Новая электронная библиотека. URL: http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/matematika/matematiceskij_analiz/
5. Бібліотека TWIRPX. Електронні ресурси. URL: [:https://www.twirpx.com/files/mathematics/analysis/](https://www.twirpx.com/files/mathematics/analysis/)
6. Навчально-методичні розробки співробітників кафедри фундаментальної математики . URL: http://kma-znu.ucoz.ru/index/matematiceskij_analiz/0-51



РЕГУЛЯЦІЇ І ПОЛІТИКИ КУРСУ²

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Відвідування усіх занять є обов'язковим. У разі поважної причини відсутності студента на занятті, його потрібно відпрацювати під час поточних контрольних заходів і при виконання індивідуального завдання. Контрольні заходи, які пропущено з поважних причин, відпрацьовуються на консультаціях.

Політика академічної доброчесності

Кожний студент мусить виконувати контрольні завдання самостійно та відповідно свого індивідуального варіанту. Якщо студент виконує інший варіант завдання, така робота не зараховується та підлягає перевиконанню.

При захисті індивідуального завдання студент відповідає на питання щодо його виконання, в тому числі і на питання теоретичного характеру, які мають відношення то теми завдання. Якщо студент не може пояснити, як він виконував завдання, таке завдання не зараховується.

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Чи можна під час занять користуватися мобільними телефонами, ноутбуками, планшетами та іншими персональними гаджетами? Якщо так, за яких умов?

Використання технічних засобів (мобільних телефонів, ноутбуків, планшетів та інших персональних гаджетів) під час лекційних і практичних занять дозволено лише в навчальних цілях. Зокрема, на електронних пристроях можуть бути необхідні навчальні матеріали. Використання мобільних телефонів для спілкування протягом лекційних або практичних занять заборонено. Під час проведення заходів поточного і підсумкового контролю використання власних технічних засобів також заборонено.

Комунікація

Комунікація студентів з викладачем здійснюється під час аудиторних занять та на консультаціях. За потреби – через Viber, Telegram, Moodle, електронну пошту. Термінові повідомлення надсилаються студентам в групу з дисципліни Viber. Таким же чином надаються запрошення на відеоконференції на платформі Zoom.

*Виконані індивідуальні завдання, викладені студентом на платформу Moodle **вчасно**, перевіряються викладачем протягом 3 робочих днів. Якщо завдання надсилається невчасно, то його терміни перевірки не дотримуються.*

На інші запити викладач відповідає протягом 3 робочих днів.

² Тут зазначається все, що важливо для курсу: наприклад, умови допуску до лабораторій, реактивів тощо. Викладач сам вирішує, що треба знати студенту для успішного проходження курсу!



ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ ЗНУ – 2023-2024 рр.

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2023-2024 н. р. доступний за адресою:
<https://tinyurl.com/yckze4jd>.

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ. Студенти і викладачі Запорізького національного університету несуть персональну відповідальність за дотримання принципів академічної доброчесності, затверджених **Кодексом академічної доброчесності ЗНУ:** <https://tinyurl.com/ya6yk4ad>. Декларація академічної доброчесності здобувача вищої освіти (додається в обов'язковому порядку до письмових кваліфікаційних робіт, виконаних здобувачем, та засвідчується особистим підписом): <https://tinyurl.com/y6wzzlu3>.

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методика проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

НЕФОРМАЛЬНА ОСВІТА. Порядок зарахування результатів навчання, підтверджених сертифікатами, свідоцтвами, іншими документами, здобутими поза основним місцем навчання, регулюється Положенням про порядок визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті: <https://tinyurl.com/y8gbt4xs>.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/57wha734>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога Марті Ірини Вадимівни (061)228-15-84, (099)253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ Запорізького національного університету: **Борисов Костянтин Борисович**
Електронна адреса: uv@znu.edu.ua Гаряча лінія: Тел. [\(061\) 228-75-50](tel:0612287550)



РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь-ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ. Наукова бібліотека: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок – п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

ЕЛЕКТРОННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE): <https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: moodle.znu@znu.edu.ua.

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу. Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

Центр інтенсивного вивчення іноземних мов: <http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

Центр німецької мови, партнер Гете-інституту: <https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/oczn/nim>

Школа Конфуція (вивчення китайської мови): <http://sites.znu.edu.ua/confucius>