

**Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
Факультет інформатики, математики та економіки
Кафедра математики і фізики**

Назва курсу	Теорія поля
Викладачі	Рубцов М.О., доцент кафедри математики і фізики
Профайл викладачів	http://fim.mdpu.org.ua/fakultet-informatiki-matematiki-ta/kafedra-matematiki-i-fiziki/sklad-kafedri-matematiki-i-fiziki/rubtsov-mikola-oleksijovich/
Контактний тел.	+380979777173
Е-mail:	rubtsovnik3077@gmail.com
Сторінка курсу в ЦОДТ МДПУ	http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249
Консультації	Зазначте формат і розклад проведення консультацій <i>Очні консультації: щочетверга з 12³⁰ до 13³⁰, аудиторія №65</i> <i>Онлайн-консультації: щоп'ятниці з 10⁰⁰ до 11⁰⁰</i>

1. Коротка анотація до курсу

До розгляду скалярних і векторних полів приводить багато задач фізики електротехніки, математики, механіки й інших технічних дисциплін. Вивчення одних фізичних полів сприяє вивченню й інших.

Математичним ядром теорії поля є такі поняття, як градієнт, потік, потенціал, дивергенція, ротор, циркуляція й інші. Ці поняття важливі й у засвоєнні основних ідей математичного аналізу функцій багатьох змінних.

Пререквізити (Prerequisite). Дисципліна «Теорія поля» викладається на основі математичного аналізу, алгебри, аналітичної геометрії, диференціальних рівнянь.

Постреквізити (Postrequisite): Апарат цієї теорії використовується в ряді спеціальних курсів (в тому числі в математичному моделюванні).

2. Мета та завдання курсу

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Теорія поля» є вивчення

властивостей векторних, скалярних та інших полів, до розгляду яких зводять численні задачі фізики, електротехніки, математики та інших наук.

Метою навчальної дисципліни «Теорія поля» є опанування здобувачами вищої освіти математичної теорії, яка вивчає властивості скалярних, векторних і тензорних полів, тобто областей простору (або площини), в кожній точці яких поставлені у відповідність число (скаляр) (наприклад: температура, тиск, густина), вектор (наприклад: напруженість електричного чи магнітного поля), тензор (наприклад: механічні напруження в твердому тілі).

Основними **задачами** вивчення дисципліни “Теорія поля” є:

- освоєння фундаментальних понять теорії поля;
- опанування поняття векторного поля, векторних ліній і їх рівнянь, потоку векторного поля, лінійного інтегралу та циркуляції векторних полів, диференціальних характеристик векторних полів – дивергенції та ротору, теореми Гауса-Остроградського та Стокса, потенціалу векторних полів; ньютоніві та кулонові векторні поля, їх потенціали, рівняння Лапласа та Пуассона для потенціалу, теорему Гауса;
- розрахунок характеристик полів за заданими джерелами: похідної скалярного поля, градієнта, дивергенції, ротора та їх використання в математичній фізиці (рішення "прямих" задач теорії поля);
- використання символічних методів при виконанні диференціальних операцій; диференціальних рівняннях та граничних умовах для векторів електромагнітного поля;
- отримання уяви про спеціальні види скалярних і векторних полів;
- підвищення загального рівня математичної культури та наукового світогляду, які необхідні майбутньому вчителю для глибокого розуміння цілей та завдань основ шкільного курсу математики, спеціальних факультативних курсів, для проведення наукових досліджень, забезпечення міжпредметних зв'язків.

3. Формат курсу

Формат курсу: Очний (offline) у вигляді лекційних, практичних занять та самостійної роботи. Змішаний (blended) через систему Центру освітніх дистанційних технологій МДПУ імені Богдана Хмельницького.

4. Компетентності та результати навчання,

якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, критичного аналізу та синтезу, оцінювання сучасних наукових досягнень, генерування нових ідей при

вирішенні дослідницьких і практичних завдань.

- ЗК 2.** Здатність до іншомовної комунікації у професійній сфері (використання іншомовних професійно-профільованих знань й практичних навичок за обраним фахом).
- ЗК 4.** Здатність до нестандартного розв'язання задач, самостійності міркувань та умовиводів, навички інтелектуального пошуку, вміння виявляти та розв'язувати проблеми.
- ЗК 7.** Здатність до безперервного навчання.
- ФК 1.** Здатність аналізувати та математично моделювати різноманітні процеси і явища, досліджувати відповідні моделі та інтерпретувати одержані результати.
- ФК 3.** Здатність до розв'язання прикладних задач за допомогою розділів вищої математики.
- ФК 11.** Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики.
- ФК 12.** Здатність обирати адекватні методи для ефективного вирішення конкретних науково-практичних задач у галузі математики і фізики.

Програмні результати навчання:

- ПРН 2.** Застосовувати спеціалізовані знання для розуміння наукової літератури за обраними предметними спеціальностями та готувати до опублікування статті за результатами проведених досліджень з математики, фізики або методики їх викладання.
- ПРН 7.** Будувати математичні моделі для розв'язання прикладних задач.
- ПРН-13.** Демонструвати та застосовувати знання з математики, фізики та методики їх викладання.

5. Обсяг курсу

Вид заняття	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Кількість кредитів
К-сть годин	12	28	80	4

6. Ознаки курсу:

Рік викладання	Семестр	Спеціальність	Курс, (рік навчання)	Нормативний\вибірковий
2020-2021	3	014.04 Середня освіта Математика	Магістр 2 курс	Вибірковий

7. Технічне й програмне забезпечення / обладнання

Підручники, посібники, довідники, методичні рекомендації до практичних занять. Технічне та мультимедійне обладнання. Забезпечення доступу здобувачів вищої освіти до Інтернет-ресурсів.

8. Політики курсу

Політика академічної поведінки та етики:

- Відвідування лекційних занять і опрацювання їх матеріалів.
- Виконання завдань практичних занять і опрацювання питань самостійної роботи.
- Виконання контрольних-блочних завдань.

9. Схема курсу

Тиж. / дата / год.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття) / Формат	Матеріали	Література Ресурси в інтернеті	Завдання, год
Тиж. 1. 4 акад. год.	Блок I. Тема 1: Скалярні та векторні поля. 1. Означення скалярного і векторного полів. 2. Графічні характеристики скалярного і векторного полів. Скалярні та векторні поля. Основні відомості про скалярні векторні величини. Проекція вектора на вісь. Добутки векторів.	Лекція <i>F2F</i> Практичне заняття	Презентація, відеоматеріали	[1]-[5].	Опрацювання лекційного матеріалу Підготовка до практичного заняття http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249 Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми

<p>Тиж. 2. 4 акад. год.</p>	<p>Тема 2: Похідна скалярного поля за напрямом і градієнт скалярного поля. 1. Похідна скалярного поля за напрямом. 2. Градієнт скалярного поля. Частинні похідні. Обчислення частинних похідних. Скалярне і векторне поля. Поверхні рівня. Означення частинної похідної. Алгоритм обчислення частинної похідної. Означення скалярного і векторного полів. Означення лінії і поверхні рівня.</p>	<p>Лекція <i>F2F</i> Практичне заняття</p>	<p>Презентація, відеоматеріали</p>	<p>[1]-[5].</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу Підготовка до практичного заняття http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249 Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми</p>
<p>Тиж. 3 2 акад. год.</p>	<p>Тема 2: Градієнт, похідна скалярного поля за напрямом. Означення градієнта, його властивості, фізичний зміст. Властивості скалярного поля. Теорема про похідну скалярного поля.</p>	<p>Практичне заняття</p>	<p>Презентація, відеоматеріали</p>	<p>[1]-[5].</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу Підготовка до практичного заняття http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249 Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми</p>
<p>Тиж. 4 4 акад.</p>	<p>Тема 3: Потік векторного поля. Потік векторного поля. Фізичний зміст потоку</p>	<p>Лекція <i>F2F</i> Практи</p>	<p>Презентація, відеоматеріали</p>	<p>[1]-[5].</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу Підготовка до</p>

<p>год.</p>	<p>поля. Потік векторного поля. Потік векторного поля. Означення дивергенції, її зміст. Формула Остроградського.</p>	<p>чне заняття</p>			<p>практичного заняття</p> <p>http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249</p> <p>Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номера теми</p>
<p>Тиж. 5 2 акад. год</p>	<p>Тема 3: Дивергенція векторного поля. Формула Остроградського-Гаусса. Алгоритм розрахунку потоку векторного поля за формулою Остроградського.</p>	<p>Практичне заняття</p>	<p>Презентація, практична робота з камерою</p>	<p>[1]- [5].</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу</p> <p>Підготовка до практичного заняття</p> <p>http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249</p> <p>Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номера теми</p>
<p>Тиж. 6 4 акад. год</p>	<p>Тема 4: Дивергенція векторного поля. Теорема Остроградського-Гаусса. 1. Дивергенція векторного поля. 2. Властивості дивергенції. 3. Теорема Остроградського-Гаусса. Формула</p>	<p>Лекція <i>F2F</i></p> <p>Практичне заняття</p>	<p>Презентація, відеоматеріали</p>	<p>[1]- [5].</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу</p> <p>Підготовка до практичного заняття</p> <p>http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249</p>

	<p>Остроградського-Гаусса. Обчислення потоку за формулою Остроградського-Гаусса</p> <p>Алгоритм розрахунку потоку векторного поля за формулою Остроградського-Гаусса.</p>				<p>Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми</p>
<p>Тиж. 7 2 акад. год.</p>	<p>Теми: 1-4.</p>	<p>Практичне заняття</p> <p>Блочний контроль № 1 за темою: «Основи векторного аналізу. Скалярні і векторні поля».</p>	<p>Презентація, відеоматеріали</p>	<p>[1]-[5].</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу</p> <p>Підготовка до практичного заняття</p> <p>http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249</p> <p>Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми</p>
<p>Тиж. 8 4 акад. год.</p>	<p>Блок II.</p> <p>Тема 5: Криволінійний інтеграл від вектора. Циркуляція вектора.</p> <p>1. Криволінійний інтеграл від вектора.</p> <p>2. Циркуляція вектора.</p> <p>3. Фізичний зміст циркуляції поля.</p> <p>Лінійний інтеграл від вектора. Циркуляція вектора. Обчислення роботи потенціального поля.</p> <p>Означення</p>	<p>Лекція <i>F2F</i></p> <p>Практичне заняття</p>		<p>[1]-[5].</p>	<p>Опрацювання лекційного матеріалу</p> <p>Підготовка до практичного заняття</p> <p>http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249</p> <p>Виконати завдання для самостійної роботи</p>

	криволінійного інтегралу. Умови незалежності лінійного інтегралу від форми контуру. Алгоритм обчислення циркуляції вектора. Формула обчислення роботи.				відповідно до номеру теми
Тиж. 9 2 акад. год.	Тема 6: Ротор векторного поля. Означення ротора, його фізичний зміст, застосування.	Практичне заняття	Презентація, відеоматеріали	[1]- [5].	Опрацювання лекційного матеріалу Підготовка до практичного заняття http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249 Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми
Тиж. 10 4 акад. год.	Тема 7: Теорема Стокса. Теорема Гріна. Обчислення циркуляції за формулами Стокса і Гріна. 1. Вихор (ротор) поля. 2. Властивості вихору. 3. Фізичний сенс вихору. 4. Теорема Стокса. Теорема Стокса. Теорема Гріна. Обчислення циркуляції за формулами Стокса і Гріна. Запис формул Стокса і	Лекція <i>F2F</i> Практичне заняття	Презентація, відеоматеріали	[1]- [5].	Опрацювання лекційного матеріалу Підготовка до практичного заняття http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249 Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми

	Гріна. Алгоритми обчислення циркуляції за формулами Стокса і Гріна.				
Тиж. 11 4 акад. год.	Тема 8: Соленоїдальне, потенціальне і гармонічне поля. Означення соленоїдального, потенціального і гармонічного полів. Алгоритми їх обчислення. Тема 9. Оператор Лапласа. Символічний вектор Гамільнона. Операції другого порядку. Означення оператора Лапласа і символічного вектора Гамільтона, їх застосування.	Практичне заняття	Презентація, відеоматеріали	[1]-[5].	Опрацювання лекційного матеріалу Підготовка до практичного заняття http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249 Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми
Тиж. 12 4 акад. год.	Тема 9. Оператор Лапласа. Символічний вектор Гамільнона. Операції другого порядку. Означення оператора Лапласа і символічного вектора Гамільтона, їх застосування. Теми 5-9.	Практичне заняття Блочний контроль № 2 за темою: «Лінійний інтеграл. Основні типи векторних полів. Диференціальні операції другого порядку поля».		[1]-[5].	Підготовка до практичного заняття http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=4249 Виконати завдання для самостійної роботи відповідно до номеру теми

10. Система оцінювання та вимоги

Методи контролю результатів навчання: поточний контроль здійснюється у формі усних відповідей на практичних заняттях, бліц-опитувань, презентацій, тестових завдань, виконання творчих завдань; розв'язування ситуаційних задач. Підсумковий контроль – у формі заліку.

Система оцінювання результатів навчальних досягнень здобувачів вищої освіти на ОП «Середня освіта. Математика. Фізика» базується на «Положенні про організацію освітнього процесу в Мелітопольському державному педагогічному університеті імені Богдана Хмельницького» (протокол від 20.09.2019 р. № 3) і «Положенні про бально-накопичувальну систему оцінювання навчальних досягнень» (від 28.11.2017 р., протокол №7), що затверджені Вченою радою МДПУ імені Богдана Хмельницького.

Контроль за видами діяльності здобувачів вищої освіти здійснюється шляхом поточного оцінювання знань (усні відповіді, тестові завдання, перевірка практичних завдань, самостійної роботи), періодичного тестового контролю або контрольних робіт за матеріалами кожного блоку. За результатами суми балів поточного оцінювання та двох періодичних контрольних робіт (ПКР) виставляється підсумкова оцінка за національною, 100-бальною шкалами і ECTS.

За семестр з курсу дисципліни проводяться два періодичні контролю (ПКР), результати яких є складовою результатів контрольних точок першої (КТ1) і другої (КТ2). Результати контрольної точки (КТ) є сумою поточного (ПК) і періодичного контролю (ПКР): $КТ = ПК + ПКР$. Максимальна кількість балів за контрольну точку (КТ) складає **50 балів**. Максимальна кількість балів за періодичний контроль (ПКР) становить 60 % від максимальної кількості балів за контрольну точку (КТ), тобто **30 балів**. А 40 % балів, тобто решта балів контрольної точки, є бали за поточний контроль, а саме **20 балів**. Результати поточного контролю обчислюються як середньозважена оцінок ($X_{ср}$) за діяльність студента на практичних (семінарських) заняттях, що входять в число певної контрольної точки. Для трансферу середньозваженої оцінки ($X_{ср}$) в бали, що входять до 40 % балів контрольної точки (КТ), треба скористатися формулою: $ПК = (X_{ср}) * 20 / 5$.

Наприклад, якщо за поточний контроль (ПК) видів діяльності студента на всіх заняттях $X_{ср} = 4.1$ бали, які були до періодичного контролю (ПКР), то їх перерахування на 20 балів здійснюється так: $ПК = 4.1 * 20 / 5 = 4.1 * 4 = 16.4 // 16$ (балів). За періодичний контроль (ПКР) студентом отримано 30 балів. Тоді за контрольну точку (КТ) буде отримано $КТ = ПК + ПКР = 16 + 30 = 46$ (балів).

Студент має право на підвищення результату тільки одного періодичного контролю (ПКР) протягом двох тижнів після його складання у випадку

отримання незадовільної оцінки.

Критерії оцінювання: форма контролю – екзамен.

Підсумковим контролем є екзамен, який виставляється за результатами суми балів поточного оцінювання та двох періодичних контрольних робіт (ПКР), коли студент набрав не менше 60 балів, за національною, 100-бальною шкалами і ECTS.

Критерії оцінювання знань і вмінь студентів

Методи контролю результатів навчання	Максимальна кількість балів та вимоги до їх накопичення
Поточний контроль (відповідь на практичному занятті)	<p>5 балів</p> <p><i>5 балів</i> – Розв’язання правильне, супроводжується необхідним повним поясненням і обґрунтуванням, може бути допущена арифметична помилка, яка є наслідком неухважності, і не демонструє незнання математичних законів</p> <p><i>4 бала</i> – Розв’язання супроводжується неповним поясненням, порушено логічно правильний ланцюг міркувань, але відповідь правильна</p> <p><i>3 бала</i> – Завдання розв’язане правильно, але пояснення неповне, пропущені логічні кроки, відсутня чітка відповідь</p> <p><i>2 бала</i> – При розв’язанні зроблені помилкові теоретичні пояснення, наслідком яких є частковий розв’язок</p> <p><i>1 бал</i> – Розв’язання відсутнє, але наведено теоретичні пояснення, формули, необхідні для виконання завдання, є спроба застосування формул до розв’язання</p>
Поточний контроль (реферат, есе, презентація)	<p>В сумі 5 балів</p> <p><i>1 бал</i> – Відповідність змісту обраній темі</p> <p><i>1 бал</i> – Логічна структурованість матеріалу, ґрунтовність, повнота і критичність аналізу літератури з теми реферата</p> <p><i>1 бал</i> – Успішність виконання завдання, глибина аналізу зібраного фактичного матеріалу</p> <p><i>1 бал</i> – Літературне, технічне й естетичне оформлення роботи</p> <p><i>1 бал</i> – Публічний захист роботи</p>
Поточний контроль (самостійні контрольні роботи)	<p>5 балів</p> <p>Розподіл балів, як за відповідь на практичному занятті</p>
Поточний контроль (підсумкове тестування)	<p>5 балів</p> <p>0,5 бала за кожен правильну відповідь на кожне з 10 тестових завдань</p>
Періодичний контроль (ПКР)	<p>30 балів</p> <p>5 балів за кожне з 6 завдань (розподіл балів за кожне завдання, як за відповідь на практичному занятті)</p>
Підсумковий контроль (екзамен)	<p>100 балів</p>

11. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою	
A	90-100	відмінно	Студент виявляє всебічні, системні й глибокі знання навчального матеріалу, здатний використовувати набуті знання та вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища й факти. Мова логічно обґрунтована і граматично правильна
B	82-89	добре	Студент виявляє вміння самостійно та аргументовано викладати матеріал, аналізувати явища й факти, робити самостійні узагальнення та висновки, правильно виконує навчальні завдання, виправляє допущені помилки, кількість яких незначна. Відповіді досить повні, логічні, з елементами самостійності, але містять деякі неточності
C	74-81		
D	64-73	задовільно	Студент виявляє наявність знань лише основного матеріалу, відповідає по суті питання і в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь не повна, нечітка, містить неточності, дає недостатньо правильні формулювання, порушує послідовність викладу матеріалу, відчуває труднощі, застосовуючи знання при рішенні практичних задач
E	60-63		
FX	0-59	незадовільно з можливістю повторного складання	Студент не знає значної частини матеріалу курсу, допускає суттєві помилки при висвітленні основних питань, при формулюванні понять, на додаткові питання відповідає не по суті, не може провести зв'язок між теоретичним матеріалом і сучасною дійсністю, не може правильно вирішити конкретну задачу, зорієнтуватись в конкретній ситуації, робить велику кількість помилок в усній відповіді.

12. Рекомендована література

Базова

1. Рубцов М.О. Кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли. Теорія поля: навч. посіб.: – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2017. – 347 с.
2. Гаврилов В.Р., Иванова Б.Б., Морозова В.Д. Кратные и криволинейные интегралы. Элементы теории поля: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 496 с.
3. Гершанок, В.А. Теория поля: учебник для бакалавров / В.А. Гершанок,

- Н.И. Дергачев. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 278 с.
4. Гольдфайн И. А. Векторный анализ и теория поля. Изд-во «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1968. – 128 с.
 5. Будаков Б.М., Фомин С.В. Кратные интегралы и ряды Изд-во «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1965. – 608 с.

Додаткова

1. Кратні інтеграли. Елементи теорії поля: Методичні вказівки та завдання до виконання індивідуальної роботи для студентів інженерних спеціальностей / Т.В. Авдеева, О.Б. Качаєнко, О.О. Коваль, О.Б. Поліщук, В.І. Стогній. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2016,– 92 с.
2. Аникин А.Ю. Теория поля: методические указания к решению задач по курсу «Кратные интегралы и ряды» / А.Ю. Аникин, Н.И. Сидняев, С.К. Соболев. – М.: Из-во МГТУ им. Баумана, 2013. – 106 с.
3. Математика: учебное пособие. Часть 8: Теория поля / О.А. Кеда, Л.П. Мохрачева, Е.М. Пампура, А.Ф. Рыбалко, Н.М. Рыбалко. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 112 с.
4. Лебедева Г.И. Теория поля: методическое пособие по математике / Г.И. Лебедева, И.Н. Катковская, Г.К. Воронович, Е.В. Сагарда. – Минск: БНТУ, 2009. – 46 с.
5. Заварзина И.Ф. Методическое пособие для проведения практических занятий и курсового проекта по теме «Теория поля» / И.Ф. Заварзина, Р.Д. Кулакова, М.: МАТИ – РГТУ им. К. Э. Циолковского, 2003. – 29 с.
6. Попова Т.М. Элементы теории поля: учебное пособие. / Т. М. Попова. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2015. – 59 с.

Інформаційні ресурси

1. навчальний план і навчальна програма (на сайті ЦОДТ);
2. методичні вказівки до практичних занять і організації самостійної роботи (на сайті ЦОДТ);
3. електронні версії підручників, навчальних посібників, тексти лекцій (на сайті ЦОДТ);
4. електронні версії практикумів, збірників задач і вправ (на сайті ЦОДТ).
5. Англomовні інтернет-ресурси:
<https://www.d.umn.edu/~vvanchur/2014PHYS4011/Chapter1.pdf>
6. https://www.youtube.com/watch?v=PxCxIsl_YwY&list=PLYzxBBT5iehMCyHxKZOg9EMETK3nLBbfc&index=2