

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра комп'ютерної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор

з науково-педагогічної роботи



Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

30 червня 2020 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

ДОДАТКОВІ РОЗДІЛИ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

рівень вищої освіти	другий(магістерський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та нанометаріали
освітня програма	«Комп'ютерна фізика»
вид дисципліни	обов'язкова
ННІ	комп'ютерної фізики та енергетики

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

“__30__” __червня__ 2020_ року, протокол №_6-2/20

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Лісіна О.Ю., доцент кафедри комп'ютерної фізики, канд. физ.-мат. наук.

Програму схвалено на засіданні кафедри комп'ютерної фізики

Протокол від “25” червня 2020 року № 6-3/20

Завідувач кафедри комп'ютерної фізики

 Костянтин НЕМЧЕНКО

Програму погоджено з гарантами освітніх програм (керівниками проектних груп)

Прикладна фізика енергетичних систем  Миколай ПЕЛІХАТИЙ

Прикладна фізика нетрадиційної енергетики

 Олександр КУЛИК

Комп'ютерна фізика

 Костянтин НЕМЧЕНКО

Програму погоджено методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від “30” червня 2020 року № 6/20

Голова методичної комісії Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

 Ольга ЛІСІНА

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Додаткові розділи математичної фізики” складена відповідно до освітніх програм підготовки **магістрів**

спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітні програми: «Прикладна фізика енергетичних систем»
«Прикладна фізика нетрадиційної енергетики»
«Комп’ютерна фізика»

1. Опис навчальної дисципліни

- 1.1. Мета: навчання основам варіаційних методів математичної фізики, її застосуванням.
- 1.2. Завдання: навчання студентів основним варіаційним методам та застосування їх до розв’язків основних задач математичної фізики та знаходженню наближених розв’язків.
- 1.3. Кількість кредитів — 4
- 1.4. Загальна кількість годин — 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Вид кінцевого контролю (семестровий екзамен або залік)	
Семестровий іспит	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-й
Семестр	
1-й	-й
Лекції	
30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
30 год.	год.
Лабораторні заняття	
	год.
Самостійна робота	
60 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати: основні варіаційні методи для знаходження наближених розв’язків рівнянь математичної фізики; варіаційні методи, що застосовуються для вирішення задач теоретичної фізики;

вміти: використовувати сучасні варіаційні методи для отримання розв’язків рівнянь у часткових похідних, що виникають у прикладній фізиці; знаходити енергетичні простори, координатні системи та наближені розв’язки рівнянь математичної фізики.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Постановка варіаційної задачі та необхідна умова існування екстремуму функціонала.

Тема 1. Постановка найпростішої задачі варіаційного числення

Поняття функціонала. Функціональні простори. Неперервність функціонала. Умови близькості. Сильний та слабкий екстремум. Постановка найпростішої задачі варіаційного числення. Історія розвитку варіаційного числення. Основні відомості про застосування методів варіаційного числення.

Тема 2. Необхідна умова екстремуму функціонала. Рівняння Ейлера

Поняття варіації функціонала. Вивід необхідної умови екстремуму функціонала. Побудова рівняння Ейлера. Віпадки інтегровності рівняння Ейлера

Тема 3. Узагальнення найпростішої задачі варіаційного числення

Функціонали, що залежать від похідних вищого порядку. Умова Ейлера — Пуасона. Функціонали, що залежать від кількох функцій. Система рівнянь Ейлера. Функціонали, що залежать від функції кількох незалежних змінних. Умова Ейлера — Остроградського.

Розділ 2. Основні типи варіаційних задач.

Тема 4. Варіаційні задачі з граничними точками, що рухаються

Постановка задачі з рухомими граничними точками. Необхідні умови екстремуму функціонала з рухомими граничними точками. Умови трансверсальності. Геометрична інтерпретація умов трансверсальності. Варіаційні задачі з рухомими границями для функціоналів від двох функцій.

Тема 5. Варіаційні задачі на умовний екстремум

Задачі варіаційного числення з голоморфними та негломорфними зв'язками. Ізопериметрична задача. Поняття задачі Лагранжа. Метод Лагранжа. Поле лагранжевих кривих. Задача Майера. Задача Больца.

Розділ 3. Методи дослідження варіаційних задач.

Тема 6. Достатні умови екстремуму функціонала в найпростішій задачі варіаційного числення

Поняття поля кривих. Поле екстремалей. Достатня умова Якобі можливості включення екстремалей у центральне поле. Функція Вейерштрасса. Поняття варіації першого та вищих порядків. Умова Лежандра.

Тема 7. Прямі методи варіаційного числення.

Поняття прямих методів варіаційного числення. Кінцево-різницевий метод Ейлера. Метод Рітца.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тим	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьо го	у тому числі					ус ьо го	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	ла б.	інд .	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Постановка варіаційної задачі та необхідна умова існування екстремуму функціонала												
Разом за розділом 1	51	12	12			30						

Розділ 2. Основні типи варіаційних задач.												
Разом за розділом 2	34	8	8			10						
Розділ 3. Методи дослідження варіаційних задач.												
Разом за розділом 3	35	10	10			20						
Усього годин	120	30	30			60						

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Поняття функціонала. Необхідна умова існування екстремуму функціонала найпростішого типу. Рівняння Ейлера–Лагранжа.	8
2	Випадки повної інтегровності рівняння Ейлера–Лагранжа.	6
3	Екстремальні принципи у фізиці	4
4	Крайові умови: екстремалі, кінці яких можуть вільно ковзати по вертикалі; умови трансверсальності. Задача Больца	4
5	Ізопериметричні задачі. Функціонали, які залежать від функції та її вищих похідних	4
6	Крайові умови для рівняння Ейлера–Пуассона. Просторові задачі.	4
	Разом	30

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчити поняття функціонала. Приклади функціоналів.	4
2	Ознайомитись з необхідною умовою існування екстремуму функціонала найпростішого типу. Рівняння Ейлера–Лагранжа.	10
3	Вивчити перші інтеграли рівняння Ейлера–Лагранжа.	10
4	Вивчити узагальнення найпростішої задачі варіаційного числення	11
5	Вивчити рівняння Ейлера–Пуассона.	5
6	Ознайомитись з ізопериметричними задачами.	5
7	Вивчити рівняння Ейлера–Остроградського.	5
8	Вивчити матеріал лекцій	4
9	Виконати практичні роботи	2
10	Підготувитись до екзамену	4
	Разом	60

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені

7. Методи навчання

У процесі викладання дисципліни використовуються основні методи навчання:

- Пояснювально-ілюстративний метод (викладання лекційного, пояснювального практичного матеріалів, Zoom-конференції);
- Проблемні методи (розв'язання проблемних задач, дискусії, самостійне вивчення літератури студентами, Zoom-конференції);
- Репродуктивний метод (виконання завдань на базі зразка, система Moodle);
- Частково-пошуковий (робота студентів на практичних заняттях у дошки)

Передбачено робота у рамках практичних занять та лекції. Основна увага – на виконання домашніх завдань щодо закріплення матеріалу лекцій та практичних занять та виконання підсумкової контрольної роботи.

Передбачено дистанційний курс у системі Moodle, Zoom-конференції, Telegram-чат.

8. Методи контролю

У процесі оцінювання навчальних досягнень студентів застосовуються такі методи.

Методи усного контролю: індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, екзамен.

Методи письмового контролю: контрольна робота, домашні завдання (самостійна робота) екзамен.

Методи самоконтролю: уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної роботи залежить від дотримання таких вимог: систематичність відвідування занять; своєчасність виконання навчальних і індивідуальних завдань; повний обсяг їх виконання; якість виконання навчальних і індивідуальних завдань; самостійність виконання; творчий підхід у виконанні завдань; ініціативність у навчальній діяльності.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Загальна максимальна бальна оцінка за екзамен складатиме 40 балів. Мінімальний підсумковий бал складатиме 50 балів, а максимальний – 100 балів. Підсумкова оцінка визначається шляхом переводу підсумкового балу з дисципліни у традиційну академічну оцінку національної шкали ("відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно" за шкалою, що наведено у попередньому пункті робочої програми.

Загальна максимальна бальна оцінка за екзамен складатиме 40 балів. Мінімальний підсумковий бал складатиме 50 балів, а максимальний – 100 балів. Підсумкова оцінка визначається шляхом переводу підсумкового балу з дисципліни у традиційну академічну оцінку національної шкали ("відмінно", "добре", "задовільно", "незадовільно" за шкалою:

— **“відмінно”** (90 та вище балів) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— **“добре”** (82-89 балів) заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану

програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— **"добре"** (70-81 балів) заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— **"задовільно"** (61-69 балів) заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка "задовільно" виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— **"задовільно"** (50-60 балів) заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка "достатньо" виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— **"незадовільно"** (40-49 балів) виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— **"незадовільно"** (1-39 балів) виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

При виставленні оцінки можуть враховуватися результати навчальної роботи студента протягом семестру.

Передбачаються бали за:

- експрес-контроль на лекції – 10;
- виконання контрольної роботи – 20;
- виконання практичних робіт - 30
- іспит – 40 балів.

Систему рейтингових балів для різних видів контролю та порядок їх переведення у національну (4-бальну) та європейську (ECTS) шкалу подано нижче у таблицях.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Іспит	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Контрольна роботи, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
15	10	15	20	-	60	40	100

Схема нарахування балів на іспиті.

Кожне питання екзаменаційного білету оцінюється наступним чином (максимальна кількість балів за питання - 5):

5 балів – студент повністю відповів на питання;

4 балів – у загалому правильна відповідь, робота з певною кількістю помилок ;

3 балів - відповів на питання, але з великою кількістю недоліків;

2 балів – допущені грубі помилки у відповіді, але студент частково володіє необхідними знаннями;

1 балів - студент відповів на питання з грубими помилками та продемонстрував відсутність володіння базовими знаннями;

0 балів – студент зовсім не відповів на питання.

Кожна задача екзаменаційного білету оцінюється наступним чином (максимальна кількість балів за питання - 15):

15 балів – студент повністю розв’язав задачу без помилок;

10 балів – у загальному правильний розв’язок з певною кількістю незначних помилок ;

5 балів – розв’язав задачу за правильним алгоритмом, але з великою кількістю недоліків;

1 балів – студент позначив хід розв’язання задачі, але не вирішив її;

0 балів – студент зовсім не розв’язав задачу.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Курант Р, Гильберт Д. Методы математической физики. В 2 т. – М.: Гостехиздат, 1951. – Т. 1, 476 с; Т. 2, 544 с.
2. Курант Р. Уравнения с частными производными. – М.: Мир, 1964. – 830 с.
3. Михлин С.Г. Линейные уравнения в частных производных. – М.: Высшая школа, 1977. – 432 с.
4. Перестюк М.О., Маринець В.В. Теорія рівнянь математичної фізики. – К.: Либідь, 2001. – 336 с.
5. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. – М.: Физматгиз, 1961. – 300 с.
6. Смирнов В.И. Курс высшей математики. В 4 т. – М.: Наука, 1981. – Т. 1. 656 с.; Т. 4, 550 с.
7. Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка. – Минск: Изд-во БГУ, 1974. – 232 с.
8. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1977. – 724 с.
9. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. В 2 т. – М.: Наука, 1968. – Т. 2, 404 с.

Допоміжна література

1. Адамян В. М., Сушко М. Я. Вступ до математичної фізики. Introduction to Mathematical Physics. – Одеса: Астропринт, 2003. – 320 с.
2. Адамян В. М., Сушко М. Я. Варіаційне числення. – Одеса: Астропринт, 2005. – 128 с.
3. Адамян В. М., Сушко М. Я. Методи математичної фізики. Методичні вказівки з курсу —Методи математичної фізики для студентів фізичного факультету. – Одеса: Астропринт, 2007. – 39 с.
4. Арсенин В. Я. Методы математической физики и специальные функции. – М.: Наука, 1974. – 432 с.
5. Бицадзе А. В., Калиниченко Д., Ф. Сборник задач по уравнениям математической физики. – М.: Наука, 1985. – 311 с.
6. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1966. – 444 с.
7. Шварц Л. Математические методы для физических наук. – М.: Мир, 1965. – 412 с.
8. Шилов Г.Е. Математический анализ. Второй специальный курс. – М.: Наука, 1965. – 327 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Мережа Internet.
2. Бібліотеки ХНУ ім. В.Н.Каразіна.