

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

фізичний факультет
(назва факультету, інституту, центру, коледжу)

Кафедра астрономії та фізики космосу

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана/директора
з навчальної роботи
Момот О.В.
« 22 » листопада 2021 року
Фізичний факультет

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ВСТУП ДО ЗАГАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ ВІДНОСНОСТІ

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань **10. Природничі науки**
(шифр і назва)
спеціальність **104. Фізика та астрономія**
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень **бакалавр**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма **фізика**
(назва освітньої програми)
спеціалізований
вибірковий блок **фізика космосу**
(за наявності) (назва)
вид дисципліни **вибіркова** ВК15

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2021/2022**
Семестр **8**
Кількість кредитів ECTS **4**
Мова викладання, навчання
та оцінювання **українська**
Форма заключного контролю **екзамен**

Викладач: асистент Грицай А.В., к.ф.-м.н.

Пролонговано: на 2022/2023 н.р.  «20» 11 2021 р.
(підпис, ПІБ, дата)

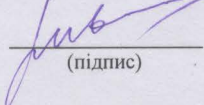
на 20__/20__ н.р. _____ («____») «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробник(и): *(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)*
Грицай Асен Васильович, к.ф.-м.н., асистент кафедри астрономії та фізики космосу

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри астрономії та фізики космосу


 (Івченко В.М.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 22 від « 04 » червня 2021 року

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 4 від «22» червня 2021 року

Голова науково-методичної комісії

 (Оліх О.Я.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Мета дисципліни полягає в отриманні глибоких та систематичних знань щодо математичного апарату теорії гравітації.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

Опанування основ векторного та тензорного аналізу, низки курсів експериментальної (“Механіка”) та теоретичної (“Класична механіка”, “Електродинаміка”) фізики.

3. Анотація навчальної дисципліни: передбачається набуття комплексу фізичних знань про гравітаційну взаємодію на основі метричного підходу. Розглядаються об’єкти ріманової геометрії та основні операції з ними, вводиться поняття метричного тензора. Обґрунтовується потреба в коваріантному диференціюванні, отримуються відповідні формули. Виводяться рівняння Ейнштейна, досліджується зв’язок із ними ньютонівського наближення. Аналізуються наслідки з побудованої теорії: гравітаційне червоне зміщення, розв’язок Шварцшильда для сферично-симетричної задачі, ефекти зміщення перицентра та відхилення світла у гравітаційному полі.

4. Завдання (навчальні цілі): обґрунтування базових рівнянь загальної теорії відносності та висновків із них, зокрема, розгляд базових ефектів ЗТВ – гравітаційного червоного зміщення, додаткового зсуву перицентра, відхилення світла у гравітаційних полях.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
2.1	Знати і вміти використовувати теоретичний матеріал	Лекції, самостійна робота	Контрольні роботи (2)	30
3.1	Брати участь у дискусії щодо матеріалу, який розглядається	Лекції	Робота на лекціях і семінарах	5
1.1	Знати основи теорії	Лекції	Короткі самостійні завдання	5
1.2	Володіти теоретичним і практичним матеріалом у межах курсу	Лекції, семінари, самостійна робота	Іспит	60

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов’язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

Результати навчання дисципліни (код)	2.1	3.1	1.1	1.2
Програмні результати навчання (назва)				
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв’язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.	+	+	+	+
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.		+		+
ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+	+		

<i>ПРН6. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.</i>	+	+		
<i>ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.</i>	+	+		+
<i>ПРН17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.</i>	+	+		+
<i>ПРН22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.</i>		+		
<i>ПРН23. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії..</i>	+	+	+	+
<i>ПРН24. Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій.</i>		+		
<i>ПРН28. Мати уявлення про трансдисциплінарний шлях розвитку науки та його значення для вибору майбутньої освітньої траєкторії.</i>				+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольні роботи: 2, кожна – 15 балів
2. Активність у роботі на лекціях і семінарах – 5 балів
3. Короткі самостійні роботи – 5 балів

- підсумкове оцінювання (у формі екзамену/комплексного екзамену, диференційованого заліку):

Іспит – 60 балів

- умови допуску до підсумкового заліку:

-

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

Контрольні роботи виконуються у середині (перший модуль) і наприкінці (другий модуль) семестру. Короткі самостійні роботи проводяться у довільний момент протягом семестру. Активність визначається за роботою на всіх парах.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій та самостійних робіт

№ п/п	Номер і назва теми*	лекції	
			Само- стійна робота
1	Ньютонівська теорія гравітації, її основні результати і проблеми. Еквівалентність інертної та гравітаційної мас.	2	5
2	Ріманів та псевдоріманів многовид, метричний тензор. Коваріантні та контраваріантні криволінійні координати, об'єкти ріманової геометрії. Перетворення векторів і тензорів при переході від однієї координатної системи до іншої.	2	5
3	Функція Лагранжа вільної частинки, зв'язок із функціоналом дії. Червоне зміщення у гравітаційному полі. Експерименти Паунда – Ребки – Снайдера.	2	5
4	Необхідність коваріантного диференціювання. Символи Крістоффеля першого та другого роду, закон їх перетворення при переході до іншої системи координат.	4	5
5	Зв'язок символів Крістоффеля із метричним тензором. Коваріантна похідна від метричного тензора.	2	5
6	Рух частинки у гравітаційному полі, рівняння геодезичних.	2	5
7	Тензор кривизни Рімана, властивості симетричності та антисиметричності за різними парами індексів. Алгебраїчна та диференціальна тотожності Біанкі.	4	5
8	Згортка тензора Рімана. Тензор Річчі, скалярна кривизна.	2	5
9	Дія для гравітаційного поля.	2	5
10	Дія для матерії, варіація метричного тензора. Тензор енергії-імпульсу, закон збереження енергії-імпульсу.	4	5
11	Рівняння Ейнштейна, закон збереження енергії-імпульсу як їх наслідок.	2	5
12	Розв'язок Шварцшильда для сферично-симетричної задачі. Гравітаційний радіус.	4	5
13	Нерелятивістська границя рівнянь Ейнштейна, перехід до ньютонівської теорії гравітації.	4	5
14	Рух тіла у сферично-симетричному гравітаційному полі. Ефект релятивістського зміщення перицентра, розрахунок для слабкого поля (обертання Меркурія навколо Сонця).	4	5
15	Відхилення променів світла у гравітаційному полі.	4	5
ВСЬОГО¹		44	75

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

¹ У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год. – час тривалості пари*).

Загальний обсяг 90 год.², в тому числі (вибрати необхідне):

Лекцій – 44 год.

Семінари – _____ год.

Практичні заняття – _____ год.

Лабораторні заняття – _____ год.

Тренінги – _____ год.

Консультації – 1 год.

Самостійна робота – 75 год.

9. Рекомендовані джерела³:

Основна: (Базова)

до 10 фундаментальних, базових джерел

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, Т. II: Теория поля. – Москва: Наука, 1973. – 504 с.
2. Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж. Гравитация. – Москва: Мир, 1977, в трёх томах. Т. 1, пер. с англ. М.М. Баско. – 480 с.; Т. 2, пер. с англ. А.А. Ружмайкина. – 527 с.; Т. 3, пер. с англ. А.Г. Полнарёва. – 512 с.
3. Жданов В.І. Вступ до теорії відносності. – Київ: ВПЦ "Київський університет", 2008. – 287 с.
4. Паули В. Теория относительности. – Москва: Наука, 1983. Пер. с нем. В.Л. Гинзбурга и Л.М. Левина. – 336 с.
5. Дирак П.А.М. Общая теория относительности. – Москва: Атомиздат, 1978. Пер. с англ. Г.В. Исаева. – 64 с.

Додаткова:

як правило - до 20 джерел

6. Фок В.А. Теория пространства, времени и тяготения. – Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955. – 504 с.
7. Фейнман Р.Ф., Мориниго Ф.Б., Вагнер У.Г. Фейнмановские лекции по гравитации. – Москва: Янус-К, 2000. Пер. с англ. А.Ф. Захарова. – 296 с.
8. Яцків Я.С., Александров О.М., Вавилова І.Б., Жданов В.І., Жук О.І., Кудря Ю.М., Парновський С.Л., Федорова О.В., Хміль С.В. Загальна теорія відносності: горизонти випробувань. – Київ, 2013. – 264 с.
9. Лайтман А., Пресс В., Прайс Р., Тюкольски С. Сборник задач по теории относительности и гравитации. – Москва: Мир, 1979. Пер. с англ. А.П. Бондарева и Ю.А. Данилова. – 536 с.
10. Борн М. Эйнштейновская теория относительности. – Москва: Мир, 1972. Пер. с англ. Н.В. Мицкевича. – 368 с.

10. Додаткові ресурси (за наявності):

Посилання на електронні ресурси (не тільки відкриті) на яких розміщено додаткову інформацію щодо дисципліни — приклади контрольних і екзаменаційних завдань, тематика рефератів, методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт, тощо)

Голова Науково-методичної ради

В.А.Бугров

² Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

³ В тому числі Інтернет ресурси