

Думка про те, що Всесвіт можна обійти та повернутися в початкову точку, підійде тільки для наукової фантастики, але вона не має практичного значення, оскільки Всесвіт встигне стиснутися до нуля ще до кінця мандрівки. Щоб повернутися в початкову точку до настання кінця Всесвіту потрібно було б рухатися зі швидкістю більшою за швидкість світла, а це неможливо.

Головним результатом роботи Фрідмана в області ЗТВ стала космологічна нестационарна модель, що носить тепер його ім'я. За свідченням В. А. Фока, у Фрідмана переважав математичний підхід до теорії відносності: «Фрідман не раз говорив, що його справа – вказати можливі розв'язки рівнянь Ейнштейна, а там хай фізики роблять з цими розв'язками що вони хочуть» [4].

Як повинен вести себе Всесвіт, підпорядкований законам Фрідмана? Так само як кинуте в радіальному напрямку тіло з потенційною енергією, підпорядковане законам Ньютона і анти-Гука. Кинуте тіло впаде назад, а Всесвіт, який почав в момент "Великого Вибуху" розширюватися з нескінченною швидкістю, буде поступово сповільнюватися, замре на мить і покотиться назад, нарощуючи швидкість, назад до нульового радіусу – сингулярності [3]. Чи пройде Всесвіт через сингулярність і почне розширюватися знову, повторюючи цикл за циклом? Фрідман допускав таку можливість, згадуючи індуську міфологію про періоди життя. Він навіть вирахував "період світу", взявши інтеграл, приймаючи середню щільність речовини рівній наведеної в книзі англійського астронома Еддінгтона і вважаючи космологічну сталу нульовою. Отримав 10 000 000 000 років. Цей сценарій Фрідман назвав "періодичним світом" [3].

Список використаних джерел:

1. Gamov G. The Creation of the Universe. Viking Press, 1952. – 147 p.
2. Беленький А. Александр Фридман и истоки современной космологии. *Наука из первых рук*: электронный журн. 2012, № 5(47). – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://scfh.ru/papers/vodyi-v-kotoryie-ya-vstupayu-ne-peresekalesche-nikto-aleksandr-fridman-i-istoki-sovremennoy-kosmologii/>
3. Фридман А. Мир как пространство и время. М.: Либроком, 2009. 114 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://publ.lib.ru/ARCHIVES/F/>
4. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. Москва, 2002. 240 с.

THE FRIEDMANN METRIC

Sofia Chelnokova – 2nd year student of master's program NPDU

The study of various approaches to solving equations of the general theory of relativity (GTR) helps to understand modern models of the Universe. Although A. Fridman was not the first in attempts to solve the equations of the general theory of relativity, it was his solutions that provided the basis for the most common modern models of the Universe.

Key words: general theory of relativity (GTR), equations of general theory of relativity (GTR), Friedman, The Friedmann metric.

СТАТИЧНА МОДЕЛЬ ВСЕСВІТУ

Оксана Морозова – студентка 2-го курсу СВО магістра НПУ ім. М.П. Драгоманова

Розглянуто головні поняття теорії відносності та основне рівняння, за допомогою якого Ейнштейн пояснював незмінність Всесвіту у часі.

Ключові слова: космологія, загальна теорія відносності, Ейнштейн, простір-час, теорія гравітації, космологічна стала.

Зрозуміти природу нашого світу у всій його різноманітності - дуже складне завдання, але людська цікавість протягом тисячоліть штовхала людей на пошуки відповідей. Завдяки своєму впливу, гравітація відіграє важливу роль в такому інтелектуальному пошуку. Тому зрозумівши природу простору-часу, гравітації, можливо можна зрозуміти і природу нашого Всесвіту. Оскільки саме тяжіння визначає взаємодію мас на великих відстанях, а значить, динаміку космічної матерії в масштабах Всесвіту, то теоретичним ядром космології виступає теорія тяжіння, а сучасної космології - релятивістська теорія тяжіння. Тому сучасну космологію називають релятивістською.

Після створення спеціальної теорії відносності Альберт Ейнштейн розглядав відносність поняття прискореного руху, представивши свої думки у вигляді принципу еквівалентності мас. У 1915 році на його основі вчений розробив загальну теорію відносності (ЗТВ) або релятивістську теорію гравітації. Створення ЗТВ є одним з найбільших відкриттів 20 століття. Ця теорія стала революційною, оскільки докорінно змінила наше розуміння світу.

Теорія базується на складному математичному апараті та вимагає абсолютно нового способу мислення. В ній Ейнштейн представляє наш світ як чотиривимірний простір-час, а поняття “гравітація” набуває цілком нового значення. Вчений відходить від традиційного визначення, і представляє гравітацію як викривлення простору-часу масивними об’єктами.

Згідно ЗТВ гравітаційне поле можна розглядати як спотворення чотиривимірного простору-часу. Воно не відрізняється від прискорення в локальних системах відліку, але має достатньо великий вплив на більші області. Тому вчений зробив висновок, що неевклідову геометрію можна побачити завдяки спотворенням трьох просторових координат. А оскільки четверта координата – це час, то спотворення це те, що ми бачимо як рух. Тоді гравітацію можна представити не як силу, а як викривлення простору-часу біля масивних об’єктів.

Тільки після численних експериментальних підтверджень, ЗТВ отримала статус фундаментальної теорії, яка стала основою сучасної космології.

Ейнштейн вважав Всесвіт ізотропним, однорідним та статичним із рівномірно розподіленою по ньому матерією. Отже, Всесвіт не розширюється і не скорочується, він не має кривизни, тобто його можна вважати евклідовим. Тоді вченим була введена космологічна стала Λ і основне рівняння ЗТВ набуло наступного вигляду:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = -\frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Оскільки за Ейнштейном Всесвіт є статичним, незмінним у часі, то необхідно було ввести силу, яка компенсує силу тяжіння. Він ввів таку силу штучно, без будь-яких емпіричних підтверджень, лише як наслідок гіпотези про незмінність Всесвіту. Вона забезпечує взаємне відштовхування, яке компенсує тяжіння за певної густини матерії, забезпечуючи рівновагу [2, С.47].

Для представлення статичності Всесвіту було покладено, що $\Lambda=0$. Тоді рівняння, яке представляє статичну космологічну модель Ейнштейна має вигляд:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = -\frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Це рівняння пов’язує:

- кривизну простору-часу, що визначається тензорами $R_{\mu\nu}$ і R ;
- властивості простору-часу, які визначаються метричним тензором $g_{\mu\nu}$;
- взаємодію гравітаційного поля з матерією, що визначає тензор $T_{\mu\nu}$.

Пізніше космологічні моделі з Λ розглядали і інші вчені, такі як де Сіттер та Леметр. Ау 1931 році Ейнштейну довелося погодитися з ідеєю про розширення Всесвіту, після чого він прибрав Λ із своїх рівнянь і визнав, що це було “найбільшою помилкою” в його житті.

Хоча модель статичного Всесвіту і була невірною, але вона була великим кроком вперед для того часу. Теорія гравітації поклала початок у розвитку сучасної космології. Пізніше були розроблені і інші моделі Всесвіту, але в їх основі лежали розв'язки тих же рівнянь Ейнштейна.

Список використаних джерел:

1. Левич В.Г. Курс теоретической физики Том 1. – М.: Наука , 1969. – 908 с.
2. Парновський С., Парновський О. Як влаштовано всесвіт. Вступ до сучасної космології. – Л. : Видавництво старого лева, 2018. – 240 с.
3. Hawking S., Mlodinow L.A. Briefer History of Time / Stephen Hawking Leonard Mlodinow . – New York : Bantam Dell a Division of Random House, Inc ., 2005. – 260 p.

STATIC MODEL OF THE UNIVERSE

Oksana Morozova – 2nd year student of master's program NPDU

The article deals with the basic concepts of the general theory of relativity that formed the basis of Einstein's static model.

Key words: The article deals with the main concepts of relativity and the basic equation by which Einstein explains the invariance of the universe in time.

NASA INSIGHT НА МАРСІ

Віталій Банак – студент 1 курсу СВО магістра НПУ ім. М. П. Драгоманова

В статті коротко розглядається результати місії НАСА «InSight» на поверхні Марса. Дослідження поверхні червоної планети, її ядра, вимірювання швидкості вітру та дослідженню підземних поштовхів – це основні її завдання. Ці результати – лише початок. Спостереження за повним марсіанським роком дасть можливість дізнатися набагато більше про структуру та особливості Марса.

Ключові слова: InSight, НАСА, Марс, RISE, CEIC, SEIS.

Уже не перший рік увагу людей привертають дослідження Марса. Саме на цій планеті в найближчому майбутньому може бути створена перша космічна колонія. Як наслідок, постійно проводиться велика кількість досліджень, які покликані допомогти зрозуміти червону планету та допомогти в її освоєнні.

Однією з основних дослідницьких місій останніх років є місія НАСА «InSight», запущена 2018 року. Уже перший рік цієї місії відкрив нам планету, яка живе з землетрусами, пиловими чортами та дивними магнітними імпульсами.

П'ять публікацій були опубліковані в «NATURE». У додатковому документі Nature Geoscience детально описується місце посадки космічного корабля InSight, дрібний кратер на прізвисько "Холодна порода" в регіоні під назвою Elysium Planitia.

InSight - перша місія, присвячена дослідженню глибоко під марсіанськими поверхнями. Серед наукових інструментів - сейсмометр для виявлення землетрусів, датчики вимірювання тиску вітру та повітря, магнітометр та зонд теплового потоку, призначений для визначення температури планети.

Ультраточливий сейсмометр, який називають Сейсмічним Експериментом для Внутрішньої Структури (SEIS), дозволив вченим "почути" багаторазові тремтіння на відстані від сотень до тисяч кілометрів від нього.

На сейсмічні хвилі впливають матеріали, через які вони рухаються, даючи вченим спосіб вивчити склад внутрішньої будови планети. Марс може допомогти науковцям краще зрозуміти, як усі кам'янисті планети, включаючи Землю, формувалися раніше.