

УДК 531.51

ПРО ВИДІЛЕННЯ РОЗВ'ЯЗКІВ РІВНЯНЬ МАТІСОНА-ПАПАЕТРУ, ЩО ОПИСУЮТЬ РУХ ВЛАСНОГО ЦЕНТРА МАСИ В ПОЛІ ШВАРЦШІЛЬДА

Микола Феник

*Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача НАН України*

fenuk85@gmail.com

Рух пробної частки з внутрішнім кутовим моментом (спіном) в гравітаційному полі в рамках загальної теорії відносності описують рівняння Матісона-Папапетру (МП), які узагальнюють рівняння геодезійних ліній. Сама по собі система рівнянь МП є неповною, оскільки має 7 незалежних рівнянь для 10 невідомих функцій. Необхідність описати рух центра маси пробного тіла, що обертається, зумовило доповнення цих рівнянь ще однією системою із трьох незалежних рівнянь.

У нашому дослідженні, ми використовуємо доповняльну умову Матісона-Пірані, оскільки саме вона впливає з тих фізичних припущень, котрі дозволяють цілком природно конкретизувати світову лінію, яка репрезентує рух обертового протяжного тіла. Ця умова виділяє рух не одного центра маси, а певної сукупності центрів, оскільки в спеціальній теорії відносності розташування центра маси залежить від системи відліку. Внаслідок цього система рівнянь МП в просторі Мінковського описує як прямолінійні лінії, так і сукупність спіральних ліній. Останні є розв'язками для невластних центрів маси, що обертаються навколо власного центра маси. Той розв'язок, що безпосередньо описує поступальний рух частки зі спіном, можна просто ідентифікувати за ознакою його неосциляційності. Тоді як у випадку руху такої частки в гравітаційному полі така ідентифікація нетривіальна. Тому в метриках, відмінних від метрики Мінковського, постає завдання виділення розв'язку, який описує рухи власного центра маси.

У нашому підході розроблено метод виділення розв'язків, що описують рухи частки зі спіном, ортогональним до екваторіальної площини в стандартних координатах метрики Шварцшільда. Конкретні результати проілюстровано для випадків рухів, близьких до колових орбіт спінової частки із значенням радіальної координати, у десять разів більшим від радіуса шварцшільдів-

ського горизонту. Подано графіки розв'язків для координат і компонент швидкості у порівнянні з відповідними графіками для безспінової частки, рух якої описується рівняннями геодезійних ліній. Оцінено прискорення спінової частки відносно безспінової у супутній до них системі координат. Показано, що причиною відхилення траєкторії спінової частки від геодезійної є наявність додаткового прискорення зумовленого спін-гравітаційною взаємодією.

ON SELECTION OF SOLUTIONS OF EQUATIONS MATHISON-PAPAPETROU DESCRIBING THE MOVEMENT OF PROPER CENTER MASS IN THE SCHWARZSCHILD FIELD

The solution that directly describes the translational motion of a particle with spin in flat space can simply be identified by its non-oscillation feature. Whereas in the case of the movement of such a particle in the gravitational field, such identification is non-trivial. Therefore, in metrics different from the Minkowski metric, the task of finding a solution that describes the movements of proper center mass arises.

In our approach, a method for extracting solutions describing the motions of a proper center mass of a particle with orthogonal spin to the equatorial plane in standard coordinates of the Schwarzschild metric has been developed. In our research, we use the Mathison-Pirani additional condition. Specific results are illustrated for the cases of motions close to the circular orbits of the spin particle with a value of the radial coordinate ten times greater than the radius of the Schwarzschild horizon. The Graphs of the solutions for the coordinates and velocity components are presented in comparison with the corresponding graphs for a spinless particle whose motion is described by the equations of geodesic lines. The acceleration of the spin particle relative to the spinless one in the accompanying coordinate system is estimated. It is shown that the reason for the deviation of the trajectory of the spin particle from the geodesic one is the presence of additional acceleration of the conditioned spin gravitational interaction.