

УДК 530.12, 531.551

DOI: 10.17223/00213411/63/3/57

Е.К. ОСЕТРИН, К.Е. ОСЕТРИН, А.Е. ФИЛИППОВ

ПРОСТРАНСТВЕННО-ОДНОРОДНЫЕ МОДЕЛИ ШТЕККЕЛЕВЫХ ПРОСТРАНСТВ ТИПА (2.1) *

Найдены все классы пространственно-однородных моделей пространства-времени, которые допускают интегрирование уравнений движения пробных частиц и уравнения эйконала методом полного разделения переменных по типу (2.1). Получено четыре класса данных моделей, которые могут быть применены в любых модифицированных метрических теориях гравитации. Две из них допускают решения уравнений Эйнштейна с космологической постоянной и излучением. Для полученных решений уравнения движения пробных частиц в форме Гамильтона – Якоби и уравнение эйконала для излучения проинтегрированы методом разделения переменных.

Ключевые слова: теория гравитации, точные решения, группа движений, однородные пространства, гравитационные волны, классификация Петрова, классификация Бианки.

Как известно, пространственно-однородные модели пространства-времени играют большую роль при построении реалистичных моделей развития Вселенной в любых метрических теориях гравитации. Одним из важных инструментов изучения подобных моделей является изучение геодезических линий в данных пространствах, в том числе и изотропных (световых). С этой точки зрения в исследовании пространственно-однородных моделей интерес представляют возможности аналитического интегрирования в этих моделях уравнения эйконала и уравнения движения пробных частиц в формализме Гамильтона – Якоби методом разделения переменных.

Пространства, допускающие существование систем координат, в которых уравнения движения пробных частиц в форме Гамильтона – Якоби интегрируются методом полного разделения переменных, называют штеккелевыми (в честь Пауля Штеккеля, Paul Stäckel, см. [1]).

Пространства, допускающие полное разделение переменных в уравнении эйконала, называют конформно-штеккелевыми пространствами.

Согласно общей теории штеккелевых пространств (ШП), разработанной В.Н. Шаповаловым [2], данные пространства определяются так называемым «полным набором» полей Киллинга, состоящим из векторов Киллинга и тензоров Киллинга второго ранга, соответствующих наборам интегралов движения пробных частиц и отвечающих некоторым алгебраическим условиям. Краткое описание основных результатов теории ШП можно найти в работе [3].

Получаемые пространственно-однородные модели, допускающие интегрирование уравнения эйконала (излучение) и уравнения движения пробных частиц (пылевая материя), представляют интерес как для классической теории гравитации Эйнштейна, так и для других модифицированных метрических теорий гравитации [4], в том числе и для сравнительного анализа поведения данных моделей в различных модифицированных теориях гравитации.

В данной работе мы рассмотрим штеккелевы пространства типа (2.1), которые допускают два коммутирующих вектора Киллинга в «полном наборе», поэтому в привилегированной СК (где допускается разделение переменных) метрика ШП типа (2.1) может быть записана так, что зависит только от двух переменных – x^0 и x^1 :

$$g^{ij} = \frac{1}{\Delta} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & f_1(x^1) & 1 \\ 0 & f_1(x^1) & A(x^0, x^1) & b_0(x^0) \\ 0 & 1 & b_0(x^0) & c_0(x^0) \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где $A(x^0, x^1) = a_0(x^0) + a_1(x^1)$; функция Δ является в случае конформно-штеккелевых пространств произвольной функцией всех четырех переменных, а в случае штеккелевых пространств типа (2.1)

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-31-00040.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>