

КЛАССИФИКАЦИЯ МАТРИЧНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ СИММЕТРИИ УРАВНЕНИЯ ДИРАКА В (2+1)-МЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ МИНКОВСКОГО

А.И. Бреев, Н.К. Заря, А.В. Шаповалов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия,
634050, Томск, пл. Новособорная, 1
Телефон: (3822) 529843, E-mail: shpv@phys.tsu.ru

Уравнение Дирака в (2+1)-мерном пространстве с нулевой массой используется в моделях, описывающих низкоэнергетические электронные возбуждения в графене [1]. Одним из основных методов построения точных решений линейных уравнений является хорошо известный метод разделения переменных (РП) в уравнениях математической физики, основу которого составляют полные наборы взаимно коммутирующих операторов симметрии. В [2] проблема РП решена для (2+1)-мерного уравнения Дирака с ненулевой массой в пространстве Минковского с помощью полных наборов матрично-дифференциальных операторов симметрии первого порядка. Однако в безмассовом случае определяющие уравнения для операторов симметрии отличаются от массивного случая и поэтому проблема нахождения операторов симметрии в безмассовом случае, требует специального рассмотрения.

В данной работе в рамках проблемы разделения переменных в безмассовом уравнении Дирака проводится классификация матрично-дифференциальных операторов симметрии первого порядка в (2+1)-мерном пространстве Минковского. Классификация операторов симметрии приводит к задаче о классификации конформных векторов Киллинга в (2+1)-мерном пространстве Минковского. С помощью изоморфизма конформной группы и группы $O(2,3)$ конформные векторы Киллинга представляются как элементы алгебры Ли группы $O(2,3)$, классификация которых проводится относительно действия присоединенного представления группы на ее алгебре Ли. Таким образом, классификация конформных векторов Киллинга приводит к линейно-алгебраической задаче классификации кососимметрической матрицы специального вида относительно преобразования подобия матрицами группы $O(2,3)$. В работе представлено решение данной задачи методом нахождения неэквивалентных наборов элементарных делителей и соответствующих жордановых форм.

Литература

1. Castro Neto A. H., Guinea F., Peres N. M. R., Novoselov K. S., Geim A. K. The electronic properties of graphene // Rev. Mod. Phys. 2009. V. 81, no. 1. P. 109 – 162.
2. Shapovalov A. V., Breev A. I. Symmetry operators and separation of variables in the (2 + 1)-dimensional Dirac equation with external electromagnetic field // Int. J. Geom. Meth. Mod. Phys. 2018. V. 15, no 5. 1850085. 26 pp.