

УДК 530.145

*В.А. АБАКУМОВА, Д.С. КАПРУЛИН, С.Л. ЛЯХОВИЧ*

## УСТОЙЧИВЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ РАСШИРЕННОЙ ТЕОРИЕЙ ЧЕРНА – САЙМОНСА И ЗАРЯЖЕННЫМ СКАЛЯРНЫМ ПОЛЕМ С ВЫСШИМИ ПРОИЗВОДНЫМИ: ГАМИЛЬТОНОВ ФОРМАЛИЗМ\*

Рассматривается гамильтонов формализм со связями расширенной теории Черна – Саймонса с высшими производными произвольного конечного порядка. Показано, что теория порядка  $n$  допускает  $(n-1)$ -параметрическое семейство сохраняющихся тензоров. Выяснено, что такая теория допускает семейство канонически неэквивалентных гамильтоновых формулировок, причем в качестве гамильтониана может быть выбрана ноль-ноль-компонента любого сохраняющегося тензора. Каноническая гамильтонова формулировка Остроградского включена в это семейство. Мы также приводим пример взаимодействий с заряженным скалярным полем, сохраняющих выбранного представителя семейства гамильтоновых формулировок.

*Ключевые слова:* теории с высшими производными, гамильтонов формализм, расширенная теория Черна – Саймонса.

### Введение

Вопросы построения гамильтонова формализма в теориях с высшими производными исследуются на протяжении многих лет, начиная с работы Остроградского [1]. Для вырожденных теорий с высшими производными процедура построения гамильтонова формализма со связями была впервые предложена в работе [2]. На основе этой процедуры и ее различных модификаций изучались различные калибровочные теории, в том числе модели гравитации [3, 4]. Основной трудностью гамильтоновой теории, которая строится методом Остроградского и его обобщениями для вырожденных теорий, является неограниченность гамильтониана снизу, имеющая из-за этого известные трудности с устойчивостью динамики и последующим построением квантовой теории [5–7].

Альтернативные процедуры перехода в гамильтонов формализм, не опирающиеся на конструкцию Остроградского, были впервые рассмотрены в теории Пайса – Уленбека [8, 9]. В работе [10] показано, что каждая свободная теория с высшими производными допускает семейство канонически неэквивалентных гамильтонианов и скобок Пуассона, включающее канонического представителя. Явное построение семейства неканонических гамильтоновых формулировок в калибровочной полевой теории было впервые проведено в [11, 12], где изучалась расширенная теория Черна – Саймонса (ЧС) [13] третьего и четвертого порядков.

В настоящей работе рассматривается гамильтонова формулировка для расширенной теории ЧС произвольного конечного порядка. Показывается, что свободная расширенная теория ЧС допускает  $(n-1)$ -параметрическое семейство гамильтоновых формулировок, причем в качестве гамильтониана может быть взята ноль-ноль-компонента произвольного представителя семейства сохраняющихся тензоров [14]. В работе также демонстрируется, что построенные ранее в [15] нелагранжевы вершины взаимодействия расширенной теории ЧС с заряженным скалярным полем сохраняют выбранный представитель в семействе гамильтонианов.

Работа организована следующим образом: в п. 1 приводятся некоторые предварительные сведения о расширенной теории ЧС, в том числе выписывается явный вид уравнений движения и сохраняющихся тензоров. В п. 2 строится гамильтонова формулировка расширенной теории ЧС, вычисления здесь в значительной степени используют техники работы с матрицами Ганкеля и Безу, которые могут быть найдены, например, в [16]. В п. 3 рассматривается гамильтонова формулировка при наличии взаимодействий с заряженным скалярным полем.

\* Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России, проект № 3.9594.2017/8.9.

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>