

## THE SPECTRUM OF QUANTUM GRAVITY

*X. Calmet*<sup>a, 1</sup>, *B. Latosh*<sup>a, b, 2</sup>

<sup>a</sup> University of Sussex, Brighton, United Kingdom

<sup>b</sup> Dubna State University, Dubna, Russia

In this paper we consider the degrees of freedom beyond the graviton present in the effective field theory for quantum gravity. We point out that the position of the poles due to  $R^2$  and  $R_{\mu\nu}R^{\mu\nu}$  cannot be affected by operators that are higher order in curvature. On the other hand, operators of the type  $R\Box R$  will lead to new poles while shifting the positions of the poles found at second order in curvature. New degrees of freedom can be identified either, as just described, by looking at the poles of the graviton propagator corrected by quantum gravity or by mapping the Jordan frame theory to the Einstein frame theory. While this procedure is very well defined for second order curvature terms in the effective action, we point out that higher order terms in curvature lead to a nonlinear and non-local relation between the propagating scalar degree of freedom and the Ricci scalar. We show how to resolve these ambiguities and how to obtain the correct action in the Einstein frame. We illustrate our results by looking at  $f(R)$  gravity.

В статье мы рассматриваем степени свободы за пределами гравитона, присутствующего в эффективной теории поля для квантовой гравитации. Отметим, что на положение полюсов из-за  $R^2$  и  $R_{\mu\nu}R^{\mu\nu}$  не могут влиять операторы более высокого порядка по кривизне. С другой стороны, операторы типа  $R\Box R$  приводят к новым полюсам, смещая положения полюсов, найденных во втором порядке по кривизне. Новые степени свободы могут быть идентифицированы либо как описано выше, с рассмотрением полюсов пропагатора гравитона, скорректированных квантовой гравитацией, либо путем сопоставления теории в форме Джордана с теорией в форме Эйнштейна. Поскольку эта процедура очень хорошо определена для членов кривизны второго порядка в эффективном действии, отметим, что члены более высокого порядка в кривизне приводят к нелинейной и нелокальной связи между распространением скалярной степени свободы и скаляром Риччи. Мы показываем, как устранить эти неоднозначности и как получить правильное действие в рамках теории Эйнштейна. Мы иллюстрируем наши результаты, рассматривая  $f(R)$ -гравитацию.

PACS: 04.60.-m; 04.60.Bc

Received on July 5, 2019.

---

<sup>1</sup>E-mail: x.calmet@sussex.ac.uk

<sup>2</sup>E-mail: b.latosh@sussex.ac.uk