

Course Title (in English)	Path integral: Stochastic processes and basics of Quantum mechanics
Course Title (in Russian)	Функциональный интеграл: Стохастические процессы и основы квантовой механики
Lead Instructor	Andrew G. Semenov
Contact Person	Andrew Semenov
Contact Person's E-mail	semenov@lpi.ru

Course Description

One of the most powerful methods of modern theoretical physics is the method of functional integration or path integration. The foundations of this approach were developed by N. Wiener at the beginning of the 20th century, but it spread widely after R. Feynman, who applied this approach in quantum mechanics. At present, the functional integral has found its application in the theory of random processes, polymer physics, quantum and statistical mechanics, and even in financial mathematics. Despite the fact that in some cases its applicability has not yet been mathematically rigorous proven, this method makes it possible to obtain exact and approximate solutions of various interesting problems with surprising elegance. The course is devoted to the basics of this approach and its applications to the theory of random processes and quantum mechanics. In the first part of the course, using the example of stochastic differential equations, the main ideas of this approach will be described, as well as various methods for exact and approximate calculation of functional integrals. Further, within the framework of the course, the main ideas of quantum mechanics will be considered, and both the operator approach and the approach using functional integration will be considered. It will be demonstrated that, from the point of view of formalism, the description of random processes and the description of quantum mechanical systems are very similar. This will make it possible to make a number of interesting observations, such as, for example, the analogy between supersymmetric quantum mechanics and the diffusion of a particle in an external potential. In the final part of the course, depending on the interests of the audience, various applications of the functional integration method will be discussed, such as polymer physics, financial mathematics, etc.

Аннотация

Одним из мощнейших методов современной теоретической физики является метод функционального интегрирования или, интегрирования по траекториям. Основы данного подхода были заложены Н. Винером ещё в начале XX века, однако наибольшую известность он получил после того, как Р. Фейнман применил данный подход в квантовой механике. В настоящее время функциональный интеграл нашел своё применение в теории случайных процессов, физике полимеров, квантовой и статистической механике и даже в финансовой математике. Несмотря на то, что в ряде случаев его применимость математически строго пока не доказана, данный метод позволяет с удивительным изяществом получать точные и приближённые решения различных интересных задач. Курс посвящён основам данного подхода и его приложениям к теории случайных процессов и квантовой механике. В первой части курса на примере стохастических дифференциальных уравнений будут рассказаны основные идеи данного подхода, а так же различные способы точного и приближённого вычисления функциональных интегралов. Далее в рамках курса будут рассмотрены основные идеи квантовой механики, причем будет рассмотрен как операторный подход, так и подход с использованием функционального интегрирования. Будет продемонстрировано, что с точки зрения формализма описание случайных процессов и описание квантовомеханических систем весьма похоже. Это позволит сделать ряд интересных наблюдений, таких как, например, аналогию между суперсимметричной квантовой механикой и диффузией частицы во внешнем потенциале. В заключительной части курса, в зависимости от интересов аудитории, будет рассказано о различных применениях метода функционального интегрирования, таких как физика полимеров, финансовая математика и др.

Course Academic Level	Master-level
Number of ECTS credits	6
Type of Assessment	Graded
A:	86
B:	76
C:	66
D:	56

E: 46

F: 0

Attendance Requirements Optional with Exceptions

Course Stream Science, Technology and Engineering (STE)

Course Term (in context of Academic Year) Term 1
Term 2

Course Delivery Frequency Every two years

Students of Which Programs do You Recommend to Consider this Course as an Elective?

Masters Programs	PhD Programs
Mathematical and Theoretical Physics Photonics and Quantum Materials	Mathematics and Mechanics Physics

Course Tags Math
Physics

Required Textbooks	ISBN-13 (or ISBN-10)
Chaichian M., Demichev A. Path integrals in physics. Vol. 1: Stochastic processes and quantum mechanics. 2001	9780367397142
Faddeev, L.D., Iakubovskii, O.A. Lectures on quantum mechanics for mathematics students. 2009	9780821846995