**Факультет** **вычислительной математики и кибернетики**

**Межфакультетский курс**

**Сложные процессы с точки зрения квантовой физики**

Complex processes from the view point of quantum physics

Лекции: 30 часов

**Лекторы**: профессор, д.ф-м.н. Ю.И.Ожигов,

а также: профессор, д.ф-м.н., член-корр. РАН В.В.Воеводин,

профессор, д.ф-м.н., член-корр.АК РФ С.Н.Молотков,

профессор, д.ф-м.н. С.П.Кулик, профессор, д.ф-м.н. Ю.И.Богданов,

профессор, д.ф-м.н. В.М.Акулин

**Аннотация**

Курс продолжает читавшийся в прошлом семестре цикл лекций по квантовой информатике, но является отдельным, открытым для студентов всех специальностей. Будет дан исторический обзор развития понятия сложности с античных времен, и обоснована фундаментальная роль квантовой теории в понимании сложных процессов в наше время.

 Будет рассказано о главных принципах квантовой теории: векторе состояния, интерференции, измерениях, и о том, как повседневное, классическое восприятие мира в действительности основано на квантовой механике.

 Особое внимание будет уделено проекту квантового компьютера и его значению для будущего человечества. Подробно разбирается знаменитый эксперимент, устанавливающий мгновенное квантовое действие на расстоянии — так называемую нелокальность и трактовка в связи с этим релятивистского ограничения на скорость передачи информации из теории относительности.

 Будет дано представление о квантовой криптографии и работам по квантовым технологиям и квантовому компьютеру, ведущихся в стенах Московского Университета.

 Более детально рассмотрим вопросы компьютерного и суперкомпьютерного моделирования сложных процессов на квантовом уровне и построения компьютерных программ для этих целей. Эта задача представляет вызов способности современной науки раскрыть механизм биологии, а также ядерной физики — областей, где квантовая механика делает лишь первые шаги, но именно с ней связаны наши надежды на прогресс.

 Курс будет интересен студентам, склонным к исследованию задач естествознания с помощью компьютерного моделирования на самых современных моделях компьютеров и суперкомпьютеров, а также и к совершенствованию самой вычислительной техники. Но будет интересно и слушателям с гуманитарным складом: сама философия квантовой физики представляет огромную ценность даже в практическом плане; известен квантовый метод принятия решений, который практикуется в острых ситуациях, где дело решают миллионные доли секунды.

**Программа**

1. Развитие понятия о сложности с античных времен. Квантовые представления о материи.

2. Квантовая теория света. Закон интерференции и его применения.

3. Матричная механика: от школьной оптики к фейнмановским диаграммам.

4. Что такое квантовый компьютер и почему он нам необходим.

5. Квантовая нелокальность, сверхсветовая коммуникация — как это согласуется с ОТО и какие новые возможности нам открывает?

6. Предсказательное моделирование и управление живым на квантовом уровне: возможно ли это и как этого достичь: темы исследовательских работ для студентов — старших курсов и аспирантов.

7. Суперкомпьютеры — почему они необходимы и каково их будущее.

8. Принципы и протоколы квантовой криптографии. Квантовая теория информации.

9. Практическое построение квантового компьютера. Работы, ведущиеся в МГУ.

10. Наблюдение квантовых состояний. Квантовая метрология и томография. Квантовое принятие решений.

11. Управление сложными квантовыми системами как объектами физики. Границы наших возможнстей.

12. Заключительная лекция: наше открытие квантового мира и его значение для будущего.

**Вопросы к зачету:**

1. Что такое вектор состояния?

2. Написать уравнение Шредингера.

3. Что такое наблюдение?

4. Может ли свет двигаться не по прямой и когда это возможно?

5. Сформулировать закон интерференции.

6. Что такое квантовый компьютер и его назначение.

7. Как квантовое дальнодействие согласуется с общей теорией относительности.

8. Какие технологии используются для создания квантового компьютера.

9. Почему закон Мура не работает в настоящее время.

10. Можно ли клонировать квантовые состояния.

11. Как работает квантовый криптографический протокол BB84.