

Утверждено  
решением Ученого Совета  
физического факультета МГУ  
от 26.12.2019 г.

Декан физического факультета МГУ  
профессор Н.Н.Сысоев



Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова  
Магистерская программа  
*«Квантовая гравитация и математическая физика»*

# Вопросы к государственному экзамену

Программа «Квантовая гравитация и математическая физика»

1. Курс «Введение в теорию струн». Точечная релятивистская частица, связи и метрика на мировой линии. Безмассовая релятивистская струна, действие Намбу-Гото, симметрии и уравнения движения.
2. Курс «Введение в теорию струн». Действие Полякова, симметрии и уравнения движения. Связи и выбор калибровки. Конформная калибровка и остаточная калибровочная свобода.
3. Курс «Введение в теорию струн». Осцилляторные разложения, генераторы Вирасоро. Функция Гамильтона и лоренц-инвариантная эффективная масса струны.
4. Курс «Введение в теорию струн». Квантование в калибровке светового конуса. Спектр масс для открытой струны с граничными условиями Неймана.
5. Курс «Введение в теорию струн». Квантование в формализме континуального интеграла. Метод Фаддеева-Попова и репараметризационные духи  $b, c$ .
6. Курс «Введение в теорию струн». Спектр струны в формализме континуального интеграла. Соответствие "состояние-оператор" в конформной теории поля и вершинные операторы.
7. Курс «Введение в теорию струн». Струнная  $S$ -матрица. Древесные амплитуды замкнутых струн, сумма по топологиям. Амплитуда Вирасоро-Шапиро.
8. Курс «Введение в двумерную конформную теорию поля». 2-точечная и 3-точечная функции примарных операторов.
9. Курс «Введение в двумерную конформную теорию поля». Конформные тождества Уорда.
10. Курс «Введение в двумерную конформную теорию поля». ОРЕ тензоров энергии-импульса и алгебра Вирасоро.
11. Курс «Введение в двумерную конформную теорию поля». Модуль Верма и сингулярные векторы.
12. Курс «Введение в двумерную конформную теорию поля». Вакуумная энергия на плоскости и цилиндре.
13. Курс «Введение в двумерную конформную теорию поля». Конформный блок.
14. Курс «Двумерные конформные теории». BPZ условие отщепления.
15. Курс «Двумерные конформные теории». Минимальные модели.
16. Курс «Двумерные конформные теории». Вертекальные операторы.

33. Курс «Физика черных дыр». Симметрии асимптотически–плоских пространств. Координаты Бонди. Асимптотические векторы Киллинга. Группа БМС. Супертрансляции.
34. Курс «Физика черных дыр». Причинная структура пространства Шварцшильда. Координаты Крускала. Диаграммы Картера–Пенроуза для вечной черной дыры и для решения с коллапсом. Белая дыра, внутренность черной дыры.
35. Курс «Физика черных дыр». Гравитация поле в пространстве с границами. Действие Гиббонса–Хокинга.
36. Курс «Физика черных дыр». Периодичность пространства Шварцшильда в евклидовом времени. Функциональный интеграл для статистического ансамбля гравитирующих систем. Квазиклассическое вычисление свободной энергии с помощью евклидового пространства Шварцшильда. Энтропия черной дыры.
37. Курс «Теория высших спинов и голография». Классификация унитарных неприводимых представлений алгебры Пуанкаре (какие параметры характеризуют эти представления).
38. Курс «Теория высших спинов и голография». Релятивистские уравнения для свободных полей в плоском пространстве: массивный и безмассовый случай (выписать уравнения движения и (если необходимо) калибровочные преобразования для массивных и безмассовых полей целого спина).
39. Курс «Теория высших спинов и голография». Поля в пространстве анти де Ситтера как неприводимые унитарные представления  $so(d - 1, 2)$ . (построение представления младшего веса, начиная с унитарного неприводимого представления максимально компактной подалгебры  $so(d - 1, 2)$ ).
40. Курс «Теория высших спинов и голография». Эмбиент формализм для описания полей в пространстве АдС (понятие эмбиент пространства, действие группы изометрий АдС на эмбиент пространстве, связь между тензорными полями в эмбиент и полями на АдС).
41. Курс «Теория высших спинов и голография». Теорема Флато–Фронсдала и алгебра высших спинов (сформулировать теорему. Определить алгебру).
42. Курс «Квантовые калибровочные теории с расширенной суперсимметрией». Чему равны бета-функции в калибровочных теориях с расширенной суперсимметрией?
43. Курс «Квантовые калибровочные теории с расширенной суперсимметрией». Типы центральных зарядов в теориях с расширенной симметрией.
44. Курс «Квантовые калибровочные теории с расширенной суперсимметрией». Найдите решение для монополя 't Хоофта–Полякова в пределе Богомольного.

17. Курс «Двумерные конформные теории». Модулярные преобразования на торе.
18. Курс «Двумерные конформные теории». Радиальное квантование.
19. Курс «Конформные теории и голографическое соответствие». Кроссинг-уравнения конформного бутстрапа.
20. Курс «Конформные теории и голографическое соответствие». ОРЕ двух спин-0 примарных операторов.
21. Курс «Конформные теории и голографическое соответствие». 2-точечная функция спин-1 примарных операторов.
22. Курс «Конформные теории и голографическое соответствие». Предел Брейтенлонера-Фридмана для скаляра.
23. Курс «Конформные теории и голографическое соответствие». Процедура Губсера-Клебанова-Полякова-Виттена.
24. Курс «Конформные теории и голографическое соответствие». Пример AdS/CFT дуальных теорий.
25. Курс «Квантование Баталина-Вилковынского». Гамильтонова система со связями 1-го рода. Калибровочные преобразования и физическая интерпретация.
26. Курс «Квантование Баталина-Вилковынского». Расширенное фазовое пространство и БРСТ заряд для системы со связями 1-го рода. БРСТ когомологии и квантование.
27. Курс «Квантование Баталина-Вилковынского». Основные структуры формализма БВ: антискобка, мастер-уравнение, анти-канонические преобразования.
28. Курс «Квантование Баталина-Вилковынского». Фиксация калибровки и независимость физических величин от калибровки. Калибровочный фермион.
29. Курс «Квантование Баталина-Вилковынского». БВ формулировка теории Янга-Миллса.
30. Курс «Физика черных дыр». Симметрии искривленного пространства–времени. Алгебра векторов Киллинга. Геодезические в симметричных пространствах и законы сохранения.
31. Курс «Физика черных дыр». Геодезические в пространстве Шварцшильда. Последняя стабильная круговая орбита. Отклонение света. Нестабильная светоподобная орбита.
32. Курс «Физика черных дыр». Асимптотически–плоские пространства. Причинная структура пространства Минковского. Конформное преобразование, нефизическая метрика. Светоподобные, пространственные и временные бесконечности. Диаграмма Пенроуза для асимптотически–плоского пространства.

45. Курс «Теория суперструн». Представление нулевой кривизны для модели главного кирального поля, локальные и нелокальные интегралы движения.
46. Курс «Теория суперструн». Сигма-модели на симметрических пространствах, интегрируемость.
47. Курс «Теория суперструн». Перенормируемость двумерных сигма-моделей, однопетлевая бета-функция, условие конформной инвариантности.
48. Курс «Теория суперструн». Модель Весса-Зумино, конформная инвариантность, алгебра токов.
49. Курс «Теория суперструн». Эта-деформация модели главного кирального поля и G/H модели (на примере  $O(3)$ ).
50. Курс «Теория суперструн». Формулировка струны Грина-Шварца на  $AdS_5 \times S_5$  как косет сигма-модели.

