



Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»



Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Институт Теоретической и Экспериментальной Физики» имени А.И.Алиханова  
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
НИИ «Курчатовский институт – ИТЭФ»



В.Ю. Егорычев

2017 г.

## ПРОГРАММА

вступительных испытаний для поступающих на обучение по программам  
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по специальной дисциплине

Направление подготовки: **03.06.01 «Физика и астрономия»**

Направленность (профиль) подготовки:

**«Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника»**

**01.04.20**

Согласовано:

Заместитель директора по научной работе

по международным проектам

А.В. Акиншинов

Согласовано:

Заведующий аспирантурой

Б.В. Мартемьянов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого Совета

Протокол № 2 от 16.03 2017 г.

Ученый Секретарь

В.В. Васильев

Москва, 2017 г.

**Форма проведения вступительных испытаний:** собеседование по вопросам.

Для подготовки ответа поступающий использует экзаменационные листы.

**Направленность (профиль) - 01.04.20 – «Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника»**

1. Вклад Российской научной школы в физику пучков заряженных частиц и ускорительную технику.
2. Сильноточные ускорители. Заряженная плазма.
3. Физические характеристики потоков заряженных частиц.
4. Высокоточные генераторы импульсных напряжений (ГИН).
5. Мощные генераторы импульсов тока (ГИТ).
6. Линейные индукционные ускорители.
7. Элементная база ГИН и ГИТ.
8. Коммутаторы на основе вакуумных и газонаполненных разрядников.
9. Электропрочность вакуумной изоляции и проблемы ввода напряжения в вакуум.
10. Понятие пучка заряженных частиц. Теорема Лиувилля. Эмиттанс и яркость пучка. Акцептанс системы транспортировки пучка.
11. Системы релятивистских уравнений движения заряженной частицы в электромагнитных полях.
12. Уравнения корпускулярной оптики. Теорема Буша.
13. Электростатические и магнитные азимутально-симметричные корпускулярные линзы.
14. Оптика Пирса.
15. Квадрупольные электростатические и магнитные линзы.
16. Матричный метод анализа транспортировки пучков.
17. Электронные эмиттеры.
18. Плазменные источники ионов.
19. Квазиплоский релятивистский электронный диод.
20. Закон Богуславского- Ленгмюра- Чайлда. Ток Альвена.
21. Биполярный ионный диод.
22. Подавление электронной проводимости. Магнитная изоляция в диодных системах.
23. Ионные триоды. Пинч- рефлексный диод.
24. Транспортировка сильноточных пучков.
25. Поперечное ограничение тока транспортируемого пучка.
26. Продольное ограничение тока пучка. Виртуальный катод.
27. Разлет пучка в свободном пространстве. Сильноточный пучок в магнитном поле.
28. Зарядовая и токовая нейтрализация пучка.
29. Электростатический предельный ток пучка.
30. Предельный ток нейтрализованного пучка.
31. Сильноточные пучки в плазме.
32. Пучки Беннета- Будкера.
33. Нестационарные явления при инжекции пучка в плазму.
34. Пинч Беннета.

35. Коллективные методы ускорения.
  36. Ускорение электронными кольцами.
  37. Ток запираания в трубе и ускорение в прямых пучках.
  38. Диоды Люса.
  39. Ускорение на фронте ионизации.
  40. Ускорение в лазерной плазме.
  41. Методы численного решения задач физики пучков заряженных частиц (постановка задачи).
  42. Уравнение Власова.
  43. Метод крупных частиц и его модификации.
  44. Метод «облако в ячейке».
  45. Метод «водяной мешок».
  46. Расчет электродинамических систем формирования пучков методом интегральных уравнений и эквивалентных зарядов.
  47. Проекционные и вариационные методы расчета электродинамических формирующих систем.
  48. Метод конечных элементов решения электродинамических задач.
  49. Эффект Черенкова.
  50. Нормальный и аномальный эффекты Допплера.
  51. Синхротронное и ондуляторное излучение.
  52. Волны пространственного заряда неограниченной среде.
  53. Циклотронные волны.
  54. Потенциальные и электромагнитные волны.
  55. Неустойчивость отрицательной массы.
  56. Мощные генераторы когерентного излучения в оптическом и рентгеновском диапазонах волн на сильноточных электронных пучках.
  57. Релятивистская лампа бегущей и обратной волны как усилитель и генератор когерентного излучения Вавилова - Черенкова.
  58. Мазеры на циклотронном резонансе.
  59. Ондуляторные лазеры на свободных электронах.
  60. Методы диагностики потоков заряженных частиц.
  61. Методы измерения энергии и спектра пучка.
  62. Торможение тяжелых заряженных частиц в веществе.
  63. Пик Брэгга. Длина пробега.
  64. Радиационная длина.
  65. Формула Резерфорда.
- Роль столкновений при диссипации энергии в пучках и уширении эмиттанса.
66. Генерация тормозного излучения при взаимодействии потоков ускоренных электронов с мишенями.
  67. Использование тормозного излучения для таможенного контроля и в медицине. Метод двух энергий.
  68. Генерация нейтронов при взаимодействии ускоренных потоков электронов и нуклидов водорода с мишенями.
  69. Запаянные ускорительные трубки для генерации рентгеновских квантов и их применение.

70. Радиационная и электрическая безопасность при работе с генераторами мощных потоков заряженных частиц. Предельно допустимые уровни ионизирующих излучений.
71. Защита от излучения генераторов мощных потоков заряженных частиц.

### **Литература**

1. Богданович Б.Ю., Нестерович А.В., Шиканов А.Е., Ворогушин М.Ф., Свистунов Ю.А. Дистанционный радиационный контроль с линейными ускорителями. М.: Машиностроение, 2012. Т.2. 284 с.
2. Гаврилов Н.М., Сомов С.В. Оборудование для работы с ускоренными пучками. М., НИЯУ МИФИ, 2010, 223 с.
3. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра. М., Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013, 582 с.

Пронумеровано,  
прошито и  
скреплено печатью

4 (четыре) (лист)

« 31 »

Васильев В.В.

2017 г.

