

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГБУН

Института ядерной физики им. Г.И. Будкера
Сибирского отделения Российской академии наук

академик _____ А.Н. Скринский

« 15 » февраля 2015 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальности 01.04.20 –

«Физика пучков заряженных частиц и
ускорительная техника»

1. Проблемы и пути создания нового поколения установок со встречными пучками:
 - циклические коллайдеры;
 - линейные электрон-позитронные встречные пучки;
 - мю мезонные встречные пучки.
2. Источники заряженных частиц, пучки тяжёлых ионов.
3. схемы получения пучков античастиц (позитроны антипротоны).
4. Методы инжекции частиц в ускорители и накопители (однократная, многооборотная, перезарядная).
5. Способы охлаждения пучков заряженных частиц (радиационное, электронное, стохастическое, ионизационное, лазерное).
6. Нелинейная динамика части в циклических ускорителях и накопителях (нелинейные Резонансы, динамическая апертура, стохастика, «эффекты встречи», «критерий Чирикова»).
7. Использование поляризации электронных и позитронных пучков в накопителях:
 - проблемы получения поляризации;
 - методы измерения поляризации;
 - прецизионная калибровка энергии электронов и позитронов методом резонансной деполяризации.
8. Метод тонкой и сверхтонкой мишени в накопителях для ядерно-физических экспериментов. Газовые, кластерные, капельные мишени.
9. Получение яркого пространственного когерентного излучения с помощью электронных пучков высокой энергии.
10. Четыре поколения источников синхротронного излучения на базе накопителей электронов:
 - проблемы минимизации эмиттанса электронного пучка в накопителях;
 - вигглеры и ондуляторы, требования к их магнитной системе, влияние вигглеров и

- ондуляторов на динамику частиц в накопителях;
- области использования источников синхротронного излучения (СИ).

11. Лазеры на свободных электронах (ЛСЭ):

- принципы работы и схемы различных работающих ЛСЭ;
- требования к параметрам электронных пучков для работы ЛСЭ;
- области применения ЛСЭ.

12. Ускорители–рекуператоры – источники ярких электронных пучков высокой энергии с большой реактивной мощностью.

13. Сверхпроводящие высокочастотные ускорители.

14. Сильноточные импульсные линейные индукционные ускорители.

15. Ускорители заряженных частиц для медицины:

- протонная, ионная и нейтронная терапия рака;
- ускорительная масс-спектрометрия;
- обеззараживание медицинских отходов и стерилизация.

16. промышленные ускорители электронов на энергию $0.2 \div 10$ МэВ:

- требования к промышленным ускорителям;
- типы используемых промышленных ускорителей;
- области и масштабы применения промышленных ускорителей.

17. Сверхпроводящие магнитные системы:

- поворотные магниты;
- соленоиды;
- вигглеры и ондуляторы.

18. Сильноточные инжекторы протонных и нейтральных пучков.

19. Диагностика пучков заряженных частиц.

Литература:

1. Байер В.Н. Взаимодействие электронов и позитронов при больших энергиях // УФН. – 1962. – Т. 78, №4. – С. 619-651.
2. Скринский А.Н. Ускорительные и детекторные перспективы физики элементарных частиц // УФН. – 1982. – Т. 138, № 1. – С. 3-43.
3. Levicev E. Collision technologies for circular colliders // Reviews of accelerator science and technology: (RAST). – 2014. – Vol. 7, No 1. – P. 1-18.
4. Blinov V.E., Bogomyagkov A. e.a. The project of Tau-charm Factory with crab waist in Novosibirsk // ICFA beam dynamics newsletter. – 2009, No 48, April. – P. 268-279.
5. Алешаев А.Н., Анашин В.В. и др. Ускорительный комплекс ВЭПП-4. – Новосибирск: ИЯФ СО РАН, 2011. – 136 с. – (Препринт/ ИЯФ СО РАН; ИЯФ 2011-20). <http://www.inp.nsk.su/publications>
6. Будкер Г.И., Скринский А.Н. Электронное охлаждение и новые перспективы в физике элементарных частиц // УФН. – 1978. – Т. 124, № 4. – С. 561-595.
7. Шильцев В.Д. Коллайдеры частиц высоких энергий: прошедшие 20 лет, предстоящие 20 лет и отдалённое будущее // УФН. – 2012. – Т. 182, № 10. – С. 1033-1046.
8. Пархомчук В.В., Скринский А.Н. Электронное охлаждение - 35 лет развития // УФН. – 2000. – Т. 170, № 5. – С. 473-493.
9. Parkhomchuk V.V., Skrinisky A.N. Cooling methods for charged particle beams // Reviews of accelerator science and technology: (RAST). – 2008. – Vol. 1, No 1. – P. 237-257.
10. Байер В.Н. Радиационная поляризация электронов в накопителях // УФН. – 1971. – Т. 105, №3. – С. 441-478.
11. Скринский А.Н., Шатунов Ю.М. Прецизионные измерения масс элементарных частиц на накопителях с поляризованными пучками // УФН. – 1989. – Т. 158, № 2. – С. 315- 326.
12. Левичев Е.Б., Скринский А.Н., Тихонов Ю.А., Годышев К.Ю. Прецизионное измерение масс элементарных частиц на коллайдере ВЭПП-4М с детектором «Кедр» // УФН. – 2014. – Т. 184, № 1. – С. 75-88.
13. Blinov V.E., Kaminsky V.V. e.a. Beam energy and energy spread measurement by Compton backscattering of laser radiation at the VEPP-4M collider // ICFA beam dynamics newsletter. – 2009. – No 48, April. – P. 195-207.
14. Заславский Г.М., Чириков Б.В. Стохастическая неустойчивость нелинейных колебаний // УФН. – 1971. – Т. 105, № 1. – С. 3-39.
15. Левичев Е.Б. Лекции по нелинейной динамике частиц в циклическом ускорителе: Учеб. пособие для ун-тов. – Новосибирск: НГТУ, 2009. – 224 с.

16. Кулипанов Г.Н., Скринский А.Н. Использование синхротронного излучения: состояние и перспективы. 1. (Источники излучения) // УФН. – 1977. - Т. 12, № 3. – 369-418.
17. Кулипанов Г.Н. Изобретение В.Л. Гинзбургом ондуляторов и их роль в современных источниках синхротронного излучения и лазерах на свободных электронах // УФН. – 2007. – Т. 177, №4. – С. 384-393.
18. Levicev E., Vinokurov N. Undulators and other insertion devices // Reviews of accelerator science and technology: (RAST). – 2010. – Vol. 3, No 1. – P. 203-220.
19. Винокуров Н.А., Скринский А.Н. Оптический клистрон // Релятивистская высокочастотная электроника. Проблемы повышения мощности и частоты излучения: Материалы 2-го Всесоюз. семинара, Томск, 1980. – Горький, 1981. – С. 204-236.
20. Mezentsev N. High field superconducting magnets for generation of synchrotron radiation // Synchrotron radiation and structural proteomics/ Ed. by E. Pechkova, Ch. Riekel. – Stanford: Pan Stanford pubd., 2012. – P. 59-101. – (Pan Stanford series on nanobiotechnology; Vol. 3).
21. Салимов Р.А. Мощные ускорители электронов для промышленного применения // УФН. – 2000. – Т. 170, №2. – С. 197-201.
22. Шехтман И.А. Теория электромагнитного поля: Учеб. пособие. – Новосибирск: ИЯФ-НГТУ, 1998. – 153 с.
23. Карлинер М.М. Электродинамика СВЧ: Курс лекций. – 2-е изд., испр. – Новосибирск: НГУ, 2006. – 257 с.
24. Диканский Н.С., Пестриков Д.В. Физика интенсивных пучков в накопителях. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. – 333 с.
25. Мешков И.Н. Транспортировка пучков заряженных частиц. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. – 221 с.
26. Смалюк В.В. Диагностика пучков заряженных частиц в ускорителях. – Новосибирск: Параллель, 2009. – 293 с.
27. Онучин А.П. Экспериментальные методы ядерной физики. – Новосибирск: НГТУ, 2010. – 219 с.
28. Персов Б.З. Проектирование экспериментальных установок в примерах и задачах. – Новосибирск: НГУ, 2011. – 131 с.
29. Vinokurov N. Low-gain free electron lasers // Reviews of accelerator science and technology. – 2010. – Vol. 3, No 1. – P. 77-91.
30. Induction accelerators/ Eds K. Takayama, R.J. Briggs. – Berlin-Heidelberg: Springer, 2011. – XVI, 340 p. – (Series: Particles acceleration and detection). - ISBN 978-3-642-13917-8.
31. Skrinky A. Muon colliders and neutrino factories: Basics and prospects // Physics and technology of linear accelerator systems: Proceedings of the 2002 Joint USPAS-CAS-Japan-Russia accelerator school/ Eds. H.Wiedemann, e.a. – Sigapore: World Sci. Publ., 2004. – P. 322-355. - ISBN 981-238-463-4
32. Skrinky A. Accelerators, their role, history, status, prospects, and practical applications //High quality beams: Proceedings of the 2000 Joint US-CERN-Japan-Russia accelerator school/ eds.

- S.-i. Kurokawa, e.a. – Melville: AIP, 2001. – P. 1-5. – (AIP conference proceedings vol.592). – ISBN 0-7354-0034-2
33. Skrinky A. Plasma Wake-Field Acceleration // Frontier of accelerator technology: Proceedings of the 1994 US-CERN-Japan international accelerator school / eds. M.Dienes, e.a. – Singapore: World sci. publ., 1996. – ISBN 981-02-2537-7
34. Dikansky N., Pestrikov D. The physics of intense beams and storage rings. – N.-Y.: AIP press, 1994. – 483 p. – ISBN 1-56396-107-5
35. Handbook of accelerator physics and engineering / Eds A.W. Chao e.a. – 2nd ed. – Singapore: World sci. publ, 2012. – ISBN 978-981-4417-17-4
36. Asner F.M. High field superconducting magnets. – Oxford: Clarendon Press, 1999. – XIX, 235 p.

Программу составил

Доктор физ.-мат. наук
профессор, академик

Г.Н.Кулипанов