

Ученый совет ОПР: 30 марта 2015

Артамонов С.А.

Состояние и перспективы развития Лаборатории Физики и Техники Ускорителей

СЦ-1000 ПИЯФ, являясь самым большим в мире ускорителем этого класса, имеет ряд особенностей и свою историю развития. При запуске и усовершенствовании СЦ-1000 коллективом УО были найдены, разработаны и реализованы новые и оригинальные решения, такие как высокоэффективная система вывода, совмещенная система растяжки пучка и дефлектор для однооборотного сброса пучка на нейтроно-образующую мишень, импульсная электростатическая фокусировка в центре и другие. Т.о. СЦ-1000 явился кузницей кадров для последующего развития. Эти кадры стали основой [ЛФТУ](#).



16.11.2015

Полагалось, что сотрудники ЛФТУ должны уметь:

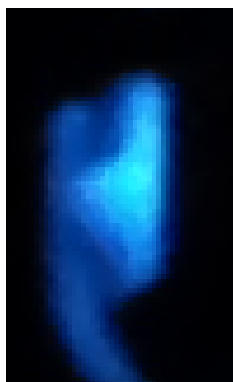
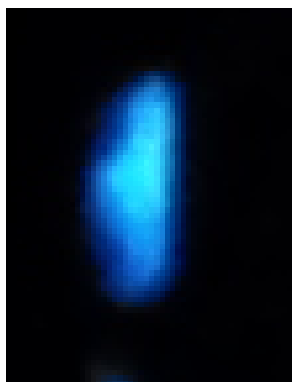
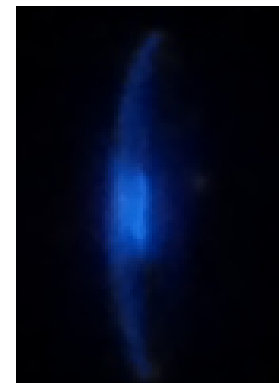
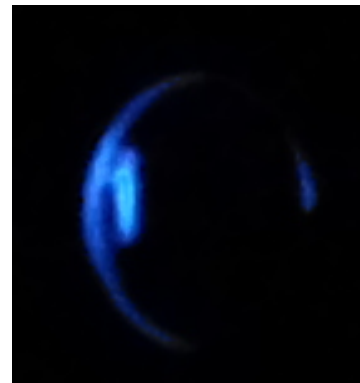
- создавать математические модели, описывающие разнообразные процессы в ускорителях; знать языки программирования.
- применять пакеты существующих в мире прикладных программ для моделирования разнообразных процессов в ускорителях.
- разрабатывать способы и методы применения пучков ускорителей в решении научных, технологических и медицинских проблем.
- владеть навыками, **как минимум**, инженерного расчета динамики ускорения заряженных частиц, магнитных систем и проведения различных магнитных измерений.

Из-за разнообразия решаемых проблем ЛФТУ, при возможности, пополнялась за счет внутренних ресурсов института, либо внешних ресурсов.

Необходимые инструменты для успешных исследований в ЛФТУ

- Расчеты 2D и 3D магнитных и электрических полей
(магнитные: 2D – POISSON(+), 3D – MERMAID(+);
(электрические: 3D – RELAX3D(+,-))
- Расчеты 2D и 3D высокочастотных электрических полей (-)
- Динамика частиц в сложных электрических и магнитных полях (+,-).
Это нелинейные уравнения в частных производных (2D и 3D).
(есть свои SEOSSELF, ACCSELF, ОРБИТА-1--→ Фурье-разложение)
- При падении пучка протонов на защиту образуются нейтроны. Опираясь на неполные измерения в ряде точек, часто требуется восстановить спектр этих нейтронов. Это так называемая некорректная задача математической физики (+,-)
- Обеспечение разработки и реализации различных физических проектов. В частности оптимизация и расчеты каналов частиц (пи, мю, р и т.п.). Моделирование по методу Монте-Карло (СЦ-1000 и Ц-80). (есть свои – MEZON, OPTIM, MATEL)
- Обработка результатов магнитных измерений (SAMF14, SAMF11); Калибровка датчиков Холла (все свое)
- Электродиссоциация Н-минус ионов (есть свои программы).

В результате был разработан и создан Ц-80
(фото пучка Ц-80 на разных радиусах от 17.12.2014 г.;
кварцевое стекло.)



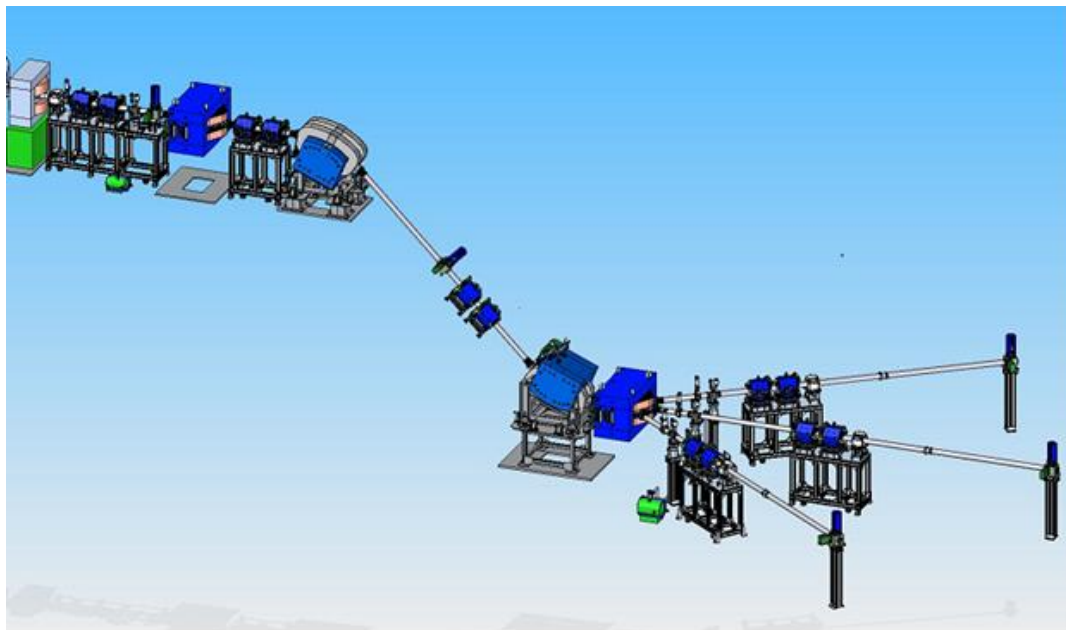
16.11.2015

Перспективы развития исследований ЛФТУ

- Перспективы развития лаборатории физики и техники ускорителей неразрывно связаны с СЦ-1000 и Ц-80:
 - проект модернизации и развития СЦ-1000; создание двух испытательных стендов по исследованию радиационной стойкости ЭКБ для авиации и космоса на нейтронах с атмосферным спектром 1 – 1000 МэВ и протонах с энергией 200 – 1000 МэВ; создание дистанционно-управляемого деградера для изменения энергии протонного пучка; оптимизация параметров транспортировки этого пучка переменной энергии (MEZON, OPTIM) и их экспериментальное уточнение;
 - разработка и изготовление измерителей интенсивности и профиля протонного и нейтронного пучков; разработка (совместно с ОАЭР ОНИ) и введение в эксплуатацию компьютерного управления линзами: АСУМЭ; создание бокс-камеры температурного режима для испытания ЭКБ-плат;
 - создание двух магнетометров для стабилизации магнитных полей СЦ-1000 и СП-50 и многое другое.

Перспективы развития исследований ЛФТУ

- Настройка и оптимизация систем циклотрона Ц-80 для получения проектных параметров пучка (совместно с НИИЭФА): юстировка вакуумной камеры; изменение конструкции и параметров ионного источника; уточнение геометрии ЦО (3D расчеты); переделка конструкции резонансного бака, изготовление и монтаж «бафлов», ремонт генератора ВЧ, монтаж системы очистки и охлаждения воды, монтаж автономной земляной шины; моделирование по методу Монте-Карло и оптимизационные расчеты 3-х каналов частиц и многое другое.



Эволюция ЛФТУ

- 1986 – создание

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. Абросимов | 2. Рябов |
| 3. Елисеев | 4. Волченков |
| 5. Иванов Е. | 6. Решетников |
| 7. Зеличенко | 8. Сандлер |
| 9. Перский | 10. Соколов |
| 11. Михеев | 12. Фоминенко |
| 13. Иванов В. | 14. Шевякова |
| 15. Червяков | 16. Артамонов |

ЗАДАЧИ

- Дальнейшее совершенствование СЦ-1000
- совершенствование Ц-80
- Новые проекты

- 2010

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. Абросимов | 2. Рябов |
| 3. Иванов Е. | 4. Елисеев |
| 5. Михеев | 6. Артамонов |
| 7. Шевякова | 8. Чернова М. |
| 9. Кучер С. | 10. Чернов А. |

- 2014

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Иванов Е. | 2. Рябов |
| 3. Михеев | 4. Артамонов |
| 5. Шевякова | 6. Чернова М. м\к |
| 7. Удолдин Д. -асп | 8. Тонких - инж |

Нужны новые кадры!

В СПбГУ для новой кафедры Ковальчука М.В. (ЯФ)
предложена

- Специальная рабочая программа по направлению:
«Физика и техника ускорителей»

Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт"
ФГБУ ПИЯФ им. Б.П. Константинова

Отделение перспективных разработок (ОПР), Ускорительный отдел (УО)

С.н.с., к.ф.м.н. Артамонов Станислав Александрович: start@pnpi.spb.ru

Зав. УО, к.т.н. Иванов Евгений Михайлович: ivanovem@pnpi.spb.ru

Руководитель ОПР, к.ф.м.н. Ежов Виктор Федорович: ezhov@pnpi.spb.ru

В пятницу 27.03.2015 представленная программа была трансформирована на кафедре (под нашим контролем) в 3 основных блока, 4 факультатива и 3 спецкурса «на выбор».

Содержание рабочей программы

- методы ускорения заряженных частиц;
- типы ускорителей включая накопители, коллайдеры, фотонные фабрики; принцип автофазировки; орбитальная устойчивость;
- метод встречных пучков; конструкция и параметры пучков современных ускорителей; источники синхротронного излучения;
- вакуумная техника; высоковольтные системы питания ускорителей;
- способы и устройства инжекции частиц в ускорители;
- электроника и системы управления ускорителями;
- ВЧ системы ускорения;
- основы расчета магнитных и электрических систем ускорителей и динамики частиц в них.

Как готовятся новые кадры

- Программа опирается на базовые знания студентов базовых курсов физики и математики.
- Спецкурс предполагается **начинать** читать студентам **во второй половине 3-го курса** (6-ой семестр - зачет, экзамен).
- Продолжение изучения дисциплины планируется **на 4-м курсе** (7-ой - семестр – экзамен, 8-ой - семестр – дифференцированный зачет, защита курсового проекта). На этом заканчивается обучение студента **квалификации бакалавр**.
- Для наиболее успешных студентов – 5 курс- (**квалификация магистр**) планируется углубленное изучение особенностей и параметров работы ускорителей ПИЯФ: синхроциклотрона-1000, изохронного циклотрона Ц-80 и электростатического ускорителя (9-ый семестр - дифференцированный зачет, 10-ый семестр – защита дипломного проекта).
- **Практика** - на СЦ-1000, СЦ-80 и ЭСУ; курсовые проекты и дипломные проекты **осуществляются**, наряду с другими руководителями, **под руководством наших сотрудников ЛФТУ и УО.**

Специалист должен иметь:

- углубленное знание особенностей и параметров ускорителей ПИЯФ: синхроциклотрона-1000, изохронного циклотрона Ц-80 и электростатического ускорителя;
- представление о состоянии ускорительной техники в мире и основных направлениях её развития;
- представление о возможностях и областях применения современных ускорителей как в научных исследованиях, так и для прикладных целей:
дефектоскопия, ядерная медицина, радиационные технологии, производство изотопов, активационный анализ и т.п.;
- основные принципы построения и конструирования, а также особенности эксплуатации всех существующих типов ускорителей и их систем, включая накопители, коллайдеры, фотонные фабрики.
- Нужно, чтобы система заработала. Наши потребности - ~3-4 молодых специалиста в течение ближайших 3-5 лет!

Благодарю за внимание



16.11.2015