

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
филиала МГУ в г.Дубне
/ Э.Э. Боос /
«01» сентября 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Основы теории ускорителей

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП:

Фундаментальная и прикладная ядерная физика

Форма обучения: Очная форма обучения

Дубна 2024 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки программы магистратуры 03.04.02 «Физика».

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы–составители:

д.ф.-м.н. академик РАН Трубников Г.В., по совместительству заведующий кафедрой физического факультета МГУ

Руководитель магистерской программы:

Доктор физ.-мат. наук, академик РАН Г.В. Трубников, по совместительству заведующий кафедрой физического факультета МГУ

Аннотация

Основной целью изучения дисциплины является обучение основным представлениям о физике ускорителей заряженных частиц; формирование представлений о физических основы методов ускорения заряженных частиц; получение базовых знаний об ускорительной технике; формирование навыков расчета основных параметров ускорителей различных типов, а также проектирования и расчета радиационной защиты.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется на 1-ом курсе в 1-ем семестре магистратуры и входит в состав профессионального блока вариативной части как дисциплина по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Курсы математического анализа, линейной алгебры и дифференциальных уравнений, методов математической физики, раздел оптика из курса общей физики, разделы теоретическая механика, электродинамика и квантовая механика из курса теоретической физики в объеме классических университетских курсов.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-5	<p><u>Знать</u> достижения и научно-инновационный потенциал современной ядерной физики в разрезе междисциплинарного научного развития</p> <p><u>Уметь</u> применять современные достижения и научно-инновационный потенциал естествознания при анализе и постановке научных задач</p> <p><u>Владеть</u> методами анализа и синтеза современных научных междисциплинарных результатов при проведении профильных научных исследований</p>

МПК-1	<p><u>Знать</u> методы и модели, используемые в физике ускорителей.</p> <p><u>Уметь</u> применять известные методы и модели для количественного описания задач в физике ускорителей.</p> <p><u>Владеть</u> способностью анализировать результаты эксперимента</p>
-------	---

4. Объем дисциплины (модуля) составляет **2** з.е., в том числе: **36** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, **36** академических часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (ак.ч.)	В том числе		Форма текущего контроля успеваемости, наименование
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, академические часы¹</i>	работа обучающегося, академические	

¹Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий лекционного и(или) семинарского типа.

		Занятия лекционного типа (лекции)	Занятия семинарского типа			Всего		
			Семинары	Лабораторные занятия*	Практические занятия*			
Введение	4	2	1			1	ОП	
Ускорители прямого действия	4	1	2			1	ОП	
Циклические ускорители. Поперечная устойчивость и фокусировка Поперечная устойчивость и фокусировка. Фокусировка неоднородным магнитным полем	4	1	1			2	ОП	
Индукционное ускорение. Бетатрон.	4	1	1			2	ОП	
ВЧ - ускорение. Автофазировка в циклических ускорителях	4	1	1			2	ОП	
Возмущения и допуски в циклических ускорителях	4	1	1			2	ОП	
Методы охлаждения пучков заряженных частиц в циклических ускорителях	4	1	1			2	ОП	
Пространственный заряд и когерентные неустойчивости.	4	1	1			2	ОП	
Типы циклических резонансных ускорителей.	4	1	1			2	ОП	
Линейные резонансные ускорители	4	1	1			2	ОП	
Динамика частиц в линейных резонансных ускорителях.	4	1	1			2	ОП	

Эффекты пространственного заряда в линейных ускорителях	4	1	1				2	ОП
Конструкция и параметры линейных ускорителей.	4	1	1				2	ОП
Ускорители со встречными пучками	4	1	1				2	ОП
Источники заряженных частиц	4	1	1				2	ОП
Новые методы ускорения	4	1	1				2	ОП
Радиационная защита ускорителей	4	1	1				2	ОП
Промежуточная аттестация	4						4	зачет
Итого	72	36					36	

*Лабораторные занятия, практические занятия относятся к практической подготовке обучающихся.

6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

Вопросов для коллоквиума:

1. Ускорители заряженных частиц. Назначение, применение, типы ускорителей.
2. Магнитная система ускорителей.
3. Фокусировка магнитным полем.
4. Уравнение движения частицы в магнитном поле ускорителя.
5. Матричная форма решения уравнения движения. Матрицы перехода различных элементов. Матричный метод анализа устойчивости движения.
6. Замкнутое решение уравнения движения. Связь бетатронной функции с матричными элементами.
7. Слабая и сильная фокусировка
8. Анализ бетатронного движения на фазовой плоскости. Фазовый объем пучка.
9. Зависимость параметров орбиты от энергии частицы.
10. Резонансный режим ускорения. Принцип автофазировки.

Вопросов к зачету:

11. Ускорители заряженных частиц. Назначение, применение, типы ускорителей.
12. Магнитная система ускорителей.
13. Фокусировка магнитным полем.
14. Уравнение движения частицы в магнитном поле ускорителя.
15. Матричная форма решения уравнения движения. Матрицы перехода различных элементов. Матричный метод анализа устойчивости движения.
16. Замкнутое решение уравнения движения. Связь бетатронной функции с матричными элементами.
17. Слабая и сильная фокусировка
18. Анализ бетатронного движения на фазовой плоскости. Фазовый объем пучка.
19. Зависимость параметров орбиты от энергии частицы.
20. Резонансный режим ускорения. Принцип автофазировки.
21. Анализ синхротронного движения, фазовая плоскость, сепаратриса.
22. Синхротронное излучение
23. Стохастическое охлаждение пучков.
24. Электронное охлаждение пучков.
25. Влияние пространственного заряда на некогерентные бетатронные колебания. Накопление ионов.
26. Влияние пространственного заряда встречного пучка.
27. Влияние пространственного заряда на некогерентные синхротронные колебания. Понятие о когерентных неустойчивостях.
28. Ускорители со встречными пучками: светимость, ограничение светимости эффектами встречи.
29. Особенности ускорителей различных типов (линейные и циклические ускорители).
30. Особенности ускорителей различных типов (циклотрон, бетатрон, микротрон, синхротрон).

6.2. Шкала и критерии оценивания

Результат освоения дисциплины	Критерии оценивания знаний, умений и навыков			
	2/ не зачтено	3/ зачтено	4/ зачтено	5/ зачтено
Знания	Отсутствие знаний	В целом успешные, но не систематические знания	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания	Успешные и систематические знания
Умения	Отсутствие умения применять знания фундаментальных и актуальных проблем.	В целом успешное, но не систематическое умение применять знания	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания	Успешное и систематическое умение применять знания
Навыки	Отсутствие/фрагментарные навыки в решении задач	В целом успешные, но не систематические навыки в решении задач	В целом успешные, но содержащее отдельные пробелы навыки в решении задач	Успешные и систематические навыки в решении задач

7. Ресурсное обеспечение

Основная литература

1. А.Н. Лебедев, А.В. Шальнов "Основы физики и техники ускорителей", М.:Энергоатомиздат, 1991.
2. И.Н. Мешков, Е.М. Сыресин "Ускорители заряженных частиц в ядерной физике и физике высоких энергий", Лекции для молодых ученых, ОИЯИ, 1998.
3. И.Н. Мешков, "Транспортировка пучков заряженных частиц", Новосибирск, "Наука", 1991.

Дополнительная литература

1. Ю.М. Адо, С.М. Варзарь, А.П. Черняев "Введение в физику ускорителей. Задачи", изд-во МГУ, 1999
2. Коломенский А.А. "Физические основы методов ускорения заряженных частиц", М.: Издательство МГУ, 1980

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Программный продукт Java 8 (64-bit) Oracle Corporation
2. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
3. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
4. Программный продукт Microsoft Project Professional 2013 академическая лицензия
5. Программный продукт Microsoft Visio Professional 2013 академическая лицензия
6. Программный продукт Microsoft Visual Studio Professional 2013 - RUS [Русский(Россия)] академическая лицензия

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.edu.ru> – портал Министерства образования и науки РФ
2. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «ИКТ в образовании»
3. <http://www.openet.ru> - Российский портал открытого образования
4. <http://www.mon.gov.ru> - Министерство образования и науки Российской Федерации
5. <http://www.fasi.gov.ru> - Федеральное агентство по науке и инновациям

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика», курс может быть прочитан в обычной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.

8. Язык преподавания: русский