

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра физики ускорителей**



Рабочая программа дисциплины

ДИАГНОСТИКА ПУЧКОВ В УСКОРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

направление подготовки: **03.04.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	36	16			18				2	
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 часов										
Компетенции: ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н.,

И.Б. Логашенко

Новосибирск, 2022

Содержание

Содержание	2
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	6
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	7

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина «Диагностика пучков в ускорительной технике» имеет своей целью ознакомить магистрантов-физиков с методами определения различных параметров пучков заряженных частиц, используемых в современных ускорительных комплексах и коллайдерах.

Запуск в эксплуатацию и надежная работа ускорителей заряженных частиц и комплексов на их основе для фундаментальных исследований и прикладных целей невозможны без диагностического оборудования. Удобство и скорость настройки требуемого режима пучков заряженных частиц значительно зависит от реализации приборов и систем, определяющих параметры пучков. При проектировании ускорителя необходимо предусмотреть целый комплекс диагностических приборов для последовательных стадий «жизни» установки – первичный запуск, исследование предельных возможностей, рутинная эксплуатация, модернизация.

Всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов, материал лекций увязывается с современными исследованиями в области физики ускорителей. В курсе вначале даются общие сведения о задачах диагностики, затем рассматриваются подходящие для конкретных задач методы и приборы на их основе. Изучается достаточно широкий спектр диагностических приборов, однако упор делается на приборы для определения параметров электронных и позитронных пучков. Изложение материала разделено по физическим принципам работы датчиков – контактных, оптических, электромагнитных. Основной отличительной чертой курса является подробное рассмотрение диагностических приборов, разработанных и изготовленных в Институте ядерной физики, таких как пучковый датчик, датчик положения пучка на основе анализа токов-изображений, диссектора и др.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать основные понятия и методы, используемые в диагностике пучков заряженных частиц, а также принципы работы различных диагностических датчиков, примеры их аппаратной реализации;</p> <p>Уметь самостоятельно ставить и решать конкретные задачи диагностики пучков с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий;</p> <p>Владеть навыками обработки полученных результатов с помощью современных математических методов и программно-аппаратных комплексов для решения задачи нахождения параметров исследуемого пучка.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Диагностика пучков в ускорительной технике» реализуется в осеннем семестре 1-го курса для магистрантов, обучающихся по направлению «03.04.02 Физика». Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой физики ускорителей.

Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по таким физическим дисциплинам как электродинамика, электронная оптика и физика пучков, а также по математике (основы математического анализа, линейная алгебра и геометрия). Дисциплина должна предшествовать выполнению выпускной квалификационной работы т.к. дает магистранту необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения исследований в области физики ускорителей в рамках ее подготовки.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	36	16			18				2	
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - контактная работа 18 часов										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, самостоятельная работа студента, доклад студента по выбранной теме, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: опрос по материалам лекций;
- промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачетную единицу.

- занятия лекционного типа – 16 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)– 2 часа.

Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, дифференцированный зачет) составляет 18 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина «Диагностика пучков в ускорительной технике» представляет собой полугодовой курс, читаемый в осеннем семестре 1-го курса магистратуры физического факультета НГУ. Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачётную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Ознакомление с задачами диагностики пучка, введение основных понятий	1	4	2		2	
2.	Контактные датчики	2-5	8	4		4	
3.	Оптические датчики	6-8	6	2		4	
4.	Электромагнитные датчики	9-13	8	4		4	
5.	Методы диагностики пучка в накопителях	14-16	8	4		4	
6.	Дифференцированный зачет	17	2				2
7.	Всего		36	16		18	2

Программа и основное содержание лекций (16 часов)

В курсе вначале даются общие сведения о задачах диагностики, затем рассматриваются подходящие для конкретных задач методы и приборы на их основе. Изучается достаточно широкий спектр диагностических приборов, однако упор делается на приборы для определения параметров электронных (позитронных) пучков. Изложение материала разделено по физическим принципам работы датчиков – контактных, оптических, электромагнитных. По одной теме, выбранной из списка предложенных, студент готовит доклад.

Раздел 1. Ознакомление с задачами диагностики пучка, введение основных понятий. (2 часа)

Раздел 2. Изучение контактных методов диагностики. Знакомство с особенностями реальных конструкций цилиндра Фарадея, люминофорных и вторично-эмиссионных датчиков. (4 часа)

Раздел 3. Рассмотрение оптических методов диагностики, основных параметров и свойств приборов, использующих синхротронное излучение. (2 часа)

Раздел 4. Теоретическое изучение принципов работы электромагнитных датчиков. Расчет электромагнитных полей, возбуждаемых пучком. Обратная задача диагностики. (4 часа)

Раздел 5. Методы диагностики пучка в накопителях. (4 часа)

Самостоятельная работа студентов (18 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение материала лекций	8
Подготовка доклада по выбранной теме	10

5. Перечень учебной литературы.

1. Смалюк, Виктор Васильевич. Диагностика пучков заряженных частиц в ускорителях / В.В. Смалюк; отв. ред. Н.С. Диканский. Новосибирск: Параллель, 2009. 293 с.: ил.; 22 см. ISBN 978-5-98901-063-9.(2 экз.)
2. Черепанов, В. П. (физик). Диагностика пучков заряженных частиц: курс лекций [для физ. и физ.-техн. спец. вузов] / В. П. Черепанов; Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак., Каф. радиофизики. Новосибирск: НГУ, 2007. 100 с.: ил.; 20 см. ISBN 978-5-94356-533-5 (9 экз.)
3. Лебедев, Андрей Николаевич. Основы физики и техники ускорителей: [Учеб. пособие для физ. и инж.-физ. спец. вузов] / А.Н. Лебедев, А.В. Шальнов. 2-е изд., перераб. и доп. М: Энергоатомиздат, 1991. 528 с.: ил. ISBN 5-283-03971-4. (1 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

1. Методические материалы на сайте кафедры физики ускорителей ФФ НГУ:
<http://accel.inp.nsk.su/>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используется.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Диагностика пучков заряженных частиц» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, а также по представленному докладу по теме из списка предложенных.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания материала данного курса.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит в конце семестра на дифференцированном зачете. Дифференцированный зачет проводится по итогам работы в течение семестра и презентации доклада.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации. Критерии и шкалы оценивания индикаторов достижения результатов обучения отражены в Таблице 10.2.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать основные понятия и методы, используемые в диагностике пучков заряженных частиц, а также принципы работы различных диагностических датчиков, примеры их аппаратной реализации.	Опрос в начале каждой лекции, дифференцированный зачет.
ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Уметь самостоятельно ставить и решать конкретные задачи диагностики пучков с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий; Владеть навыками обработки полученных результатов с помощью современных математических методов и программно-аппаратных комплексов для решения задачи нахождения параметров исследуемого пучка.	Опрос в начале каждой лекции, дифференцированный зачет.

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Диагностика пучков в ускорительной технике».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи.	Продemonстрированы частично основные умения. Решены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме

		Имеют место грубые ошибки.	типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	недочетами.	без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.2	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Пример задания для текущего контроля по материалам лекций:

- Описать основные принципы построения оптических систем диагностики пучка в накопителях электронов с энергией несколько ГэВ.

Темы докладов:

1. Задачи диагностики пучка.
2. Измерение параметров пучка в линейных и кольцевых ускорителях.
3. Контактные датчики – обзор.
4. Цилиндр Фарадея.
5. Люминофорный экран.
6. Датчик с использованием переходного излучения.
7. Вторично-эмиссионные датчики.
8. Ионизационный датчик.
9. Пучковый датчик.
10. Лазерные измерители профиля пучка.
11. Оптические датчики - обзор.
12. Синхротронное излучение и параметры пучка.
13. ФЭУ – применение в диагностике пучков.
14. Диссектор.
15. ПЗС-матрица как инструмент диагностики пучков.
16. Стрик-камера.
17. Рентгеновская камера-обскура.
18. Принципы построения оптических систем диагностики пучка.
19. Электромагнитные датчики.
20. Резонаторные датчики.
21. Волноводные датчики.
22. Двухпроводная линия.
23. Электростатические датчики.
24. Магнитоиндукционные датчики.
25. Обратная задача диагностики.
26. Диагностика бетатронных колебаний.
27. Измерение и коррекция орбиты.
28. Измерение эмиттанса.
29. Измерение энергии пучка.
30. Измерение энергетического разброса.

Перечень вопросов к дифференцированному зачету:

1. Задачи диагностики пучка.
2. Измерение параметров пучка в линейных и кольцевых ускорителях.
3. Контактные датчики – обзор.
4. Цилиндр Фарадея.
5. Люминофорный экран.
6. Датчик с использованием переходного излучения.
7. Вторично-эмиссионные датчики.
8. Ионизационный датчик.
9. Пучковый датчик.
10. Лазерные измерители профиля пучка.
11. Оптические датчики - обзор.
12. Синхротронное излучение и параметры пучка.
13. ФЭУ – применение в диагностике пучков.
14. Диссектор.
15. ПЗС-матрица как инструмент диагностики пучков.
16. Стрик-камера.
17. Рентгеновская камера-обскура.
18. Принципы построения оптических систем диагностики пучка.
19. Электромагнитные датчики.
20. Резонаторные датчики.
21. Волноводные датчики.
22. Двухпроводная линия.
23. Электростатические датчики.
24. Магнитоиндукционные датчики.
25. Обратная задача диагностики.
26. Диагностика бетатронных колебаний.
27. Измерение и коррекция орбиты.
28. Измерение эмиттанса.
29. Измерение энергии пучка.
30. Измерение энергетического разброса.

Пример экзаменационного билета

1. Цилиндр Фарадея.
2. Магнитоиндукционные датчики.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Диагностика пучков в ускорительной технике»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного