

**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

ЯДЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ ФУ

направление подготовки: **03.03.02 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	
8	72			64	6				2		
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 66 часов											
Компетенции ПК-2											

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С.В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
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.	3
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
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 «Ядерный практикум ФУ» предназначена для практического знакомства бакалавров кафедры с основными методами регистрации частиц и излучений в физике высоких энергий.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способность использовать специализированные знания в области физики при решении научных и практических задач в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<p>ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК -2.3. Использует специализированные знания в области физики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать основные приемы и методы регистрации заряженных частиц и гамма квантов.</p> <p>Уметь на практике применять статистический анализ данных.</p> <p>Владеть представлением об принципе действия и физических процессах, происходящих в детекторах, регистрирующих гамма излучение и заряженные частицы. Принципы измерения параметров этих частиц (энергии, времени).</p>

Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Ядерный практикум ФУ» реализуется в весеннем семестре 4-го курса бакалавратуры для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 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, квантовая механика, физика атомного ядра и элементарных частиц, а также математический анализ и математическая статистика. Данный курс дает представление о современном эксперименте в физике высоких энергий, что является важной частью обучения для специалистов в области физики ускорителей.

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.

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
8	72			64	6				2	
Всего 72 часа / 2 зачётных единицы, из них: - контактная работа 66 часов										
Компетенции ПК-2										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: выполнение лабораторной работы, самостоятельная подготовка к выполнению очередной лабораторной работы, консультации преподавателя, защита (сдача) сделанной лабораторной работы дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: сдача лабораторных работ;
- промежуточная аттестация: дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- лабораторные занятия – 64 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 36 часов;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачет) – 2 часа.

Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (лабораторные занятия, дифференцированный зачет) составляет 66 часов.

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

Данный курс представляет собой полугодовой курс, читаемый на 4-м курсе физического факультета НГУ в 8-м семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы	Са м. ра бо	

				Лабораторные	Семинары		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вводная лекция. Вопросы ТБ	1-2	5	4		1	
2	Годоскоп из стримерных трубок	3-5	13	12		1	
3	Гамма-спектрометр на основе сцинтилляционного счетчика	6-8	13	12		1	
4	Метод совпадений	9-11	13	12		1	
5	Газовый цилиндрический счетчик	12-14	13	12		1	
6	Гамма-спектрометр с детектором из особо чистого германия	15-16	13	12		1	
7	Дифференцированный зачет	17	2				2
Итого:			72	64		6	2

Программа практических (лабораторных) занятий (64 часов)

Лабораторная работа №1. Годоскоп из стримерных трубок. Измерение продольной координаты в стримерных трубках методом временной разности, использование их для годоскопа с последующем восстановлением треков мюонов атмосферных ливней космических частиц. Измерение эффективности срабатывания отдельных блоков годоскопа и координатного разрешения системы. Оборудование: годоскоп (4 модуля по 8 трубок длиной 1 м), усилители-формирователи, дискриминаторы, экспандеры, линии задержки, схема совпадений, временно-цифровой преобразователь, высоковольтный источник, генератор коротких импульсов, генератор логических импульсов, персональный компьютер. (Кол-во часов 12.)

Лабораторная работа №2. Гамма-спектрометр на основе сцинтилляционного счётчика. Знакомство с кристаллическими неорганическими и пластиковыми органическими сцинтилляторами, фотоэлектронным множителем, фото- и комптон-эффектами, понятиями эффективности и энергетического разрешения гамма-спектрометра. Измерения энергетического разрешения и видимого световыхода различных сцинтилляторов. Оборудование: ФЭУ-143, высоковольтный источник В0308, время-амплитудный блок, аттенюаторы А0608, блок задержки и формирования D0302, зарядо-цифровой преобразователь С0312, сцинтилляторы в светоотражающей обёртке, радиоактивный изотоп Cs-137, персональный компьютер. (Кол-во часов 12.)

Лабораторная работа №3. Метод совпадений. Изучение методов выделения эффекта по корреляции времен срабатывания независимых детекторов. Знакомства с ФЭУ, пластиковым сцинтиллятором, схемой совпадений, время-цифровым преобразователем. Определение разрешающего времени схемы совпадений, активность изотопа Со-60, эффективность регистрации гамма-кванта. Оборудование: радиоактивный источник Со-60, ФЭУ-30, пластиковый сцинтиллятор, ВВИ, дискриминаторы, линии задержки, схема совпадений, счётчик импульсов, время-цифровой преобразователь, персональный компьютер. (Кол-во часов 12.)

Лабораторная работа №4. Газовый цилиндрический счётчик. Изучение режимов работы газовых цилиндрических счётчиков: режимы ионизационной камеры, пропорциональный, стримерный, Гейгера-Мюллера и искровой камеры. Оборудование: ВВИ, цилиндрические газовые трубки, газовая рабочая смесь, изотопы Fe-55 и Sr-90, предусилители, усилитель-формирователь, аттенюатор, зарядово-цифровой преобразователь, персональный компьютер. (Кол-во часов 12.)

Лабораторная работа №5. Гамма-спектрометр с детектором из особо чистого германия. Изучение устройства и принципа работы детектора. Определения эффективности, энергетического разрешения и фактора Фано для Ge. Оборудование: германиевый детектор ORTEC GEM10P4-70 АМТЕК, механический холодильник X-COOLER II АМТЕК, предусилитель, блок питания предусилителя и съёма сигнала SMART-1, цифровая спектрометрическая станция DSPEC jr 2.0, персональный компьютер. (Кол-во часов 12.)

Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к лабораторным работам.	36

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Описания лабораторных работ «Ядерного практикума», <http://accel.inp.nsk.su/library/nuclab-man.pac>

5.2. Дополнительная литература

1. Альфа-бета-гамма спектроскопия. Под ред. К. Зигбана т.1, гл.5, стр. 255-267, М. АТОМИЗДАТ 1969.

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

1. В.К. Ляпидевский, Методы детектирования излучений. Москва. Энергоатомиздат, 1987.

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 «Ядерный практикум» используются специальные помещения:

1. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.
2. 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.
3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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

Текущий контроль успеваемости осуществляется посредством защиты выполненной лабораторной работы, и ответов на дополнительные вопросы по теме лабораторной.

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 в физике.

Оценка за работу в семестре формируется с учетом количества выполненных обучающимся лабораторных работ и ответов на дополнительные вопросы. Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Освоение компетенций оценивается по пятибалльной шкале. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции сформированы не ниже порогового уровня.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
------------------	---	---------------------------

<p>ПК -2.2. Применяет теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и/или экспериментальной физики в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать основные приемы и методы регистрации заряженных частиц и гамма квантов.</p>	<p>Проведение лабораторных работ, дифференцированный зачет.</p>
<p>ПК-2.3. Использует специализированные знания в области физики при выборе методов расчета, проведении статистического анализа экспериментальных данных в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Уметь на практике применять статистический анализ данных. Владеть представлением об принципе действия и физических процессах, происходящих в детекторах, регистрирующих гамма излучение и заряженные частицы. Принципы измерения параметров этих частиц (энергии, времени).</p>	<p>Проведение лабораторных работ, дифференцированный зачет.</p>

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Ядерный практикум ФУ».

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 2.2	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 2.3	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

Наличие навыков (владение опытом)	ПК 2.3	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 Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для выполнения лабораторных работ по темам:

Годоскоп из стримерных трубок

1. Какие существуют режимы работы газового цилиндрического счётчика вы знаете?

Гамма спектрометр на основе сцинтилляционного счетчика

1. Как устроен сцинтилляционный счетчик (его основные составные части)?

Метод совпадений

1. От чего зависит эффективность регистрации гамма-квантов в сцинтилляционном счетчике?

Газовый цилиндрический счетчик

1. Опишите механизм образования, дрейфа и усиления ионизации в газовом цилиндрическом счетчике в пропорциональном режиме?

Гамма спектрометр с детектором из особо чистого германия

1. Чем определяется энергетическое разрешение полупроводниковых детекторов?

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Ядерный практикум ФУ»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

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