

Приложение №2

к договору № 00-8-118/2201 от « 11 » 04 2022 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)



«УТВЕРЖДАЮ»
Первый проректор НИЯУ МИФИ
О.В. Нагорнов
» 2022 г

Программа курсов повышения квалификации
«Современные детекторы ядерных излучений и моделирование ядерно-физических
экспериментов с применением пакета библиотек Geant4»

Составители программы – Ибрагимов Ренат Фаридович

Общее количество часов – 22 часа

Для договоров
АО «СНИИП»

Москва, 2022 г.

ЮРИДИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
организационно-правового
департамента
НИЯУ МИФИ

Общие положения

Учебная программа разработана в целях получения и закрепления теоретических знаний принципов работы и основных особенностей детекторов гамма-излучения, зараженных частиц и нейтронов. А также слушатели курса знакомятся с основными особенностями применения инструментов Geant4 для решения задач по моделированию ядерно-физического эксперимента. Слушатели, полностью выполнившие учебную программу и успешно прошедшие контроль знаний, получают удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

Организация учебного процесса

Объем учебной программы: 22 академических часа.

Форма обучения: ПУТ.

По каждому разделу проводятся следующие виды аудиторных занятий: лекции, контроль знаний.

Контроль знаний проводится в форме тестирования.

Структура учебной программы

Учебная программа состоит из следующих тем:

№ п/п	Темы занятий. Содержание	Всего часов	В том числе	
			Лекции	Практические занятия
1	2	3	4	5
1	Раздел № 1. Современные детекторы ядерных излучений	6	6	
	Тема № 1. Вводная часть. Принципы работы наиболее распространенных средств регистрации излучений. Основные процессы взаимодействия ионизирующего излучения с веществом. Гамма-кванты, заряженные частицы, нейтроны. Сечение процессов. Базы оцененных ядерно-физических данных. Основные характеристики детекторов: чувствительность, ресурс работы, временное разрешение, энергетическое разрешение. Базовые принципы спектрометрии ядерных излучений. Свойства спектрометров: пропускная способность, интегральная и дифференциальная нелинейность. Аппаратурный спектр и спектр источника. Анализ спектров гамма-излучения: определение положения центра пика, вычисление числа импульсов в пике, вычитание подложки, калибровка шкалы спектрометра.	1	1	
	Тема № 2. Современные сцинтилляционные детекторы. Базовые принципы работы сцинтилляционных детекторов. Свойства существующих сцинтилляторов (органических и неорганических). Время высвечивания, конверсионная эффективность, чувствительность к различным видам ионизирующего излучения. Области применения жидких и газообразных сцинтилляторов, их особенности. Влияние типа регистрируемой частицы на форму импульса на выходе сцинтилляционного детектора. Свойства спектрометрических систем, изготовленных на базе современных сцинтилляционных веществ. Применение сцинтилляторов для регистрации нейтронного излучения. Разделение сигналов по форме импульса. Фосвич детектор. Фотоэлектронные умножители на базе электровакуумной и полупроводниковой технологии. Кремниевые фотоэлектронные умножители.	2	2	

Для договоров
АО «СНИИП»

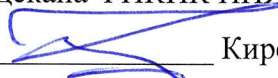
ЮРИДИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
Кремниевое научно-правовое
департамент
НИЯУ МИФИ

	Тема № 3. Современные полупроводниковые детекторы. Базовые принципы работы полупроводниковых детекторов. Детекторы на базе особо чистого германия. Поверхностно-барьерные полупроводниковые детекторы. Широкозонные полупроводниковые детекторы. Детекторы на базе алмазных чувствительных элементов. Регистрация заряженных частиц и нейтронов алмазными детекторами. Свойства спектрометрических систем, изготовленных на базе современных полупроводниковых детекторов.	2	2	
	Тема № 4. Газонаполненные детекторы в приложениях спектрометрии ядерных излучений. Пропорциональные камеры. Спектрометр гамма-излучения на базе детектора, наполненного ксеноном. Преимущества и недостатки данного вида детекторов. Регистрация ядерного излучения с применением микроканальных пластин. Принцип работы МКП, особенности и основные характеристики. Микростриповые детекторы, основные особенности и области применения. Многослойные детекторы ядерных излучений. Протонный телескоп как инструмент для спектрометрии нейтронов. Регистрация нейтронов с помощью пороговых активационных детекторов. Позиционно-чувствительные сцинтилляционные детекторы в приложениях физики высоких энергий.	1	1	
2	Раздел № 2. Geant4	16	16	
	Тема № 1. Вводная часть. Знакомство с базовыми принципами работы Geant4. Метод Монте-Карло. Наиболее распространенные на данный момент инструменты по моделированию ядерно-физических экспериментов: MCNP, Geant4, Gate, Fluka, MCC, Open-MC, Super-MC, MCU. Приложения, в которых находят применение данные программные средства. Точность результатов моделирования и их верификация экспериментом.	4	4	
	Тема № 2. Описание процедуры установки Geant4 на различные платформы: Windows 10, Ubuntu 20.04. Применение различных сред разработки (IDE) для запуска базовых проектов. Описание структуры и основных элементов базового проекта. Знакомство с алгоритмом выполнения проекта в Geant4. Запуски расчетов с режимом визуализации модели и без него. Возможные ошибки при работе с проектом. Краткое описание методов создания геометрии в модели. Свойства создания материалов (из стандартной базы, по химическим элементам или по изотопам). Создание вложенных тел, проверка самопересечения объектов в модели, создание массивов тел.	4	4	
	Тема № 3. Создание источника излучения, задание его основных свойств: тип испускаемых частиц, угловое и энергетическое распределение, расположение в пространстве относительно созданных тел. Описание процедуры вывода информации о результатах моделирования с помощью UserAction методов. Понятия запуска, события, трека и шага в моделировании. Циклы обработки событий и запусков. Команды для обращения к основным характеристикам частицы на данном шаге в модели: кинетическая энергия, принадлежность объему, тип частицы, заряд, масса, время с	4	4	

	момента рождения, потерянная энергия на ионизацию, полная потерянная энергия и др.).			
	Тема № 4. Подключение различных физических листов к модели. Создание собственного физического листа. Особенность применения той или иной физики при моделировании различных задач. Методы ускорения процедуры расчета. Пример моделирования оптики в Geant4 (сцинтилляционный детектор). Пример оценки времени замедления нейтронов до тепловых энергий в различных средах.	4	4	
3	Всего	22		
4	Зачет итоговый	2		

«СОГЛАСОВАНО»

И.о. декана ФПКПК НИЯУ МИФИ

 Киреев С.В.

« ___ » _____ 2022 г.

Для договоров
АО «СНИИП»

ЮРИДИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
организационно-правового
департамента
НИЯУ МИФИ