

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТЦ

 О.Ю. Долматов

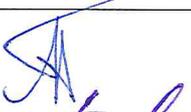
«25» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
 ПРИЕМ 2020 г.
 ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

**ПРОГРАММНЫЕ СРЕДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЛЕЙ ИОНИЗИРУЮЩИХ
 ИЗЛУЧЕНИЙ**

Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерная и радиационная безопасность		
Специализация	Ядерная и радиационная безопасность		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	Семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч		76	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЯТЦ
---------------------------------	---------	---------------------------------	------

Заведующий кафедрой - руководитель отделения ЯТЦ на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		А.Г. Горюнов
		В.С. Яковлева
		А.Г. Горюнов

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Применяет современные методы исследования процессов, факторов и характеристик в соответствующих областях знаний, оценивает погрешности и неопределенности результатов	ОПК(У)-2.1В1	Владеет навыками применения современных методов измерения, расчета, анализа или моделирования величин и характеристик в соответствующих областях знаний, оценки погрешностей и неопределенности результатов
				ОПК(У)-2.1У1	Умеет применять современные методы измерения, расчета, анализа или моделирования величин и характеристик в соответствующих областях знаний, оценивать и представлять результаты выполненной работы
				ОПК(У)-2.1З1	Знает современные методы измерения, расчета, анализа или моделирования величин и характеристик в соответствующих областях знаний, оценки и представления результатов выполненной работы
ПК(У)-1	Способность к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-1.1	Создает теоретические, физические и математические модели, описывающие процессы и механизмы переноса излучений, ядерных материалов, радиоактивных веществ, и применяет их для решения задач в области ядерной и радиационной безопасности	ПК(У)-1.1В8	Владеет навыками создания физических моделей и проведения расчетов характеристик полей излучения с использованием современных языков программирования, численных методов, операционных систем, программных сред.
				ПК(У)-1.1У8	Умеет создавать физические модели и проводить расчеты характеристик полей излучения с использованием современных языков программирования, численных методов, операционных систем, программных сред.
				ПК(У)-1.1З8	Знает характеристики полей излучений, современные языки программирования, численные методы, операционные системы и программные среды.
ПК(У)-2	Готовность применять методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-2.7	Рассчитывает перенос излучения через детектора с использованием пакетов специальных прикладных программ	ПК(У)-2.7В1	Владеет методами расчета транспорта частиц через вещество и отклика детектора с использованием пакетов специальных прикладных программ.
				ПК(У)-2.7У1	Умеет использовать современные методы для расчета характеристик полей излучения и анализа физических процессов в веществе детектора с использованием пакетов программ моделирования

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-2.731	Знает методы расчета характеристик полей излучения и физических процессов в веществе детектора с учетом геометрии системы; используемых материалов; описания первичных частиц; отслеживания частиц, проходящих через материалы и внешние электромагнитные поля; физики взаимодействия; отклика детектора; генерации данных о событиях; хранения событий и треков; визуализации детектора и траекторий частиц

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Способен рассчитывать характеристики поля от излучений различного типа по заданным параметрам источника, обрабатывать и анализировать полученные результаты.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-1.1
РД 2	Способен моделировать транспорт частиц с различной энергией через вещество с однородной и многослойной структурой, обрабатывать и анализировать полученные результаты.	И.ОПК(У)-2.1 И.ПК(У)-1.1
РД 3	Способен моделировать детекторы частиц, обрабатывать и анализировать полученные результаты.	И.ОПК-2.1 И.ПК(У)-2.7

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Современные программные среды для моделирования физических процессов и анализа	РД 1	Лекции	8
	РД 2	Практические занятия	8
	РД 3	Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 2. Моделирование и анализ	РД 2	Лекции	8
	РД 3	Практические занятия	8

распределений полей ионизирующих излучений		Самостоятельная работа	38
---	--	------------------------	----

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Современные программные среды для моделирования физических процессов и анализа

Дается обзор современных программных средств моделирования процессов взаимодействия и транспорта ионизирующего излучения через вещество. Практика использования средств коммуникации, моделирования и анализа данных: Unix, C++, GEANT4, CLHEP, Root. Метод Монте-Карло в теории переноса излучения. Имитационное моделирование. Объектно-ориентированное моделирование. Структура программы. Описание геометрии эксперимента. Классы, описывающие материалы. Иерархия физических объемов. Формы объема. Описание физических процессов и частиц. Генераторы первичных частиц. Описание немоноэнергетического источника частиц. Компиляция и запуск. Интерфейс пользователя GEANT4. Описание детектирующего объема. Оцифровка сигнала. Сохранение результатов моделирования. Визуализация в GEANT4.

Темы лекций:

1. Обзор программных средств моделирования полей ионизирующих излучений. Метод Монте-Карло.
2. Пакет программ GEANT4. Основные термины и определения.
3. Построение модели установки, физика частиц и интерфейс пользователя GEANT4.
4. Чувствительный объем детектора, сохранение и визуализация результатов моделирования.

Темы практических занятий:

1. Метод Монте-Карло, генерация случайных и квазислучайных чисел.
2. Ознакомление со средой моделирования в GEANT4.
3. Моделирование элементарного детектора.
4. Моделирование энергетических спектров частиц.

Раздел 2. Моделирование и анализ распределений полей ионизирующих излучений
--

Моделирование физических процессов взаимодействия частиц с веществом, транспорт и регистрация полей ионизирующих излучений. Категории частиц. Трекинг частиц. Категории процессов. Дискретные и непрерывные процессы. Описание отдельного процесса. Класс описания набора процессов. Описание распада частиц. Стандартный набор электромагнитных процессов. Набор электромагнитных процессов при низких энергиях. Многократное рассеяние. Ионизация. Оптические процессы. Микродозиметрия. Построение модели сцинтилляционного детектора. Описание однородного магнитного поля. Описание однородного электрического поля. Описание сложных полей. Геометрия с повторяющимися элементами. Анализ и представление результатов моделирования Root.

Темы лекций:

1. Моделирование частиц. Трекинг частиц.
2. Моделирование физических процессов в веществе: поглощение, рассеяние, флуоресценция и др.
3. Моделирование физических процессов в детекторе: ионизационные и радиационные потери.

4. Средства обработки, представления и анализа результатов моделирования Root.

Темы практических занятий:

1. Моделирование сцинтилляционного детектора.
2. Моделирование сэмплинг калориметра.
3. Моделирование пространственных распределения полей ионизирующих излучений.
4. Средства обработки, представления и анализ результатов моделирования Root.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование информации;
- Выполнение домашних заданий и домашних контрольных работ;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Леонтьев В.В. Задачи раздела «Информационные методы в физике высоких энергий»: Описание задач практикумов / В.В. Леонтьев, И.И. Белотелов. – Москва: Университетская книга, 2011. – 48 с.
2. Леонтьев В.В. Задачи раздела «Информационные методы в физике высоких энергий», часть 2.: Описание задач практикумов / Леонтьев В.В., Орлов И.А. – Москва: Университетская книга, 2013. – 49 с.
3. Михайлов Г.А. Численное статистическое моделирование. Методы Монте-Карло: учебное пособие для вузов / Г.А. Михайлов, А.В. Войтишек. – Москва: Академия, 2006. – 368 с.
4. Е. Бюклинг, К. Каянти, Кинематика элементарных частиц. – Москва: Мир, 1975. – 339 с.
5. Группен К. Детекторы элементарных частиц: справочное издание. – Новосибирск: Сибирский хронограф, 1999. – 386 с.

Дополнительная литература

1. Каширин И.Ю. От C к C++: учебное пособие для вузов / И.Ю. Каширин, В.С. Новичков. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2005. – 334 с.
2. Соболев, И.М. Численные методы Монте-Карло / И.М. Соболев. – Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1973. – 312 с.
3. Климанов В.А. Дозиметрия ионизирующих излучений: учебное пособие/ Климанов В.А., Крамер-Агеев Е.А., Смирнов В.В. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2015. – 740 с.
4. Беспалов В.И. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом: учебное пособие / В.И. Беспалов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – 476 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. <http://geant4.web.cern.ch> – официальный сайт разработчиков GEANT.
2. <http://root.cern.ch> – официальный сайт разработчиков ROOT.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Windows 7 Professional

2. Microsoft Office 2013 Professional Plus Russian Academic
3. Wolfram Mathematica 12.1
4. PTC Mathcad Prime 6
5. MathWorks MatLab
6. Google Chrome.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для проведения лекций и практических занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 228	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, 122	Компьютер - 12 шт.; Доска аудиторная настенная – 1 шт. Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс). 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 122А	Компьютер - 12 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Доска аудиторная настенная – 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе общей характеристики образовательной программы по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерные физика и технологии» ООП «Ядерная и радиационная безопасность» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры	А.Г. Горюнов

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол № 28 от 13.05.2020 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры, д.т.н.


Горюнов А.Г.

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ядерно- топливного цикла (протокол)