

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФТИ

О.Ю. Долматов

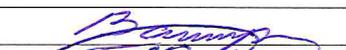
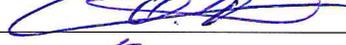
«01» 06 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
 БАЗОВАЯ**

Спектрометрия в радиоэкологии

Направление ООП	14.03.02 «Ядерные физика и технологии»		
Квалификация	бакалавр		
Базовый учебный план приема (год)	2017		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения		
Лекции, ч	16		
Практические занятия, ч	0		
Лабораторные занятия, ч	16		
Контактная (аудиторная) работа (ВСЕГО), ч	32		
Самостоятельная работа, ч	76		
ИТОГО, ч	108		

Вид промежуточной аттестации	зачет	Обеспечивающее подразделение	ПФ
------------------------------	-------	------------------------------	----

Заведующий кафедрой		Вагнер А.Р.
Руководитель ООП		Долматов О.Ю.
Преподаватель		Вагнер А.Р.

2017 г.

1. Цели освоения дисциплины

Решение задач спектрометрии ионизирующих излучений в радиоэкологии, радиационной физике, технике и медицине часто связано с экспериментальными измерениями характеристик полей ионизирующих излучений, создаваемых в окружающей среде радиоактивностью естественного и техногенного происхождения. Специалист, имеющий дело с ионизирующим излучением, должен хорошо представлять, какие параметры полей наиболее информативны, какие характеристики должен иметь тот или иной прибор – спектрометр, пригодный для измерения этих характеристик, какое вторичное излучение образуется, какова проникающая способность излучения и, наконец, как оценить погрешности измерений характеристик полей излучений при решении различного рода задач в этой области инженерной практики.

Цели освоения дисциплины «Спектрометрия в радиоэкологии» (обеспечивающие достижения целей Ц1, Ц3, Ц5):

1. знать свойства и характеристики ионизирующих излучений, основные процессы взаимодействия заряженных частиц, нейтронов и фотонов с веществом детекторов, характеристики поля ионизирующего излучения и единицы их измерения;
2. знать методы измерения параметров полей электромагнитного и корпускулярных излучений, математические методы обработки результатов прямых и косвенных измерений;
3. знать средства автоматизации экспериментальных измерений, способы документирования результатов измерений;
4. знать и уметь вычислять средние и средневзвешенные оценки результатов измерений по экспериментальным выборкам, применять пакеты прикладных программ для расчета погрешностей и построения доверительных интервалов;
5. быть готовым отвечать за свои решения в рамках профессиональной компетенции;
6. распознавать образы и идентифицировать радионуклиды по их спектральным распределениям.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Спектрометрия в радиоэкологии» входит в профессиональный цикл дисциплин (вариативная часть), которые определяют подготовку бакалавров направления Ядерная физика и технологии по специальности «Радиационная безопасность человека и окружающей среды». Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Общая физика», «Атомная физика», «Теоретическая физика», «Ядерная физика», «Экспериментальные методы ядерной физики». Сведения из нее используются при выполнении НИРС и при выполнении выпускных квалификационных работ.

Дисциплина «Спектрометрия в радиоэкологии» является одной из основных дисциплин, необходимых для формирования специальных знаний и практических навыков для данной специальности. Ее изучение опирается на знания, полученные при изучении дисциплин (*пререквизиты*): «Физика», «Математика», «Введение в ядерную физику». Кореквизитами для дисциплины «Спектрометрия в

радиоэкологии» являются дисциплины: «Экспериментальные методы ядерной физики», «Биологические основы радиационной безопасности».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов освоения ООП), в т.ч. в соответствии с ФГОС ВО и профессиональными стандартами (табл.1):

Таблица 1

Составляющие результатов освоения ООП

Результаты освоения ООП	Компетенции по ФГОС, СУОС	Составляющие результатов освоения					
		Код	Владение опытом	Код	Умения	Код	Знания
Р7		В7.1	Математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	У7.1	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	37.1	Основных законов естественнонаучных дисциплин
Р8	ОК-7, ПК-12	В8.1	Обслуживания технологического оборудования и соблюдения технологической дисциплины.	У8.1	Проводить оценку ядерной и радиационной безопасности, воздействия на окружающую среду.	38.1	Основных методов защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.
Р9	ПК-7, 10	В9.1	Проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов установок и приборов	У9.1	Проводить расчеты, проектировать детали и узлы приборов, установок в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования.	39.1	Правил разработки проектной и рабочей технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ.

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты (табл. 2):

Таблица 2

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№ п/п	Результат
РД1	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • свойства и характеристики ионизирующих излучений, основные процессы взаимодействия заряженных частиц, нейтронов и фотонов с веществом детекторов; • основные положения норм радиационной безопасности (НРБ–99/2009); • свойства и характеристики гамма-излучения радионуклидных источников; программы для расчета погрешностей и построения доверительных интервалов.
РД2	<p>Уметь сглаживать, интерполировать и экстраполировать полученные экспериментальные результаты; распознавать образы и идентифицировать радионуклиды по их спектральным распределениям.</p>
РД3	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • средствами автоматизации экспериментальных измерений; • способами документирования результатов измерений

4. Структура и содержание дисциплины

Лекции (16 часов ауд.)

1. Введение

- 3 ч.

Цели и задачи дисциплины. Место дисциплины в образовательной программе профиля “Радиационная безопасность человека и окружающей среды”. Элементы квантовой теории строения атомного ядра. Область стабильных ядер атомов. Причины возникновения радиоактивности в природе. Техногенная радиоактивность, ее источники. Статистическая природа радиоактивности. Законы простого и сложного радиоактивного распада, секулярное равновесие. Радиоактивные семейства, закон Гейгера-Неттола. Типы радиоактивности: альфа- распад ядер и его закономерности; гамма- распад ядер и явление внутренней конверсии; бета- распад ядер и его разновидности: бета-минус распад; бета-плюс распад; электронный захват (К- захват). Энергетические спектры частиц и фотонов гамма- излучения, возникающих при радиоактивном распаде ядер.

2. Детекторы излучений.

- 3 ч

Детекторы элементов полей ионизирующих излучений, предназначенные для полного поглощения кинетической энергии.

Детекторы альфа- частиц: импульсные ионизационные камеры; пропорциональные счетчики и камеры; сцинтилляционные газовые

и жидкостные детекторы, органические кристаллы; следовые (трековые) детекторы; полупроводниковые золото-кремниевые поверхностно-барьерные детекторы.

Детекторы бета-излучения: проточные пропорциональные счетчики; детекторы Черенковского излучения; сцинтилляционные “коктейли” и особенности их применения для спектрометрии альфа-частиц и бета-частиц средних энергий; сцинтилляционные детекторы на основе твердых органических кристаллов; магнитная бета-спектрометрия.

Конструктивные особенности магнитных спектрометров: магнитная спектрометрия с использованием поперечного однородного магнитного поля; спектрометры с продольным аксиально-симметричным магнитным полем; спектрометры секторного типа; спектрометры с полукруговой фокусировкой.

Детекторы гамма-излучения: сцинтилляционные детекторы на основе тяжелых неорганических монокристаллов; современные германиевые литий-дрейфовые p-i-n детекторы коаксиального типа с большим чувствительным слоем; p-i-n детекторы на основе особо чистого германия и особо чистого кремния, (ОЧГ, ОЧК).

3. Схемы регистрации полей излучений. - 2 ч

Электрические схемы включения детекторов; эквивалентная схема и расчет формы импульса напряжения на приведенной нагрузке во времени при регистрации частицы или фотона гамма-излучения; особенности формирования импульса напряжения для различных способов детектирования частиц и фотонов.

Выносные блоки спектрометров, особенности их конструирования для регистрации элементов различных полей излучений. Предельные загрузки по входу спектрометров.

4. Спектрометры. - 2 ч

Формирование аппаратных спектров амплитуд импульсов, снимаемых с датчиков спектрометров: формирование интегральных спектров в режиме одноканального измерения; формирование дифференциальных спектров в режиме одноканального измерения; применение мультисканальных амплитудных анализаторов импульсов; современные аналогово-цифровые мультисканальные анализаторы.

Блок-схемы современных спектрометров: альфа-спектрометры; бета-спектрометры; гамма- и рентгеновские спектрометры; их сходство и различия; достоинства и недостатки спектрометров различного типа.

5. Спектры ионизирующих излучений - 1 ч

Основные информативные параметры энергетических спектров ионизирующих излучений: альфа-спектры; бета-спектры; гамма- и рентгеновские спектры. Энергетическое разрешение спектрометров, разрешающая способность; понятие светосилы для некоторых типов спектрометров. Калибровки спектрометров:

калибровка энергетической шкалы спектрометров по образцовым спектрометрическим источникам; калибровка по эффективности; калибровка по форме линий.

6. Проведение радиоэкологических исследований

- 2 ч

Применение метода спектрометрии в радиоэкологических исследованиях. Задачи радиоэкологии: альфа- спектрометрические исследования для определения концентраций атомов сверхтяжелых элементов в объектах геобиоценозов, отбор проб для анализов, пробоподготовка и изготовление измерительных образцов (препаратов), проведение анализов и обработка результатов анализов; бета- спектрометрические исследования и ограничения области их применения; гамма- спектрометрия натуральных образцов, отобранных на объектах окружающей среды. Измерение и учет фоновых компонент в спектрограммах. Статистическая обработка спектрограмм с целью получения достоверной информации об активностях радиоактивных элементов, аккумулярованных в объектах окружающей среды. Определение площадей пиков полного поглощения и расчет удельных массовых или объемных активностей радионуклидов в препаратах и измерительных образцах. Алгоритмы автоматизированной обработки и расшифровки спектрограмм в современной спектрометрии. Документирование результатов расшифровки спектрограмм и подготовка свидетельства радиационного качества.

Лабораторные работы (16 часа ауд.)

1. Идентификация альфа- источников из набора ОСАИ с помощью полупроводникового альфа- спектрометра на основе золото-кремниевого поверхностно-барьерного детектора. - 4 ч
2. Определение рабочего напряжения смещения ППД. - 4 ч
3. Исследование интегральной и дифференциальной характеристик гамма- радиометра 20047 по энергетическому спектру радионуклида цезий-137. - 2 ч
4. Определение содержания калия в веществах с помощью бета- радиометра. - 4 ч
5. Определение параметров закономерностей, характеризующих взаимодействие альфа- частиц с воздухом. - 2 ч

5. Организация самостоятельной работы студентов

5.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- самостоятельное изучение теоретического материала по учебному пособию преподавателя и по материалам других учебников (**40 ч**);
- выполнение домашних контрольных работ (**16 ч**);
- подготовка к самостоятельным работам (**20 ч**);

5.2. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

1. оценка домашних контрольных работ;
2. оценка при защите специальных заданий с теоретическими вопросами и задачами;

6. Оценка качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положением о промежуточной аттестации студентов Томского политехнического университета».

Максимальное количество баллов по дисциплине в семестре – 100 баллов, в т.ч.:

- в рамках текущего контроля – 60 баллов,
- за промежуточную аттестацию (экзамен/зачет) – 40 баллов.

Максимальное количество баллов за выполнение курсового проекта (работы) в семестре (при наличии) – 100 баллов, в т.ч.:

- в рамках текущего контроля – 40 баллов,
- за промежуточную аттестацию (защиту) – 60 баллов.

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам оценочных мероприятий.

Оценочные мероприятия текущего контроля по разделам и видам учебной деятельности приведены в Приложении «Календарный рейтинг-план изучения дисциплины», «Календарный рейтинг-план выполнения курсового проекта (работы)» (при наличии).

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Методическое обеспечение

Основная литература:

1. Экспериментальные методы ядерной физики: учебное пособие / Ю. М. Степанов; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009 Ч. 1. — 2009. — 370 с.: ил.. — Библиогр. в конце глав.
2. Специальный физический практикум : учебное пособие / В. В. Кашковский; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 404 с.: ил.. — Библиогр.: с. 393-398

Дополнительная литература:

1. Специальный физический практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Кашковский; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 4.9 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. —
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m303.pdf>
2. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом : учебное пособие / В. И. Беспалов; Томский политехнический университет (ТПУ). — 4-е изд., испр.. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 368 с.: ил.. — Библиография в конце глав. — Предметный указатель: с. 366-368.. — ISBN 5-98298-130-3.

3. Современные датчики : справочник: пер. с англ. / Дж. Фрайден. — Москва: Техносфера, 2006. — 588 с.: ил.. — Мир электроники. — Библиография в конце глав.. — ISBN 5-94836-050-4.
4. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения : учебное пособие / А. И. Болоздыня, И. М. Ободовский. — Долгопрудный: Интеллект, 2012. — 204 с.: ил.. — Библиогр.: с. 202-204.. — ISBN 978-5-91559-105-8.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Основное материально-техническое обеспечение дисциплины представлено в табл. 4.

Таблица 4

Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, компьютерных классов, учебных лабораторий, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение), с указанием корпуса и номера аудитории
1	Компьютерный класс кафедры ПФ ФТИ (ауд. 12к)	10 корпус 12К, 122
2	Аудитория для практических и лекционных занятий	10 корпус 125А
3	Лаборатория спектроскопии	10 корпус 123

Базовая рабочая программа составлена на основе Общей характеристики ООП ТПУ по направлению 14.03.02 Ядерная физика и технологии» (приема 2017 г.).

Программа одобрена на заседании кафедры «Прикладная физика» (протокол № 22 от «22» мая 2017 г.).

Автор

Зав. каф. _____ /А.Р. Вагнер/

подпись

Рецензент(ы):

профессор

подпись

подпись