ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ДОЗИМЕТРИЯ И ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Направление подготовки/ специальность	**14.04.02 Ядерные физика и технологии**		
Образовательная программа (направленность (профиль))	**Ядерные реакторы и материалы**		
Специализация	Безопасность и нераспространение ядерных материалов		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	**2**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**3**		

Заведующий кафедрой - руководитель отделения		А.Г. Горюнов
Руководитель ООП		М.С. Кузнецов
Преподаватель		В.С. Яковлева

2020 г.

1. Роль дисциплины «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений	2	ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК-2.3	Применяет методики дозиметрии и радиометрии для исследования физических явлений, процессов переноса радиоактивных веществ в различных объектах окружающей среды, переноса ионизирующих излучений	ОПК-2.3В1	Владеет опытом применения методов дозиметрии и радиометрии для оценки уровней радиационно-опасных факторов среды, радиоактивности веществ и материалов.
						ОПК-2.3У1	Умеет выбирать и применять средства измерения в соответствии с поставленной задачей.
						ОПК-2.3З1	Знает базовые, экви-дозиметрические и операционные величины, единицы их измерения, характеристики полей ионизирующих излучений, методы и средства дозиметрии и радиометрии.
		ПК(У)-4	Способность оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения	И.ПК(У)-4.4.	Идентифицирует радиационные факторы и обстановку на предприятиях, осуществляющих обращение с ЯМ, РВ и РАО	ПК(У)-4.4В1	Владеет опытом выбора средств измерения для проведения индивидуального дозиметрического контроля и радиационного мониторинга окружающей среды, оценки соответствия нормам радиационной безопасности.
						ПК(У)-4.4У1	Умеет выбирать и применять средства измерения в соответствии с задачей, определять уровни радиационного загрязнения, моделировать перенос радиоактивных веществ.
						ПК(У)-4.4З1	Знает процессы и механизмы переноса радиоактивных веществ в различных объектах окружающей среды, переноса ионизирующих излучений, нормы радиационной безопасности.

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Способен проводить измерения характеристик полей ионизирующих излучений и дозовых величии с помощью средств измерений дозиметрии и радиометрии	И.ОПК-2.3 И.ПК(У)-4.4.	Раздел 1. Характеристики полей ионизирующих излучений Раздел 2. Дозиметрические величины и единицы их измерения	Контрольная работа
РД 2	Способен осуществлять контроль за выполнением норм радиационной безопасности, представлять результаты измерений в соответствии с требованиями соответствующих стандартов и нормативных документов	И.ОПК-2.3 И.ПК(У)-4.4.	Раздел 3. Методы и средства измерения дозиметрии и радиометрии	Контрольная работа
РД 3	Способен моделировать перенос радиоактивных веществ и определять уровни радиационного загрязнения.	И.ОПК-2.3 И.ПК(У)-4.4.	Раздел 4. Перенос радионуклидов в различных средах	Контрольная работа

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности,

		необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Контрольная работа	Вопросы для КР №1: 1. Определение и единицы измерения флюенса частиц. 2. Определение и единицы измерения плотности потока частиц. 3. Какое излучение называется косвенно ионизирующим? 4. Какое излучение называется непрерывным? Вопросы для КР №2: 1. Общее уравнение для поглощенной дозы с использованием величины - ток энергии $\overrightarrow{J_E}$. Описать входящие величины. Записать уравнения энергетического баланса для элемента объема среды для незаряженных частиц в поле косвенно ионизирующего излучения. 2. Керма: определение и физический смысл. Мощность кермы. Единицы измерения. Связь кермы с поглощенной дозой. 3. Экспозиционная доза: определение и физический смысл. Единицы измерения. Связь кермы с экспозиционной дозой. Дать определение *1 Кл/кг*.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		4. ОБЭ- взвешенная доза в органе или ткани. Формула, определение и единицы измерения. Вопросы для КР №3: 1. Счетчики ионизирующего излучения. Определение. Примеры. 2. Определение эффективности регистрации счетчика. 3. Индивидуальные дозиметры и комплексы. Примеры. 4. Классификация приборов и методов для измерения объемной активности изотопов радона и дочерних продуктов распада в воздухе, грунте и воде. Вопросы для КР №4: 1. Определение ОА и ЭРОА радона. Описать все входящие величины, указать ед. изм. Привести схему распада радона до первого долгоживущего изотопа. 2. Термолюминесцентный метод измерения радона. 3. Области применения величины ППР. 4. Метод определения плотности потоков радона и торона по содержанию ^{226}Ra и ^{232}Th. Преимущества и недостатки.
2.	Экзамен	Вопросы на экзамен: 5. Скалярные характеристики поля ионизирующего излучения. Флюенс частиц. Поток и плотность потока частиц. Интенсивность излучения. Единицы измерения. 6. Дифференциальные характеристики поля ионизирующего излучения. Пространственное, энергетическое и угловое распределения излучения. Связь дифференциального энергетического и углового распределения интенсивности излучения с соответствующим распределением плотности потока частиц. 7. Векторные характеристики поля излучения. Ток (плотность тока) частиц в изотропном поле. Найти результирующий флюенс и ток частиц в точке **A** от двух направленных пучков излучения, приходящих в эту точку. 8. Поглощенная энергия излучения. Ее связи с током энергии $\mathbf{J}_E$. Найти поглощенную энергию в изотропном поле излучения, в вакууме. 9. Поглощенная доза. Записать уравнения энергетического баланса для элемента объема среды для заряженных и незаряженных частиц в поле косвенно ионизирующего излучения. 10. Керма: определение и физический смысл. Мощность поглощенной дозы. Мощность кермы. Единицы измерения.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		11. Экспозиционная доза: определение и физический смысл. Единицы измерения. Электронное равновесие. 12. Эквивалентная доза: определение и физический смысл, единицы измерения. Коэффициент качества излучения. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) излучения и ее зависимость от ЛПЭ. 13. Эффективная эквивалентная доза: определение и физический смысл. Единицы измерения. Коллективная доза. 14. Гамма- постоянная. Керма- постоянная: определение и физический смысл. Единицы измерения. 15. Радиевый гамма- эквивалент, керма- эквивалент: определение и физический смысл. Единицы измерения. 16. Линейная беспороговая концепция малых доз ионизирующего излучения. Радиационный гормезис. 17. Ионизационная камера. Принцип действия. Воль- амперная характеристика ионизационной камеры. Ток насыщения, его зависимость от давления газа в камере. Область применения. 18. Электронное равновесие. Теория Брэгга- Грея. 19. Газовые счетчики. Пропорциональные счетчики. Счетчики Гейгера - Мюллера. Объяснить зависимость величины импульса от напряжения. Коэффициент газового усиления. 20. Характеристики газовых детекторов и область применения. 21. Полупроводниковые детекторы. Принцип действия. Характеристики. Область применения. 22. Люминесцентные методы дозиметрии. Термолюминесцентные и радиофотолюминесцентные дозиметры. Принцип действия. Область применения. 23. Сцинтилляционный метод дозиметрии. Принцип метода. Дозиметрические характеристики сцинтилляторов. Область применения. 24. Фотографический и химический методы дозиметрии. Принцип метода. Фотохимическое действие излучения. Дозовая чувствительность излучения. Область применения. 25. Дозиметрия нейтронов. Тканевая и эквивалентная дозы нейтронов. Ионизирующее действие быстрых нейтронов. 26. Пути поступления радионуклидов внутрь организма. Образование и свойства радиоактивных аэрозолей, особенности их биологического действия. 27. Формирование дозы излучения инкорпорированных радионуклидов. Кинетика продуктов распада радона на фильтре. Дозиметрия аэрозолей. 28. Определение ОА и ЭРОА радона. Описать все входящие величины, указать ед. изм. Привести

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		схему распада радона до первого долгоживущего изотопа. 29. Термолюминесцентный метод измерения радона. 30. Привести все классификации методов измерения изотопов радона. 31. Описать суть аспирационного метода измерения радона. Привести примеры. 32. Сцинтилляционный метод измерения изотопов радона. Способы разделения изотопов радона. Привести 2-3 примера радиометров. 33. Полупроводниковый метод измерения изотопов радона. Особенности обработки спектра. Привести 2-3 примера радиометров. 34. Ионизационный метод измерения изотопов радона. Способы разделения изотопов радона. Привести 2-3 примера радиометров. 35. Метод адсорбции изотопов радона на активированном угле. Закон Генри. Примеры радиометров. 36. Электростатический метод измерения изотопов радона. Способы разделения изотопов радона. Привести примеры радиометров. 37. Трековый метод измерения радона. Способы разделения изотопов радона. Формула расчета ОА радона по количеству треков. Привести примеры радиометров. 38. Определение ППР / ППТ. Описать все входящие величины, указать ед. изм. Привести схему распада радона / торона до первого долгоживущего изотопа. 39. Области применения величины ППР. 40. История развития методов ППР. 41. Классификация методов измерения ППР (ППТ). В чем состоит отличие косвенных методов измерения ППР от прямых методов? 42. Как подразделяются методы измерения ППР в зависимости от конструктивных особенностей НК и способу накопления радона (торона). 43. Метод определения плотности потоков радона и торона по содержанию ^{226}Ra и ^{232}Th. Преимущества и недостатки. 44. Диффузионно-адвективное уравнение переноса р/а газов в пористой среде. Описание всех входящих членов с указанием единиц измерения. Определение терминов «адвекция», «конвекция».

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		45. Закон Дарси и его модификация. Определение газопроницаемости грунта. 46. Метод определения ППР по измеренному градиенту объемной активности радона в грунте. Преимущества и недостатки. 47. Метод определения плотности потока по двум измерениям поровой активности радона. Преимущества и недостатки. 48. Метод баланса для определения ППР по продуктам распада радона и торона. Преимущества и недостатки. 49. Косвенный метод определения ППТ по ОА радона и торона у земной поверхности. Преимущества и недостатки. 50. Косвенный метод определения ППР по профилю ^{210}Pb в грунте. Преимущества и недостатки. 51. Динамика радона / торона внутри НК. Выражение для расчета ППР/ППТ с учетом радиоактивного распада. 52. Метод адсорбции изотопов радона на активированном угле для измерения ППР. Закон Генри. Примеры радиометров. 53. Сцинтилляционный метод измерения ППР. Способы разделения изотопов радона. 54. Полупроводниковый метод измерения ППР. Особенности обработки спектра. Привести 2-3 примера радиометров. 55. Способы отделения торона при измерениях плотности потока радона. Примеры. **Примеры задач на экзамен:** **Задача 1.** Индивидуальная доза облучения в результате воздействия гамма - источника с энергией 2.6 МэВ в течение дня составляет 5 грей. Сколько фотонов гамма - излучения попало в организм человека массой 75 кг. Потери энергии фотона в тканях организма составляют 40%. **Задача 2.** Определить мощность поглощенной дозы при работе с источником гамма - излучения с энергией 6.5 МэВ и активностью $2x10^{-4}$ кюри. Масса человека 70 кг. Потери энергии фотона в тканях организма составляют 60% **Задача 3.** Индивидуальная доза облучения, полученная в результате воздействия источника ^{60}Co в течении 10 с, составила 100 Гр. Сколько фотонов у-излучения попало при этом в организм

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		человека, если каждый фотон теряет в тканях тела около 40 % своей энергии ? Расчеты произвести для человека весом 75 кг. **Задача 4.** Количество ^{90}Sr, которое ежедневно попадает с пищей в организм человека, составляет 0.94 Бк. Каково значение дозы, накопленной в костной ткани за год? Средние энергии β-распада составляют $\approx$ 0.3-0.4 от E^{β}_{max}, для расчетов принять 0.4. Считать, что в организме поглощается 10% фотонов. **Задача 5.** В организм человека попало 10 мг ^{55}Fe. Найти значение поглощенной дозы за 10-летний период. Период полураспада ^{55}Fe =2.7 года. Энергия фотонов E_{γ}=0.00595 МэВ. Квантовый выход - 25,7%. Сравнить с пределом дозы для персонала, установленным в НРБ-99. **Задача 6.** В результате аварии произошел выброс в окружающую среду радионуклида ^{90}Sr и была загрязнена вода, используемая для питьевых целей. Определить максимальную удельную активность радионуклида ^{90}Sr, при попадании которого вместе с питьевой водой внутрь организма для населения не будет превышено значение эффективной дозы 0,1 мЗв/год (*установленное в НРБ-99 при расчетах содержания радионуклидов в питьевой воде*). **Задача 7.** Оценить эффективную дозу в организме человека за год, если через органы дыхания в него попало 100 мкг изотопа ^{239}Pu? Период полураспада ^{239}Pu равен $2.41*10^4$ лет. Сравнить в ПД, указанным в НРБ-99 для персонала.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Контрольная работа	В течение 1 аудиторного часа необходимо ответить на 4 теоретических вопроса.
2.	Экзамен	В течение 1 аудиторного часа необходимо сформулировать ответы на 4 теоретических вопроса и решить одну задачу.