

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЛИАЛ МГУ В Г. ДУБНЕ

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора
филиала МГУ в г.Дубне
/ Э.Э. Боос /
«01» сентября 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:
Дозиметрия и радиационная безопасность

Уровень высшего образования:
Магистратура

Направление подготовки:
03.04.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП:
Фундаментальная и прикладная ядерная физика

Форма обучения: Очная форма обучения

Дубна 2024 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки программы магистратуры 03.04.02 «Физика».

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы–составители:

1. кандидат физико-математических наук, Шулина Александра Владимировна, научный сотрудник кафедры фундаментальных ядерных взаимодействий физического факультета МГУ

Руководитель магистерской программы:

Доктор физ.-мат. наук, академик РАН Г.В. Трубников, по совместительству заведующий кафедрой физического факультета МГУ

Аннотация к рабочей программе дисциплины

Рассматриваются вопросы, связанные с дозиметрией и радиационной безопасностью, источниками излучений, взаимодействием радиации с биологическими объектами, последствиями действия радиации, методами детектирования различных излучений. Особое внимание уделяется нормам радиационной безопасности, организации работы с радиоактивными веществами и защите от излучений. Целью курса является овладение современными профессиональными знаниями в области дозиметрии и радиационной безопасности, методами защиты и детектирования излучений.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется на 2-ом курсе во 3-ем семестре и входит в состав вариативной части, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Курсы оптика и атомная физика из курса общей физики, электродинамика, термодинамика и статистическая физика, квантовая механика из курса теоретической физики, физика атомного ядра и частиц, молекулярная физика в объеме классических университетских курсов.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Компетенции	Результаты обучения
ОПК-3	<p><u>Знать</u> новейшие достижения ядерной физики при организации научно-исследовательской деятельности</p> <p><u>Уметь</u> применять на практике результаты актуальных научных исследований в области современной ядерной физики</p> <p><u>Владеть</u> навыками применения современных научных принципов и методов исследования в области ядерной физики для решения профессиональных задач</p>
ПК-1	<p><u>Знать</u> разделы ядерной физики, необходимыми для решения поставленной научной задачи</p> <p><u>Уметь</u> применять экспериментальные и теоретические знания при решении поставленной научной задачи</p> <p><u>Владеть</u> экспериментальными и теоретическими методами исследования при решении научных задач в области современной ядерной физики</p>
МПК-1	<p><u>Знать</u> основные разделы и направления в области</p>

	<p>фундаментальной и прикладной ядерной физики.</p> <p><u>Уметь</u> структурировать явления фундаментальной и прикладной ядерной физики, создавать или подбирать физическую модель для их описания.</p> <p><u>Владеть</u> методами оценки границы применимости физических моделей, определять их недостатки и несоответствия</p>
--	--

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе: 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

№ темы		Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Семинары	Учебно-практические занятия (лабораторные или практические занятия)	Самостоятельная работа	
1	<p>Физические основы радиационной безопасности. Цели и задачи радиационной безопасности. Основные характеристики ионизирующих излучений. Взаимодействие заряженных частиц со средой. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие фотонного излучения с веществом. Поглощенная доза и керма. Относительная биологическая эффективность и коэффициент качества. Эквивалентная доза. Коллективная доза. Физические величины для характеристики источников γ-</p>	16	4	4		8	Оп

	излучения.						
2	Естественные источники ионизирующих излучений. Воздействие радиации на живой организм. Космическое излучение. Естественные радионуклиды. Уровни внешнего облучения от естественных радионуклидов. Дозы внутреннего облучения. Суммарные дозы, создаваемые естественными источниками излучения. Облучение, обусловленное технологически повышенным естественным радиационным фоном. Глобальные выпадения. Облучение в медицинских целях. Первичные механизмы действия ионизирующего излучения. Биологические последствия острого облучения. Зависимость поражения от времени воздействия. Отдаленные последствия. Генетические эффекты.	16	4	4		8	КР
3	Принципы подхода к нормированию уровней облучения. Беспороговое действие излучения. Концепция приемлемого риска. Дозовые пределы облучения. Основные положения Норм радиационной безопасности. Дозовые пределы облучения. Планируемое повышенное облучение при радиационной аварии. Ограничение облучения населения при возникновении радиационной аварии. Допустимые уровни внешнего и внутреннего облучения. Поле излучения точечных и протяженных источников без защиты, преобразования для расчетов полей излучения. Допустимые уровни радиоактивного загрязнения открытых поверхностей рабочих помещений, оборудования и спецодежды, средств транспортирования радионуклидов. Допустимые уровни радиоактивного загрязнения кожных покровов. Контрольные уровни.	16	4	4		8	КР
4	Организация работы с радиоактивными веществами и	18	6	6		6	Оп

	защита от излучений. Защита от внешних потоков излучений. Защита от альфа-, бета-, гамма- излучений и нейтронов. Организация работы с радиоактивными веществами в открытом виде. Предупреждение радиационных аварий и ликвидация их последствий. Радиационная безопасность ядерных реакторов. Ядерный реактор. Принцип действия. Обеспечение радиационной безопасности на ядерных реакторах. Характеристика возможных аварий. Радиационные последствия аварии на ядерных реакторах и контроль за здоровьем населения и уровнем радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды. Ядерные реакторы и проблемы охраны окружающей среды. Классификация радиоактивных отходов. Переработка и захоронение радиоактивных отходов.					
	Промежуточная аттестация	6			6	Экзамен
	ИТОГО:	72	18	18	36	

6. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Вопросы по теории:

1. Доза ионизирующего излучения. Дозиметрические величины.
2. Источники ионизирующего излучения. Основы радиационной защиты при использовании ионизирующего излучения.
3. Принципы работы приборов дозиметрического контроля.
4. Радиационный фон и облучение человека.
5. Радиационные аварии. Основные принципы обращения с радиоактивными отходами.

Задачи:

1. Вычислить эффективный атомный номер тяжелой воды по фотоэффекту и эффекту образования пар.
2. Для рентгеновского и γ - излучений необратимая часть поражения $f = 0,1$ для человека, коэффициент β , характеризующий скорость восстановления = $0,022-0,024 \text{ сут}^{-1}$. (Скорость восстановления $\sim 2.5\%$ в сут.) С интервалом в 30 сут. доза излучения составила по 3 Гр (300 рад). Чему будет равен эффект облучения? При этом полагается, что биологическое действие, обусловленное реализуемой дозой, будет таким же, как и при кратковременном воздействии в этой дозе.

3. Количество ^{90}Sr , которое попало с пищей в организм человека, составляет 710 Бк. В организме при этом поглощается 10% фотонов. Каково значение дозы, накопленной в костной ткани за год?
4. Какова поглощенная доза в организме человека в течении 5 лет, если через органы дыхания в него попало 250 мкг изотопа ^{239}Pu ? Период полураспада ^{239}Pu равен $2.4 \cdot 10^4$ лет.
5. Индивидуальная доза облучения, полученная в результате воздействия источника ^{60}Co в течении 40 с, составила 6 Гр. Сколько фотонов γ -излучения попало при этом в организм человека, если каждый фотон теряет в тканях тела около 40 % своей энергии?

Вопросы к экзамену:

- Основные характеристики ионизирующих излучений.
- Взаимодействие заряженных частиц со средой.
- Взаимодействие нейтронов с веществом.
- Взаимодействие фотонного излучения с веществом.
- Поглощенная доза и керма.
- Относительная биологическая эффективность и коэффициент качества.
- Эквивалентная доза.
- Коллективная доза.
- Физические величины для характеристики источников γ -излучения.
- Первичные механизмы действия ионизирующего излучения.
- Биологические последствия острого облучения. Зависимость поражения от времени воздействия. Отдаленные последствия. Генетические эффекты.
- Космическое излучение. Естественные радионуклиды. Уровни внешнего облучения от естественных радионуклидов.
- Дозы внутреннего облучения.
- Суммарные дозы, создаваемые естественными источниками излучения.
- Облучение, обусловленное технологически повышенным естественным радиационным фоном.
- Глобальные выпадения.
- Облучение в медицинских целях.
- Беспороговое действие излучения.
- Концепция приемлемого риска.
- Дозовые пределы облучения.
- Основные положения Норм радиационной безопасности.
- Дозовые пределы облучения.
- Планируемое повышенное облучение при радиационной аварии.
- Ограничение облучения населения при возникновении радиационной аварии.
- Допустимые уровни внешнего облучения.
- Допустимые уровни внутреннего облучения.
- Допустимые уровни радиоактивного загрязнения открытых поверхностей рабочих помещений, оборудования и спецодежды.
- Допустимые уровни радиоактивного загрязнения кожных покровов.
- Допустимые уровни радиоактивного загрязнения средств транспортирования радионуклидов.
- Контрольные уровни.
- Защита от внешних потоков излучений.
- Организация работы с радиоактивными веществами в открытом виде.

- Предупреждение радиационных аварий и ликвидация их последствий.
- Ядерный реактор. Принцип действия.
- Обеспечение радиационной безопасности на ядерных реакторах.
- Характеристика возможных аварий. Радиационные последствия аварии на ядерных реакторах и контроль за здоровьем населения и уровнем радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды.
- Ядерные реакторы и проблемы охраны окружающей среды, вопросы радиационной безопасности.
- Классификация радиоактивных отходов. Переработка и захоронение радиоактивных отходов.

6.2. Шкала и критерии оценивания

Результат освоения дисциплины	Критерии оценивания знаний, умений и навыков			
	2/ не зачтено	3/ зачтено	4/ зачтено	5/ зачтено
Знания	Отсутствие знаний	В целом успешные, но не систематические знания	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания	Успешные и систематические знания
Умения	Отсутствие умения применять фундаментальных и актуальных проблем.	В целом успешное, но не систематическое умение применять знания	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания	Успешное и систематическое умение применять знания
Навыки	Отсутствие/фрагментарные навыки в решении задач	В целом успешные, но не систематические навыки в решении задач	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы навыки в решении задач	Успешные и систематические навыки в решении задач

7. Ресурсное обеспечение

Основная литература

1. В.И. Иванов «Курс дозиметрии», Москва, Атомиздат, 1978.

2. В.А. Иванов «Ионизирующие излучения: дозиметрия и защита» методическое пособие для студентов ОЯФ, НИИЯФ МГУ, Москва 2001

Дополнительная литература

1. У.Я. Маргулис «Атомная энергия и радиационная безопасность» Москва. «Энергоатомиздат» 1988.
2. В.И. Иванов, В.П. Машкович «Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений», Москва, Атомиздат, 1973.
3. Ю.В. Сивинцев «Насколько опасно облучение?» Издательство «Знание» Москва, 1988
4. Р.В. Арутюнян, Л.А. Большов, И.И. Линге, Е.М. Мелихова, С.В. Панченко «Уроки Чернобыля и Фукусимы и актуальные проблемы совершенствования системы защиты населения и территорий при авариях на АЭС» Медицинская радиология и радиационная безопасность (<http://www.medradiol.ru>). 2016. Том 61. № 3, с.36-51.
5. И. Я. Василенко, О. И. Василенко. «Радиация и человек.» Проблемы глобальной безопасности. 2002, N 6, С. 13–16.
6. И. Я. Василенко, О. И. Василенко. «Радиационный риск при облучении в малых дозах ничтожно мал.» Бюллетень по атомной энергии. 2001, № 12, С. 34-37.
7. Радиационная дозиметрия. Под ред. Дж. Хайна и Г.Браунелла. Пер. с англ. М., Изд-во иностр. лит., 1958.
8. А.Н. Кронгауз и др. «Физические основы клинической дозиметрии», Москва, Атомиздат, 1969.
9. Н.Г. Гусев, В.П. Машкович, А.П. Суворов «Защита от ионизирующих излучений» Москва, Атомиздат, 1968.
10. Б.М. Исаев, Ю.И. Брегадзе Нейтроны в радиобиологическом эксперименте. М., «Наука», 1967.
11. А.П. Черняев «Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом», Москва, Физматлит, 2004.
12. Барсуков О.А. «Радиационная экология», Москва, Научный мир, 2003.

Перечень ресурсов Интернет необходимых для освоения дисциплины:

- Сайты физического факультета и кафедры нейтронографии
- Электронные библиотеки МГУ
- <http://rb.mchs.gov.ru/> - сайт межведомственной информационной системы по вопросам обеспечения радиационной безопасности населения и проблемам преодоления последствий радиационных аварий.

Материально-техническое обеспечение:

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», курс может быть прочитан в поточной аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.

8. Язык преподавания: русский