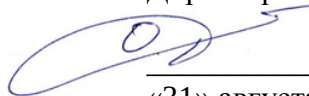


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯТШ



Долматов О.Ю.

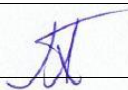
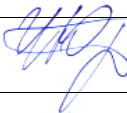
«31» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2022 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки / специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Nuclear Science and Technology / Ядерные физика и технологии		
Специализация	Nuclear medicine / Ядерная медицина		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		96	
ИТОГО, ч		144	

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

Зав. кафедрой-руководитель ОЯТЦ на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		А.Г.Горюнов
		В.В. Верхотурова
		Ю.М.Черепенников

2022 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов обучения	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.УК(У)-1.1	Анализирует проблемную ситуацию и (или) задачу, выделяя её базовые составляющие	УК(У)-1.1В3	Владеет опытом применения законов естественных наук и математических методов и моделей для решения задач теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.1У3	Умеет решать задачи теоретического и прикладного характера
				УК(У)-1.1З3	Знает законы естественных наук и математические методы теоретического характера
		И.УК(У)-1.2	Осуществляет поиск, выделяет и ранжирует информацию на основе системного подхода и методов познания для решения задач по различным типам запросов	УК(У)-1.2В1	Владеет репродуктивными методами познавательной деятельности и мыслительными операциями для решения задач естественнонаучных дисциплин
				УК(У)-1.2У1	Умеет обобщать усвояемые знания естественных наук категориями системного анализа и подхода и мыслительными операциями анализа, синтеза, сравнения и оценки
				УК(У)-1.2З1	Знает репродуктивные методы познавательной деятельности, признаки системного подхода и системного анализа
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК(У)-4.2	Составляет академические и (или) профессиональные тексты на иностранном языке (английском)	УК(У)-4.2В1	Владеет навыками монологического высказывания на иностранном языке (английском) по профилю своей специальности, аргументировано излагая свою позицию и используя вспомогательные средства (таблицы, графики, диаграммы и т.п.)
				УК(У)-4.2У1	Умеет составлять и представлять техническую и научную информацию, используемую в профессиональной деятельности, в виде презентации
		И.УК(У)-4.3	Организует обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях на иностранном языке (английском), выбирая подходящий формат	УК(У)-4.3В1	Владеет полученными знаниями по иностранному языку (английскому) на достаточном уровне в своей будущей профессиональной деятельности
				УК(У)-4.3З1	Знает основы структурирования доклада и подготовки презентаций на иностранном языке (английском), принятых в международной среде
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её	И.УК(У)-6.1	Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания	УК(У)-6.1З1	Знает особенности планирования самостоятельной деятельности в решении профессиональных задач

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов обучения	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	совершенствования на основе самооценки				
ПК(У)-3	Способен обеспечивать управление и техническое обслуживание средств и технологий применения излучений в медицине	И.ПК(У)-3.1	Обеспечивает техническое сопровождение лучевой терапии, лучевой диагностики и интервенционной радиологии, радионуклидной диагностики и терапии, медицинского применения источников неионизирующих излучений	ПК(У)-3.1В3	Владеет опытом сравнения и анализа принципов работы, преимуществ и недостатков, определения основных составных частей и узлов аппаратов и комплексов лучевой терапии, интервенционной радиологии, радионуклидной диагностики и терапии, оборудования для дозиметрического контроля
				ПК(У)-3.1У3	Умеет сравнивать и анализировать принципы работы, преимущества и недостатки, определять основные составные части и узлы аппаратов и комплексов лучевой терапии, интервенционной радиологии, радионуклидной диагностики и терапии, оборудования для дозиметрического контроля
				ПК(У)-3.134	Знает физико-технические основы и принципы работы аппаратов и комплексов лучевой терапии, интервенционной радиологии, радионуклидной диагностики и терапии, оборудования для дозиметрического контроля
ПК(У)-4	Способен управлять качеством физических и технических аспектов в подразделениях лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии в соответствии с оснащением, требованиями нормативной документации и кадровым обеспечением медицинской организации	И.ПК(У)-4.1	Обеспечивает контроль качества физических и технических аспектов лучевой терапии и диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии, руководствуясь нормативной документацией и принимая во внимание материальное и кадровое обеспечение медицинской организации	ПК(У)-4.131	Знает основные принципы обеспечения качества физических и технических аспектов лучевой терапии, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии, российские и международные нормативные документы, стандарты и рекомендации в данной области
ПК(У)-5	Способен проводить и организовывать дозиметрическое планирование, клиническую дозиметрию, процедуры гарантии качества для лучевой терапии, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии	И.ПК(У)-5.1	Проводит и организует дозиметрическое планирование, клиническую дозиметрию, процедуры гарантии качества для лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии	ПК(У)-5.1В1	Владеет опытом расчета физических характеристик полей ионизирующего излучения, ожидаемых радиобиологических эффектов в области лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии
				ПК(У)-5.1У1	Умеет проводить расчеты физических характеристик полей ионизирующего излучения, ожидаемых радиобиологических эффектов в области лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии
				ПК(У)-5.131	Знает физические и радиобиологические основы лучевой терапии, диагностики,

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов обучения	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии
				ПК(У)-5.132	Знает физические основы клинической дозиметрии, принципы действия основных приборов и аппаратов, используемых в клинической дозиметрии, требования российских и международных стандартов и рекомендаций в области клинической дозиметрии в областях лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии
				ПК(У)-5.133	Знает физические и радиобиологические основы, основные алгоритмы и принципы проведения дозиметрического планирования, планирования и расчета внутреннего и внешнего облучения в соответствии с российскими и международными рекомендациями в областях лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии
				ПК(У)-5.134	Знает физические основы, основные алгоритмы и принципы проведения процедур гарантии качества облучения в соответствии с российскими и международными рекомендациями, основные типы оборудования в областях лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии

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	Знать основы физики взаимодействия ионизирующего излучения с веществом, особенности передачи энергии веществу и формирования дозовых полей в тканезквивалентных материалах и воздухе, основы генерации и получения ионизирующих излучений, используемых в лучевой терапии, диагностике и интервенционной радиологии.	И.ПК(У)-5.1
РД 2	Уметь рассчитывать и моделировать распределения поглощенной дозы в воде, генерируемой фотонами, электронами и протонами различных энергий и спектрального состава.	И.ПК(У)-5.1

РД 3	Знать физико-технические основы работы аппаратов на основе радионуклидных и генерирующих источников ионизирующих излучений, используемых в лучевой терапии, диагностике и интервенционной радиологии.	И.ПК(У)-3.1
РД 4	Знать физико-технические основы работы приборов для измерения характеристик источников ионизирующих излучений, используемых в лучевой терапии, диагностике и интервенционной радиологии.	И.ПК(У)-4.1
РД 5	Анализировать проблемную ситуацию и задачу, осуществлять поиск, выделение и ранжирование информации, оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания.	И.УК(У)-1.1 И.УК(У)-1.2 И.УК(У)-6.1
РД 6	Составлять типовую деловую документацию для академических и профессиональных целей, академические и профессиональные тексты на иностранном языке.	И.УК(У)-4.1 И.УК(У)-4.2
РД 7	Организовывать обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на иностранном языке (английском / русском), выбирая подходящий формат.	И.УК(У)-4.3

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 1. Введение	РД1, РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Косвенно ионизирующее излучение	РД1 – РД7	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	30
Раздел 3. Прямо ионизирующее излучение	РД1 – РД7	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел 4. Детекторы ионизирующего излучения	РД1 – РД7	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение

В результате освоения раздела студент будет знать классификацию различных типов ионизирующих излучений, единиц и величин, используемых для описания полей излучения и взаимодействия излучения с веществом.

Темы лекционных занятий:

1. Основные типы ионизирующих излучений и единиц, используемых для описания полей излучения.

Темы практических занятий:

1. Основные типы ионизирующих излучений и единиц, используемых для описания полей излучения.

Названия лабораторных работ:

1. Введение в PCLab «Компьютерная лаборатория».

Раздел 2. Косвенно ионизирующее излучение

В результате освоения раздела студент будет знать основы генерации, переноса и взаимодействия с веществом для пучков фотонов. Характеристики фотонных пучков, пространственное распределение поглощенной дозы в тканевой эквивалентной среде для критического подхода к анализу их применимости в качестве инструмента при лечении злокачественных новообразований. Источники ионизирующих излучений.

Темы лекционных занятий:

2. Взаимодействие фотонного излучения с веществом 1.
3. Взаимодействие фотонного излучения с веществом 2.
4. Взаимодействие фотонного излучения с веществом 3.

Темы практических занятий:

2. Взаимодействие фотонного излучения с веществом 1.
3. Взаимодействие фотонного излучения с веществом 2.

Названия лабораторных работ:

2. Спектр рентгеновской трубки в воздухе.
3. Моделирование прохождения излучения рентгеновской трубки через вещество.
4. Моделирование толщины слоя половинного ослабления.
5. Моделирование глубинных распределений дозы изотопных источников Co-60, Cs-137 и Ir-192.
6. Моделирование глубинного распределения дозы МВ фотонных пучков.

Раздел 3. Прямо ионизирующее излучение

В результате освоения раздела студент будет знать основы генерации, переноса и взаимодействия с веществом для пучков электронов и протонов; характеристики электронных пучков, пространственное распределение поглощенной дозы в тканевой эквивалентной среде для критического подхода к анализу их применимости в качестве инструмента при лечении злокачественных новообразований. Источники ионизирующих излучений.

Темы лекционных занятий:

5. Взаимодействие легких заряженных частиц с веществом.
6. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом.

Темы практических занятий:

4. Взаимодействие легких заряженных частиц с веществом.
5. Взаимодействие тяжелых заряженных частиц с веществом.

Названия лабораторных работ:

7. Моделирование глубинного распределения дозы МэВ-ных электронных пучков в воде.
8. Моделирование глубинного распределения дозы протонных пучков в воде.

Раздел 4. Детекторы ионизирующего излучения
--

В результате освоения раздела студент будет знать основы генерации, переноса и взаимодействия с веществом для пучков фотонов, электронов и протонов, характеристики фотонных и электронных пучков, пространственное распределение поглощенной дозы в тканевой эквивалентной среде для критического подхода к анализу их применимости в качестве инструмента при лечении злокачественных новообразований, источники ионизирующих излучений, принципы детектирования ионизирующего излучения и измерения характеристик дозовых полей, конструкцию и принципы действия газовых и твердотельных ионизационных камер.

Темы лекционных занятий:

7. Детекторы ионизирующего излучения.
8. Ионизационные камеры.

Темы практических занятий:

6. Детекторы ионизирующего излучения 1.
7. Ионизационные камеры 1.
8. Ионизационные камеры 2.

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 и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Podgorsak, Ervin B. Radiation Physics for Medical Physicists / Ervin B. Podgorsak. – Cham : Springer International Publishing, - 2016. — 906 p. — Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-25382-4> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
2. Podgorsak, Ervin B. Compendium to Radiation Physics for Medical Physicists / Ervin B. Podgorsak. — Berlin: Springer-Verlag, 2014. – 1148 p. – Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-20186-8> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.
3. Amestoy, William. Review of Medical Dosimetry / William Amestoy. - Cham : Springer International Publishing, - 2015. — 867 p. — Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-13626-4> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ
4. Cerrito, L. Radiation and Detectors: Introduction to the Physics of Radiation and Detection Devices / Lucio Cerrito. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – 210 p. – Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-53181-6> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

Дополнительная литература:

5. An Introduction to Medical Physics / by editor Muhammad Maqbool. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – 416 p. – Текст: электронный // SpringerLink. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-61540-0> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>.
3. American Association of Physicists in Medicine: <https://www.aapm.org/>
4. European Association of Nuclear Medicine: <http://www.eanm.org/>
5. International Atomic Energy Agency: <https://www.iaea.org/>
6. Коллекция рекомендаций Американской ассоциации медицинских физиков <https://www.aapm.org/pubs/reports/>
7. Benedict SH, Yenice KM, Followill D. Stereotactic body radiation therapy: The report of AAPM Task Group 101. Med. Phys. 2010; 37 (8): 4078–4101. <https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1118/1.3438081>

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

1. 7-Zip;
2. ABBYY FineReader 12 Corporate;
3. Adobe Acrobat Reader DC;
4. Adobe Flash Player;
5. AkelPad;
6. Document Foundation LibreOffice;
7. Far Manager;
8. Google Chrome;
9. MathWorks MATLAB Full Suite R2017b;
10. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
11. Mozilla Firefox ESR;
12. Mozilla Thunderbird;
13. PSF Python 2.7;
14. PSF Python 3;
15. PTC Mathcad Prime 6 Academic Floating;
16. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
17. WinDjView;
18. Amazon Corretto JRE 8;
19. Design Science MathType 6.9 Lite;
20. Notepad++

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 123	Доска аудиторная настенная - 5 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Оборудование лаборат.стенда для изуч.гамма-гамма корреляций - 1 шт.; Лабораторный комплекс на базе УИМ2-2Д - 1 шт.; Радиометр 20046 - 1 шт.; Лабораторная установка Рентгеновское излучение кристаллических структур (метод Лауэ) - 1 шт.; Оборудование к лабораторному стенду для изучения потока космических м-мезонов - 1 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 125А	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Компьютер - 6 шт.; Проектор - 1 шт.; Принтер - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех	Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 102 посадочных мест; Компьютер

типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 228	- 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.
--	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Nuclear Science and Technology», специализация «Nuclear medicine / Ядерная медицина» по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии (приема 2022 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ	Черепенников Ю.М.

Программа одобрена на заседании Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «20» июня 2022 г. № 57-А).

Зав. кафедрой-руководитель ОЯТЦ
на правах кафедры, д.т.н, профессор

/Горюнов А.Г./

подпись