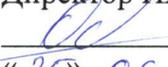


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИЯТШ

 Долматов О.Ю.

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

**ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И РАДИОФАРМПРЕПАРАТЫ
 В ДИАГНОСТИКЕ И ТЕРАПИИ**

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	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		32
	ВСЕГО		64
	Самостоятельная работа, ч		152
	ИТОГО, ч		216

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

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

2020 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 освоения (дескрипторы компетенции)	
		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)-1.133	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 усваиваемые знания естественных наук категориями системного анализа и подхода и мыслительными операциями анализа, синтеза, сравнения и оценки
				УК(У)-1.231	Знает репродуктивные методы познавательной деятельности, признаки системного подхода и системного анализа
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК(У)-2.1	Управляет проектом, выделяя этапы жизненного цикла проекта, определяет связи между поставленными задачами и ожидаемыми результатами их решения	УК(У)-2.1У1	Умеет разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ
				УК(У)-2.131	Знает этапы жизненного цикла проекта
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)-4.331	Знает основы структурирования доклада и подготовки презентаций на иностранном языке (английском), принятых в международной среде
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования	И.ОПК(У)-1.1	Планирует, организует и проводит научно-	ОПК(У)-1.1У1	Умеет составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и спо-

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	ния, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задачи		исследовательские работы с представлением полученных результатов		собы обработки результатов
				ОПК(У)-1.1У2	Умеет проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты
				ОПК(У)-1.131	Знает цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации
				ОПК(У)-1.132	Знает основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов
ОПК(У)-3	Способен оформлять результаты научной исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	И.ОПК(У)-3.1	Оформляет результаты научной исследовательской деятельности с применением систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ОПК(У)-3.1В1	Владеет навыками оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
				ОПК(У)-3.1У1	Умеет оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
				ОПК(У)-3.131	Знает основы оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
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)-3.1В6	Владеет методами дозиметрического контроля и методами измерения активности источников ионизирующего излучения
				ПК(У)-3.1В7	Владеет методами производства радиоактивных изотопов, с последующим получением меченых соединений для фармакологии
				ПК(У)-3.1У6	Умеет измерять уровень дозы излучения на рабочем месте, проводить контроль радиационной безопасности персонала
				ПК(У)-3.1У7	Умеет выбирать способ производства радиоактивных изотопов и меченых соединений для фармакологии по физико-химическим процессам
				ПК(У)-3.136	Знает фундаментальные основы ионизирующего излучения и методы его измерения, системные и внесистемные величины и единицы их измерения.
				ПК(У)-3.137	Знает основные виды создания визуальных представлений внутренних структур тела для клинического анализа с использованием ионизирующих излучений
				ПК(У)-3.138	Знает физические и химические методы производства радиоактивных изотопов и получения

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					меченых соединений для фармакологии, применяя наработанные радиоактивные изотопы
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)-4.1В5	Владеть навыками работы с нормативными документами, стандартами, рекомендациями в области системы менеджмента качества производства радиофармацевтических препаратов
				ПК(У)-4.1У5	Уметь применять требования, прописанные в нормативных документах, стандартах, рекомендациях в области системы менеджмента качества производства радиофармацевтических препаратов
				ПК(У)-4.135	Знать основные требования обеспечения системы менеджмента качества, производства радиофармацевтических препаратов, нормативных документов, стандартов, рекомендаций
ПК(У)-6	Способен применять знания естественнонаучных дисциплин, фундаментальных законов в области ядерной физики и технологий, клинических и радиационно-гигиенических основ в области ядерной медицины в объёме, достаточном для самостоятельного проведения научных исследований в области медицинской физики с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	И.ПК(У)-6.3	Демонстрирует знание основных свойств и характеристик атомных ядер, понимание основных закономерностей ядерных превращений и прогнозирует возможные каналы ядерных реакций	И.ПК(У)-6.3В2	Владеть навыками расчетов параметров ядерных реакций, методами анализа образующихся нуклидов в результате ядерных реакций с последующей интерпретацией результатов измерения
				И.ПК(У)-6.3У2	Уметь определять пути ядерных реакций, их механизмы взаимодействия, последующий распад на основании радиоактивных рядов
				И.ПК(У)-6.332	Знает фундаментальные физические понятия атомной и ядерной физики, строение атомного ядра и его устойчивость, виды и закономерности радиоактивных распадов, теорию ядерных реакций
ПК(У)-8	Способен принимать участие в проектировании и физико-техническом оснащении подразделений лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и тера-	И.ПК(У)-8.1	Участствует в проектировании и физико-техническом оснащении подразделения лучевой терапии, лучевой диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии	ПК(У)-8.1В5	Владеет навыками работы и поиска нормативной документации, по специальному оборудованию лабораторий для лечения и диагностики патологий с применением ионизирующего излучения
				ПК(У)-8.1У5	Умеет сравнивать, анализировать и интерпретировать требования нормативной документацией, по специальному оборудованию лабораторий для лечения и диагностики патологий с применением ионизирующего излучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	пии, радиационной безопасности			ПК(У)-8.135	Знает основные требования нормативной документацией, по специальному оборудованию лабораторий для лечения и диагностики патологий с применением ионизирующего излучения

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	
РД1	Применять знания общих законов, теорий и методов для анализа свойств изотопов, а также о возможности получения и применения радионуклидов в ядерной медицине.	И.УК(У)-1.1
РД2	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях.	И.УК(У)-1.2
РД3	Разрабатывать, планировать определять цели проекта с учетом базовых и альтернативных вариантов его реализации.	И.УК(У)-2.1
РД4	Аргументированно излагать свою позицию относительно своих полученных экспериментальных и теоретических результатов, базируясь на общих законах физики и химии.	И.УК(У)-4.2
РД5	Применять знания по иностранному языку для информационного поиска новых технологий получения радиоизотопов и препаратов на их основе, представлять свои научные результаты на общественных научных мероприятиях в виде презентаций и устных докладов.	И.УК(У)-4.3
РД6	Составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов и выполнять научные исследования по получению радиоизотопов и радиофармпрепаратов на их основе.	И.ОПК(У)-1.1
РД7	Оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.	И.ОПК(У)-3.1
РД8	Владеть знаниями и навыками получения, выделения, разделения и концентрирования требуемых радиоактивных изотопов с последующим синтезом меченых органических и неорганических соединений для фармакологии	И.ПК(У)-3.1
РД9	Владеть знаниями и навыками обеспечения контроля системы менеджмента качества, при производстве радиоактивных изотопов и радиофармакологических препаратов.	И.ПК(У)-4.1
РД10	Владеть знаниями и навыками расчетов в области атомной и ядерной физики, строения атомного ядра и его устойчивости, виды и закономерности радиоактивных распадов, теории ядерных реакций	И.ПК(У)-6.3

РД11	Владеть знаниями и опытом анализа, сравнения, и поиска требований нормативной документации по специальному оборудованию лабораторий для лечения и диагностики патологий с применением ионизирующего излучения.	И.ПК(У)-8.1
------	--	-------------

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 в прикладную радиохимию и радиационную фармакологию	РД1	Лекции	4
	РД3	Практические занятия	-
	РД4	Лабораторные занятия	-
	РД5 РД6 РД7 РД10	Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Технологии получения радиоактивных изотопов на ядерных реакторах	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	4
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4 РД5 РД6 РД7 РД8 РД9 РД11	Самостоятельная работа	28
Раздел 3. Технологии получения радиоактивных изотопов на циклотронных ускорителях	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	4
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4 РД5 РД6 РД7 РД8 РД9 РД10	Самостоятельная работа	28
Раздел 4. Технологии синтеза меченных неорганических и органических соединений для фармакологии	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	4
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4 РД5 РД6 РД7 РД8 РД9 РД11	Самостоятельная работа	28
Раздел 5. Методы контроля качества радиоактивных фармакологических препаратов	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	4
	РД3	Лабораторные занятия	4
	РД4 РД5 РД6 РД7 РД8 РД9	Самостоятельная работа	28

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
	РД10		
Раздел 6. Производство радиоактивных фармакологических препаратов и медицинских изделий с соблюдением нормативной документации	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	-
	РД3	Лабораторные занятия	4
	РД4	Самостоятельная работа	24
	РД5		
	РД6		
	РД7		
	РД8		
	РД9		
	РД10		
	РД11		

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение в прикладную радиохимию и радиационную фармакологию

Основные понятия, задачи и цели радиохимии и радиофармацевтики (радиохимия, радиофармпрепарат, радионуклидная диагностика, гиперфиксация радиофармпрепарата, разделение, выделение и концентрирование изотопов и т.д.). Физико-химические методы, применяемые при выделении, разделении и концентрировании изотопов (экстракция, хроматография, изотопный обмен, эффект Сцилларда-Чалмерса, электрохимическое выделение и т.д.). Физические основы прикладной радиохимии. Химические свойства и анализ радиоактивных элементов. Введение в ядерную медицину (основные понятия и определения, физические, химические и биологические основы). Радиоактивные фармацевтические препараты.

Темы лекционных занятий:

1. Введение в прикладную радиохимию и радиационную фармакологию.
2. Физико-химические методы выделения, разделения и концентрирования радиоактивных изотопов.

Темы практических занятий:

1. Химические свойства, методы получения и анализ радиоактивных элементов.

Раздел 2. Технологии получения радиоактивных изотопов на ядерных реакторах

Основные принципы работы ядерного реактора. Основные механизмы получения радиоактивных изотопов на ядерном реакторе для целей ядерной медицины. Получение радиоактивных изотопов для терапии и диагностики. Получение радиоактивных изотопов для терапии на реакторе. Получение радиоактивных препаратов палладия-103, самария-153, олова-117m, рения-186, ирридий-192, фосфор-32. Ядерные реакции получения 89Sr. Получение олова-117m и сопутствующие ему ядерные реакции. Технологии получения молибдена-99. Методы и технологии получения технеция-99m. Радиоизотопные генераторы Mo-99/Tc-99m, W-188/Re-188, Sr-90/Y-90 и их виды (Хроматографические, сублимационные, экстракционные)

Темы лекционных занятий:

3. Радиоизотопные генераторы. Технологии получения радиоактивных изотопов на реакторе.

Темы практических занятий:

2. Химические свойства, методы получения и анализ радиоактивных элементов.

Темы лабораторных занятий:

1. Электрохимическое разделение радиоактивных изотопов Y-90 от Sr-90.
2. Изучение работы установок контроля радиоактивности.
3. Изучение экстракционного генератора технеция.
4. Изучение сорбционного генератора технеция.

Раздел 3. Технологии получения радиоактивных изотопов на циклотронных ускорителях

Основные принципы работы ускорителей (циклотрон, бетатрон и пр.). Типы мишеней и устройства для их облучения, системы охлаждения мишеней. Специфичность производства радиоактивных изотопов на ускорителях. Получение радионуклидов на ускорителях заряженных частиц. Датчики технологического контроля и транспортные линии. Методы получения таллия-201, таллия-199, галлия-68, фтора-18, йода-123. Получение радионуклидов излучающих позитроны. Схема получения меченых препаратов на ультракороткоживущих изотопах. Генераторы позитрон-излучающих радионуклидов.

Темы лекционных занятий:

4. Получение радионуклидов на ускорителях заряженных частиц.

Темы практических занятий:

3. Методы разделения изотопов. Расчет параметров облучения изотопов.

Темы лабораторных занятий:

5. Установки контроля радиоактивности на Р-7М.
6. Получение йода-123 на циклотроне Р-7М.
7. Получение таллия-199 на циклотроне Р-7М.
8. Изотопный обмен йодом между I₂ и NaI в растворе.

Раздел 4. Технологии синтеза меченных неорганических и органических соединений для фармакологии

Методы получения радиоактивных фармацевтических препаратов «Таллия хлорид, Tl-201», «Диэтилдитиокарбамат, Tl-199», Биосинтез инулина С-14, Биосинтез фруктозы С-14, «Натрия йодид, I-123» и «О-йодгиппурат, I-123», «т-йодбензилгуанидин, I-123». Получение тиофосфамида, меченного Р-32 и S-35. Получение меченой йодом-123 15-(p-йодфенил)-3-метилпентадекановой кислоты и препарата. Биосинтез витамина В-12 меченного Со-60. Синтез меченной тиомочевины методом изотопного обмена. Получение и применение препаратов на основе Tc-99.

Темы лекционных занятий:

5. Получение меченых препаратов для диагностических и терапевтических целей.
6. Синтез препаратов для радионуклидной диагностики и терапии, изотопы которых произведены на циклотроне.

Темы практических занятий:

4. Получение диагностических препаратов на циклотроне Р-7М.

Темы лабораторных занятий:

9. Получение диагностических и терапевтических радиоизотопных препаратов на реакторе ИРТ-Т.
10. Биосинтез инулина С-14 на циклотроне Р-7М.
11. Получение препаратов на основе Tc-99 на реакторе ИРТ-Т.

Раздел 5. Методы контроля качества радиоактивных фармакологических препаратов

Методы контроля качества радиоактивных фармакологических препаратов. Прове-

дение альфа-, бета-, гамма-радиометрических измерений. Обработка результатов измерения радиоактивности. Определение подлинности радионуклидов. Определение объемной активности. Определение молярной активности. Методика определения водородного показателя. Определение радиохимической и радионуклидной чистоты. Определение примесей в конечном продукте. Проведение микробиологического анализа.

Темы лекционных занятий:

7. Методы контроля качества радиоактивных фармакологических препаратов.

Темы практических занятий:

5. Интерпретация гамма-радиометрических спектров.

6. Определение основных параметров готового радиоактивного препарата.

Темы лабораторных занятий:

12. Контроль качества лекарственных средств.

13. Определение радионуклидной и радиохимической чистоты готового препарата.

<p>Раздел 6. Производство радиоактивных фармакологических препаратов и медицинских изделий с соблюдением нормативной документации</p>
--

Производство радиофармацевтических препаратов в соответствии с правилами производства и контроля качества лекарственных средств GMP. Обеспечение качества при производстве радиофармацевтических препаратов. Производство активных фармацевтических субстанций, включая стадии по снижению содержания примесей. Основные требования и организация производства лекарственных средств. Основные требования к помещениям и оборудованию по GMP. Способы организации производства стерильных лекарственных средств. Требования и виды производства радиофармацевтических препаратов.

Темы лекционных занятий:

8. Производство радиофармацевтических препаратов в соответствии с правилами GMP.

Темы лабораторных занятий:

14. Подготовка помещений, оборудования и персонала для производства радиофармацевтических препаратов на реакторе ИРТ-Т.

15. Подготовка помещений, оборудования и персонала для производства радиофармацевтических препаратов на циклотроне Р-7М.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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;
- Подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Editorial: Innovative Radiopharmaceuticals in Oncology and Neurology / Jacques Barbet, Nicolas Arlicot, Marie-Hélène Gaugler [and etc.] // *Frontiers in Medicine*. - Vol. 3, Article 74. — P. 1 - 3. — URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2016.00074/full> (дата обращения: 04.03.2020). — Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. - Текст : электронный.
2. *Practical Clinical Oncology* / editors L. Hanna, T. Crosby, F. Macbeth. — 2 th ed. — Cambridge: Cambridge University Press, 2015. — 338 p. - Текст: электронный // Cambridge University Press. — URL: <https://www.cambridge.org/core/books/practical-clinical-oncology/66F869C03F6901256B1B7EDFFE816B83#fndtn-contents> (дата обращения: 20.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

3. Муро́гов, В. М. Nuclear technology: history, state and technical challenges of nuclear power development : монография / В. М. Муро́гов. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 123 с. - ISBN 978-5-16-107748-1. - Текст : электронный // Znanium.com : электронно-библиотечная система. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1022694> (дата обращения: 12.03.2020). — Режим доступа: по подписке.
4. *Innovative medicine: basic research and development* / editors Kazuwa Nakaо; Nagahiro Minato; Shinji Uemoto. — New York: Springer Open, 2015, 330 p. - Текст: электронный // SpringerLink. — URL: <https://www.springer.com/gp/book/9784431556503> (дата обращения: 20.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

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. База данных SCOPUS <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2219>
7. База данных Web of Science <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2301>

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

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 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.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634067, Томская область, г. Томск, Кузовлевский тракт, 48, строен. 2, ИРТ	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест Промышленный компьютер Группа К - 3 шт.; Универсальный сканирующий спектрофотометр СПЕКС ССП 715-1 - 1 шт.; Анализатор вольтамперометрический ТА-Lab - 1 шт.; Рентгеновский дифрактометр XRD-7000S - 1 шт.; Цифровой комплекс позитронной спектроскопии - 1 шт.; Калибратор активности радионуклидов на базе дозкалибратора АТОMLAB 500+ - 1 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 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ	Наймушин Артем Георгиевич

Программа одобрена на заседании Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «28» июня 2019 г. № 16).

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

/Горюнов А.Г./

подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЯТЦ ИЯТШ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины: – обновлено учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины, в том числе ссылки на ЭБС; – обновлён состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.	От 25.06.2020 г. № 28-д
	2. Скорректированы разделы «Цели освоения дисциплины», «Планируемые результаты обучения по дисциплине».	