

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 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

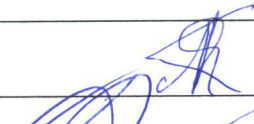
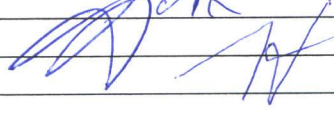
РАДИОХИМИЯ. ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ И РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ В ДИАГНОСТИКЕ И ТЕРАПИИ

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 усвояемые 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 меро-	УК(У)-4.3В1	Владеет полученными знаниями по иностранному языку (английскому) на достаточном уровне в своей будущей профессиональной деятельности

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			приятиях на иностранном языке (английском), выбирая подходящий формат	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, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	И.ОПК(У)-1.1	Планирует, организует и проводит научно-исследовательские работы с представлением полученных результатов	ОПК(У)-1.1У1	Умеет составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы 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 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	Оформляет результаты научно-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)-3.1В1	Владеет методами дозиметрии и радиометрии для оценки уровней радиационно опасных факторов среды, радиоактивности веществ и материалов
				ПК(У)-3.1В5	Владеет навыками применять методы производства радионуклидов и РФП в профессиональной деятельности
				ПК(У)-3.1У1	Умеет производить индивидуальный дозиметрический контроль и радиационный мониторинг окружающей среды
				ПК(У)-3.1У5	Умеет сравнивать методы производства радионуклидов и РФП по физико-химическим процессам
				ПК(У)-3.131	Знает физические основы дозиметрии ионизирующего

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					излучения, дозовые величины и единицы их измерения, характеристики полей ионизирующих излучений
				ПК(У)-3.133	Знает основные виды медицинской визуализации с использованием ионизирующих излучений
				ПК(У)-3.136	Знает физические и химические методы производства радионуклидов и РФП.
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)-4.1B3	Владеет опытом интерпретации, сравнения и анализа требований российских и международных нормативных документов, стандартов и рекомендаций в области контроля и обеспечения качества РФП
				ПК(У)-4.1У3	Умеет интерпретировать, сравнивать и анализировать требования российских и международных нормативных документов, стандартов и рекомендаций в области контроля и обеспечения качества РФП
				ПК(У)-4.133	Знает основные принципы обеспечения качества РФП, российские и международные нормативные документы, стандарты и рекомендации в данной области
ПК(У)-6	Способен применять знания естественно-научных 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)-6.3B1	Владеет навыками проведения оценочных и инженерных расчетов параметров ядерных реакций, методами анализа ядерных превращений веществ вследствие их распадов, опытом интерпретации полученных результатов
				И.ПК(У)-6.3У1	Умеет прогнозировать ядерные превращения на основе радиоактивных рядов, интерпретировать характеристики и параметры ядер в соответствие с основными моделями ядер
				И.ПК(У)-6.331	Знает основные понятия, определения ядерной физики, теорию строения ядер и их характеристики, виды и закономерности радиоактивных распадов, механизмы протекания ядерных реакций и их типы
ПК(У)-8	Способен принимать участие в проектировании и физико-техническом оснащении подразделений лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной	И.ПК(У)-8.1	Участствует в проектировании и физико-техническом оснащении подразделений лучевой терапии, лучевой диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и тера-	ПК(У)-8.1B1	Владеет опытом сравнения, анализа и интерпретации основных требований нормативной документации и российских и международных рекомендаций к оснащению подразделений лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и тера-

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	диагностики и терапии, радиационной безопасности		пии		терапии, радиационной безопасности, сравнения и подбора оборудования по заданным параметрам
				ПК(У)-8.1У1	Умеет сравнивать, анализировать и интерпретировать основные требования нормативной документации и российских и международных рекомендаций к оснащению подразделений лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии, радиационной безопасности, сравнивать и подбирать оборудование для оснащения по заданным параметрам
				ПК(У)-8.131	Знает основные требования нормативной документации и российских и международных рекомендаций к оснащению подразделений лучевой терапии, диагностики, интервенционной радиологии и радионуклидной диагностики и терапии, радиационной безопасности

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 и разделения радионуклидов в зависимости от их ядерно-физических и химических свойств, а также навыками синтеза РФЛП в профессиональной деятельности.	И.ПК(У)-3.1
РД9	Владеть знаниями и навыками процесса обеспечения и применения контроля качества при производстве радионуклидов и радиопрепаратов медицинского назначения.	И.ПК(У)-4.1
РД10	Владеть знаниями основных понятий, определений ядерной физики, теории строения ядер и их характеристик, о видах и закономерностях радиоактивных распадов, механизмах протекания ядерных реакций и уметь применять данные знания при проведении теоретических и практических исследований.	И.ПК(У)-6.3
РД11	Владеть знаниями и опытом сравнения, анализа и интерпретации основных требований нормативной документации российских и международных норм к процессам получения и контроля качества радионуклидов и радиопрепаратов и подбора оборудования по заданным параметрам.	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. Общее введение в радиохимию и радиофармацевтику	РД1	Лекции	4
	РД3	Практические занятия	-
	РД4	Лабораторные занятия	-
	РД5	Самостоятельная работа	16
	РД6 РД7 РД10		
Раздел 2. Технологии получения реакторных радионуклидов	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	4
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4	Самостоятельная работа	28
	РД5 РД6 РД7 РД8 РД9 РД11		
Раздел 3. Технологии получения циклотронных радионуклидов	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	4
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4	Самостоятельная работа	28
	РД5 РД6 РД7 РД8 РД9 РД10		
Раздел 4. Технологии синтеза и получения радиофармпрепаратов	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	4
	РД3	Лабораторные занятия	8
	РД4	Самостоятельная работа	28
	РД5 РД6 РД7 РД8 РД9 РД11		
Раздел 5. Контроль качества радиофармпрепаратов	РД1	Лекции	2
	РД2	Практические занятия	4
	РД3	Лабораторные занятия	4
	РД4	Самостоятельная работа	28
	РД5 РД6 РД7 РД8 РД9		

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
	РД10		
Раздел 6. Общие подходы к производству лекарственных средств 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. Общее введение в радиохимию и радиофармацевтику

Предмет и задачи радиохимии и радиофармацевтики. Общие принципы построения радиохимических экспериментов. Основные понятия радиохимии и радиофармацевтики – радиохимия, радиофармпрепарат, радионуклидная диагностика, разделение изотопов. Физико-химические методы, применяемые при разделении и выделении изотопов. Что такое прикладная радиохимия. Радионуклидные и ядерно-химические методы исследования веществ. Представление о предмете - ядерная медицина. Физические основы ядерной медицины. Биологические основы ядерной медицины. Радиофармацевтические препараты. Химические основы ядерной медицины.

Темы лекционных занятий:

1. Общее введение в радиохимию и радиофармацевтику.
2. Общее введение в физико-химические основы получения изотопов и РФЛП.

Темы практических занятий:

1. Предмет и методы получения реакторных РН. Процессы разделения изотопов.

Раздел 2. Технологии получения реакторных радионуклидов

Перечень основных «медицинских» радионуклидов, получаемых на ядерном реакторе для целей диагностики и радиотерапии. Получение терапевтических радионуклидов. Получение терапевтических РН на среднеточном реакторе. Получение препаратов стронция-89 и самария-153. Ядерные реакции получения ^{89}Sr . Получение олова-117 m. Ядерные реакции получения $^{117\text{m}}\text{Sn}$. Получение рения-186. Генератор рения-188. Генераторы иттрия-90. Технологии получения молибдена-99. Методы и технологии получения технеция-99m. Хроматографические генераторы технеция-99m. Сублимационные генераторы технеция-99m. Экстракционное получение $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

Темы лекционных занятий:

3. Получение реакторных радионуклидов.

Темы практических занятий:

2. Предмет и методы получения реакторных РН. Процессы разделения изотопов.

Темы лабораторных занятий:

1. Занятия на установке разделения изотопов ИРТ-Т.

2. Занятия на установках контроля радиоактивности на ИРТ-Т.
3. Занятия на экстракционном генераторе технеция в ИРТ-Т.
4. Занятия на сорбционном генераторе технеция в ИРТ-Т.

Раздел 3. Технологии получения циклотронных радионуклидов

Циклотроны, мишени и устройства для их облучения. Специфичность производства РН на ускорителях. Устройства для облучения мишеней и механизмы для их вращения. Электронные системы, обеспечивающие сканирование пучка по поверхности. Системы принудительного водного и газового (воздух, гелий и др.) охлаждения. Системы сбора образующихся радиоактивных продуктов. Датчики контроля и транспортные линии. Общая схема получения циклотронных РН. Методы получения таллия-201. Получение таллия-199. Методы получения йода-123. Получение позитрон-излучающих радионуклидов. Ядерные реакции получения биогенных РН. Общая схема получения препаратов на основе УКЖ РН. Генераторы позитрон-излучающих радионуклидов.

Темы лекционных занятий:

4. Получение циклотронных радионуклидов.

Темы практических занятий:

3. Получение диагностических РФЛП на реакторе ИРТ-Т.

Темы лабораторных занятий:

5. Занятия на установке разделения изотопов Р-7М.
6. Занятия на установках контроля радиоактивности на Р-7М.
7. Занятия на установке получения йода-123.
8. Занятия на установке получения таллия-199.

Раздел 4. Технологии синтеза и получения радиофармпрепаратов

Методы получения РФП «Таллия хлорид, 201Tl». Методы получения РФП «Диэтилдитиокарбамат, 199Tl». Получение РФП «Натрия йодид, 123I» и «О-йодгиппурат, 123I». Получение РФП «т-йодбензилгуанидин, 123I» («МИБГ, 123I»). Получение меченой йодом-123 15-(p-йодфенил)-3-метилпентадекановой кислоты и препарата «ИФМПК, 123I». Общая схема получения препаратов на основе УКЖ РН. Препараты на основе технеция-99. Получение и применение. Получение меченных радионуклидами нанокolloидных соединений.

Темы лекционных занятий:

5. Получение реакторных диагностических и терапевтических РФЛП.
6. Получение циклотронных диагностических и терапевтических РФЛП.

Темы практических занятий:

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

Темы лабораторных занятий:

9. Занятия на установках получения диагностических и терапевтических РФЛП на реакторе ИРТ-Т.
10. Занятия на установках получения диагностических и терапевтических РФЛП на циклотроне Р-7М.
11. Занятия на установке получения РФЛП на реакторе ИРТ-Т.

Раздел 5. Контроль качества радиофармпрепаратов

Методы контроля качества РФП. Проведение радиометрических измерений. Определение подлинности радионуклидов. Определение объемной активности. Определение радионуклидной чистоты. Определение радиохимической чистоты РФП. Определение химических примесей. Проведение микробиологического анализа. Методика определения величины рН.

Темы лекционных занятий:

7. Методы контроля качества РФЛП.

Темы практических занятий:

5. Контроль качества диагностических РФЛП.

6. Контроль качества терапевтических РФЛП.

Темы лабораторных занятий:

12. Контроль качества в части лекарственных средств.

13. Контроль качества в части радиоактивных препаратов.

Раздел 6. Общие подходы к производству лекарственных средств и медицинских изделий с соблюдением нормативной документацией

Организация производства РФП по правилам GMP. Требования к производству РФП и контролю качества. Специальные требования к производству активных фармацевтических субстанций –АФС. Основные требования к производству лекарственных средств. Обеспечение качества. Организация производства ЛС. Основные требования к помещениям и оборудованию. Чистые помещения (зоны) для производства стерильных ЛС. Требования к производству радиофармацевтических препаратов. Производство РФП без финишной стерилизации.

Темы лекционных занятий:

8. Общие подходы к производству лекарственных средств и медицинских изделий с соблюдением нормативной документацией.

Темы лабораторных занятий:

14. Занятие в чистых помещениях производственного отдела реактора ИРТ-Т.

Подготовка помещений, оборудования и персонала.

15. Занятие в чистых помещениях производственного отдела циклотрона Р-7М.

Подготовка помещений, оборудования и персонала.

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 Nakao; 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 ATOMLAB 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 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ	Наймушин Артем Георгиевич

Программа одобрена на заседании Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «25» июня 2020 г. № 28-д).

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

подпись

/Горюнов А.Г./