

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ХТИ

Р.Н. Ястребинский

« 15 » мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Ядерно-энергетические установки

направление подготовки (специальность):

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Направленность программы (профиль, специализация):

**Ядерная и радиационная безопасность
на объектах использования ядерной энергии**

Квалификация

инженер

Форма обучения

очная

Химико-технологический институт

Кафедра теоретической и прикладной химии

Белгород – 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации 07 августа 2020 г., приказ № 913.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.


Составитель: к.т.н., доцент _____  О.Д. Едаменко

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » мая 2021 г., протокол № 9


Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор _____  В.И. Павленко

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Теоретической и прикладной химии»

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор _____  В.И. Павленко
« 13 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доцент _____  Л.А. Порожнюк

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности	ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла	<p>Знания: основные стадии технологического производства на радиационно-опасном объекте; допустимые и нормируемые уровни воздействия радиации на персонал ЯЭУ; нормативно-правовую документацию в области радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте.</p> <p>Умения: контролировать степень радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства на радиационно-опасном объекте.</p> <p>Навыки: владеть навыками работы с приборами и оборудованием, используемым в области радиационной безопасности на производстве при работе ядерно-энергетических установок.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2. Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технология основных материалов современной энергетики
2	Основы радиационной безопасности
3	Методы сбора, транспортировки, переработки и хранения радиоактивных отходов
4	Радиобиология
5	Радиационная экология
6	Ядерно-энергетические установки
7	Методы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения
8	Радиационный мониторинг и расчёт дозовой нагрузки на критическую группу населения
9	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
10	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки

Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	73	73
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	73	73
Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1. Введение.					
	Значение курса и его содержание. Реакция деления: механизм, условия. Цепная реакция деления урана-235. Физика переходных процессов в ядерных реакторах. Делящиеся материалы.	4	4		10
2. Кинетика ядерного реактора.					
	Элементарные уравнения кинетики реактора. Период реактора. Запаздывающие нейтроны. Фотонейтроны. Среднее время жизни нейтрона в реакторе. Реактивность. Единицы измерения реактивности. Кинетика реактора при линейном изменении реактивности	6	6		12
3. Отравление и шлакование реактора.					
	Отравление реактора. Стационарное и не стационарное отравление. Влияние отравления на реактивность. Пространственные эффекты, связанные с отравлением. Ксеноновые колебания. Отравление самарием. Стационарное и не стационарное отравление. Шлакование реактора. Группы шлаков. Влияние шлакования на реактивность.	4	4		11
4. Выгорание и накопление изотопов горючего					
	Выгорание. Уравнения кинетики и их решение. Воспроизводство ядерного горючего. Изменение коэффициента размножения во времени. Применение в реакторах выгорающих поглотителей нейтронов для компенсации избыточной реактивности.	6	6		11
5. Температурные эффекты в реакторе					
	Влияние температуры на физические параметры реактора. Температурный эффект и температурный коэффициент реактивности. Ядерный, плотностной и мощностной коэффициенты реактивности. Изменение температурного коэффициента реактивности по мере выгорания топлива. Эффекты реактивности в быстрых реакторах. Саморегулирование ядерных	6	6		11

	реакторов. Кинетика реактора в энергетических режимах работы.				
6. Типы ядерных реакторов					
	Классификация ядерных реакторов: по назначению, по энергетическому спектру нейтронов, по виду замедлителя, по теплоносителю, по структуре активной зоны, по конструкционному исполнению, по топливу. АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами. АЭС с водо-графитовыми канальными кипящими энергетическими реакторами. Реакторы на быстрых нейтронах. АЭС с газоохлаждаемыми энергетическими реакторами. Транспортные ЯЭУ. Судовые ЯЭУ. Управляемый термоядерный синтез	8	8		18
	ВСЕГО	34	34		73

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 1				
1	Введение	Дозы излучения, закон радиоактивного распада, коэффициенты ослабления, сечение поглощения нейтронов.	4	10
2	Кинетика ядерного реактора	Принцип работы и основные характеристики реактора: коэффициент воспроизводства, коэффициент размножения, реактивность. Динамика реактора без учета и с учетом запаздывающих нейтронов	6	12
3	Отравление и шлакование реактора	Стационарное отравление Xe-135. Нестационарное отравление. Особенности отравления Sm-149. Шлакование ЯР.	4	11
4	Выгорание и накопление изотопов горючего	Свойства выгорающих поглотителей. Самоэкранирование выгорающих поглотителей	6	11
5	Температурные эффекты в реакторе	Температурный эффект реактивности. Температурный коэффициент реактивности. Зависимость сечения от температуры. Температура нейтронного газа. Кривые температурного эффекта реактивности.	6	11
6	Типы ядерных реакторов	Физические условия устойчивости реактора. Стабилизирующие факторы. Подкритический коэффициент умножения.	8	18
ИТОГО:			34	73

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовые работы и курсовые проекты при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Индивидуальные домашние задания, расчётно-графические задания при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла	Зачёт, выполнение и защита практических работ.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение (ПК-2)	Доза облучения. Единицы СИ, внесистемные единицы. Поглощённая доза, экспозиционная доза. Ядро U^{235} , поглотив нейтрон, разделилось на два осколка и два нейтрона. Сколько энергии выделилось при делении, если осколками после превращения в стабильные изотопы оказались иттрий ${}_{39}I^{89}$ и неодим ${}_{60}Nd^{144}$? Написать уравнение превращения.
2	Кинетика ядерного реактора (ПК-2)	Принцип работы и основные характеристики реактора: коэффициент воспроизводства, коэффициент размножения, реактивность Определить реактивность при которой увеличения мощности

		реактора будут происходить с периодом 12 с и 250 с.
3	Отравление и шлакование реактора (ПК-2)	Нестационарное отравление. Шлакование ЯР. Определить расход урана в реакторе, имеющим мощность 50 МВт за кампанию 5000 ч
4	Выгорание и накопление изотопов горючего (ПК-2)	Глубина выгорания ядерного топлива Реактор имеет кампанию 500 суток. Номинальная мощность его равна 70 МВт. Чему равен оставшийся энергоресурс реактора, если энерговыработка на данный момент составляет $2,1 \cdot 10^6$ МВт·ч?
5	Температурные эффекты в реакторе (ПК-2)	Зависимость сечения поглощения нейтронов от температуры Реактор работал на мощности при температуре активной зоны 250°С. С каким периодом будет происходить увеличение мощности, если температура активной зоны внезапно снизилась на 25° С для первого случая и на 50° С для второго случая.
6	Типы ядерных реакторов (ПК-2)	РБМК-1000: особенности конструкции и эксплуатации. Определить время подкритического потока в активной зоне ВВЭР-1000, равного $\Phi_{\text{под}} = 0,9\Phi_{\text{уст}}$, при отрицательных реактивностях 0,01 и 0,15.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Курсовые работы и курсовые проекты при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль в течение первого семестра осуществляется в форме выполнения и защиты практических работ.

Защита практических работ возможна после проверки правильности их оформления и выполнения. Защита проводится в устной форме и в форме решения задач в течение занятия.

Перечень контрольных вопросов (типовых задач) для защиты практических работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение (ПК-2)	<p>1. Сколько пар ионов образуется каждую секунду в 2 кг облучаемого воздуха при мощности экспозиционной дозы 1 Р/ч? 25 мкР/ч? 10 Кл/(кг·с)? 0,5 Кл/(кг·с)?</p> <p>2. Радиационный фон в лаборатории, где хранится рентген-оборудование, составил 0,024 мкЗв/ч. За 10 лет работы охранник провел в лаборатории 20000 часов. Определить, какую дозу облучения он получил за время работы?</p> <p>3. Аппаратчик случайно попал под рентген-поток γ лучей, исходящих из гаммаграфического дефектоскопа и подвергся общему облучению в дозе $15 \cdot 10^{-2}$ Зв. Определить, сколько нужно таких доз, для того, чтобы наступил летальный исход? Известно, что летальная доза облучения для человека составляет 6 Зв (600 бэр).</p>
2	Кинетика ядерного реактора	1. Определить реактивность при которой увеличения

	(ПК-2)	<p>мощности реактора будут происходить с периодом 12 с и 250 с.</p> <p>2. Суммарное изменение запаса реактивности реактора на данный момент кампании равно А. На сколько уменьшился запас реактивности вследствие энерговыработки и какой процент кампании реактор отработал, если последние В суток он работает на мощности $C\% N_{ном}$? (А, В, С – согласно варианту задания)</p>
3	Отравление и шлакование реактора (ПК-2)	<p>1. Стационарное отравление Хе-135.</p> <p>2. Нестационарное отравление.</p> <p>3. Особенности отравления Sm-149.</p> <p>4. Шлакование ЯР.</p>
4	Выгорание и накопление изотопов горючего (ПК-2)	<p>1. Реактор имеет кампанию А суток. Номинальная мощность его равна В МВт. Чему равен оставшийся энергоресурс реактора, если энерговыработка на данный момент составляет С МВт·ч? (А, В, С – согласно варианту задания)</p> <p>2. Реактор израсходовал на энерговыработку $\Delta\rho_k = A$. Чему равна энерговыработка реактора? (А – согласно варианту задания)</p>
5	Температурные эффекты в реакторе (ПК-2)	<p>1. Реактор работал на мощности при температуре активной зоны 250° С. С каким периодом будет происходить увеличение мощности, если температура активной зоны внезапно снизилась на 25° С для первого случая и на 50° С для второго случая. При решении задачи использовать зависимость реактивности от температуры. Кривую реактивности принять по своему усмотрению.</p> <p>2. Реактор ТР отработал номинальную кампанию. Сколько времени он еще сможет работать на мощности 30% $N_{ном}$, если снизить среднюю рабочую температуру с 250 до 200°С?</p>
6	Типы ядерных реакторов (ПК-2)	<p>1. Технологическая схема и компоновка энергоблока. ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200.</p> <p>2. Технологическая схема энергоблока. РБМК-1000</p> <p>3. Ядерные реакторы БН-600 и БН-800. Особенности эксплуатации.</p> <p>4. Реакторная установка КЛТ-40.</p> <p>5. Термоядерный синтез с магнитной термоизоляцией.</p> <p>6. Удержание плазмы. Токамак, стелларатор.</p>

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения	Критерий оценивания
--	---------------------

по дисциплине	
<p>ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности</p> <p>ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла</p>	
Знания	Знание основных стадий технологического производства на радиационно-опасном объекте.
	Знание допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал ЯЭУ
	Знание нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте.
Умения	Умение контролировать степень радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства на радиационно-опасном объекте.
Навыки	Работа с приборами и оборудованием, используемым в области радиационной безопасности на производстве при работе ядерно-энергетических установок

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<p>ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности</p> <p>ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла</p>		
Знание основных стадий технологического производства на радиационно-опасном объекте.	Не знает основных стадий технологического производства на радиационно-опасном объекте	Знает и уверенно описывает основные стадии технологического производства на радиационно-опасном объекте
Знание допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал ЯЭУ	Не знает допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал ЯЭУ	Знает безошибочно излагает сведения в области допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал ЯЭУ
Знание нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте.	Не знает нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте	Знает и уверенно ориентируется в нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
<p>ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности</p>		

ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла		
Умение контролировать степень радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства на радиационно-опасном объекте.	Не может удовлетворительно контролировать степень радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства на радиационно-опасном объекте	Квалифицированно, грамотно и без ошибок может контролировать степень радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства на радиационно-опасном объекте

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
ПК-2 Способен контролировать технологический процесс в сфере профессиональной деятельности с соблюдением действующих норм ядерной, радиационной, экологической и технической безопасности ПК-2.2. Контролирует безопасное проведение технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла		
Работа с приборами и оборудованием, используемым в области радиационной безопасности на производстве при работе ядерно-энергетических установок	Не владеет навыками работы с приборами и оборудованием, используемым в области радиационной безопасности на производстве при работе ядерно-энергетических установок	Квалифицированно владеет навыками работы с приборами и оборудованием, используемым в области радиационной безопасности на производстве при работе ядерно-энергетических установок

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Лекционная аудитория: персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», мультимедийный проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды.
2.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Учебно-исследовательская лаборатория: персональные компьютеры, подключенные к сети «Интернет», проектор, раздвижной экран, телевизор, видео- и DVD- проигрыватель, информационные стенды.
3.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Учебно-исследовательская лаборатория: персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», проектор, передвижной экран, информационные стенды, специализированная мебель, вытяжные шкафы.
4.	Специализированная лаборатория радиационного контроля:	Специализированная мебель, информационные стенды, персональные компьютеры,

		подключенные к сети «Интернет», Альфа-бета радиометр УМФ-2000, сцинтилляционный гамма-бета- спектрометр «Прогресс», дозиметр-радиометр «ДРБП-03» с блоками детектирования, дозиметр-радиометр «ДКС-96» с блоками детектирования, радиометр радона РРА-01М-01 «Альфарад», радиометр радона «Альфарад плюс АРП», анализатор газортутный переносной АГП-01-2М. универсальный измеритель уровней электростатических полей СТ-01, измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002, универсальный прибор газового контроля УПК-ЛИМБ.
5.	Методический кабинет	Специализированная мебель; персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», учебно-методические комплексы дисциплин.
6.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Родненков, В. Г. Основы радиационной безопасности [Электронный ресурс] : пособие для студентов инженерно-технических специальностей / Родненков В. Г. - Минск : ТетраСистемс, 2011. - 208 с. Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=78468

2. Нечаев, А. Ф. Научные, правовые и организационные основы обеспечения радиационной безопасности : учеб. / А. Ф. Нечаев, В. И. Павленко ; Санкт-Петербургский гос. техн. ун-т , БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород ; СПб. : [б. и.], 2012. - 142 с.

3. Павленко, В. И. Радиация и окружающая среда : учеб. пособие для студентов

специальности 270105 / В. И. Павленко ; БГТУ им. В.Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. - 130 с.

4. Едаменко, О. Д. Защита от ионизирующих излучений : учеб. пособие / О. Д. Едаменко, Р. Н. Ястребинский, Н. И. Черкашина. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 82 с.

5. Лавданский П.А. Технология, оборудование и безопасность объектов ядерной энергетики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лавданский П.А., Степкин С.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010.— 70 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16327.html>.— ЭБС «IPRbooks»

6. В.П.Машкович. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. -М.: Энергоатомиздат. 2002. –296 с.

7. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. ОСПОРБ-99. Санитарные правила СП 2.6.1.79-999. 2.6.1. Ионизирующее излучение. Радиационная безопасность : утв. 27 дек. 1999 г. - Введ. с 01.07.2000. - М. : НПК "Апрохим", 2000. - 90 с.

8. Нормы радиационной безопасности «НРБ-2009». –М.: Госкомсанэпиднадзор. 2009. -120 с.

9. Дорожко, С. В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : в 3-х ч. / С. В. Дорожко, В. П. Бубнов, В. Т. Пустовит. - Минск : ДИКТА. Ч. 3 : Радиационная безопасность : пособие. - 4-е изд., перераб. и доп. - 2008. - 307 с.

10. Голашвили Т.В. Справочник нуклидов-4. – М. Изд. дом МЭИ, 2010 59с.

11. Черняев А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом : учеб. пособие / А. П. Черняев. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 151 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Министерство науки и высшего образования РФ: <http://minobrnauki.gov.ru>
2. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru>
3. Сайт НТБ БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://ntb.bstu.ru>
4. Электронно-библиотечная система «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru>
5. Электронная библиотечная система издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (Библиоклуб.ру): <http://biblioclub.ru/>
8. Концерн Росэнергоатом: <https://www.rosenergoatom.ru>
9. государственная корпорация Роскосмос: <https://www.roscosmos.ru>
10. НПП ДОЗА: <https://www.doza.ru>