Рабочая программа дисциплины (модуля) «Физико-химические основы технологии высокочистых веществ», включая оценочные материалы

1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	-	-
Общепрофессиональные	-	-
Профессиональные	-	ПК-1. Способен к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов
	-	ПК-3. Способен осуществлять технологический процесс обращения, хранения, транспортировки и переработки ядерного топлива и иных ядерных материалов в соответствии с регламентом, с соблюдением норм охраны труда, правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной и ядерной безопасности

1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
ПК-1	ПК-1.1	Понимает и может применить на практике знания теоретических основ технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов
ПК-3	ПК-3.1	Владеет теоретической базой осуществления технологического процесса ядерной энергетики и производства ее основных материалов, в том числе ядерного топлива и иных ядерных материалов, и может применить ее в профессиональной деятельности

1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

Цель изучения дисциплины (модуля) – изучение физико-химических основ технологии высокочистых веществ.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

знать:

- основные методы, используемые при получении высокочистых веществ, и физико-химические явления, лежащие в основе процессов глубокой очистки веществ;
- основы управления технологическими процессами получения высокочистых веществ, требования к материалам, используемых при изготовлении аппаратуры в производстве высокочистых веществ, особенности аппаратурного оформления процессов;
- требования, изложенные в основных нормативных документах по сбору, хранению и переработке радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО;

уметь:

- осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса;
- основываясь на полученных знаниях о принципиальных возможностях существующих методов очистки правильно выбирать и обосновывать технологические схемы очистки конкретных веществ;

- осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО;

владеть:

- теоретическими основами процессов, используемых при получении высокочистых веществ, включая процессы кристаллизации из растворов и расплавов, осаждения и соосаждения, дистилляции и ректификации, химических транспортных реакций, сорбции и экстракции, электрохимические процессы и др.;
- основными критериями, лежащими в основе выбора технологических процессов получения конкретных высокочистых веществ и методики контроля за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО.

2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)

2.1. Объем дисциплины (модуля)

Виды учебной работы	*Формы обучения*
	Очная
Общая трудоемкость: зачетные единицы/часы	4/144
Контактная работа:	72
Занятия лекционного типа	36
Занятия семинарского типа	36
Консультации	0
Промежуточная аттестация: зачет с оценкой	0
Самостоятельная работа (СР)	72

2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						
		Контактная работа						СР
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Введение. Общая характеристика и квалификация чистых веществ. Конструкционные материалы, используемые в технологии высокочистых веществ	4	0	4	0	0	0	8
2.	Кристаллофизические методы очистки	4	0	4	0	0	0	8
3.	Электроннолучевая и плазменная плавка металлов	4	0	4	0	0	0	8
4.	Дистилляционно-ректификационные методы очистки	4	0	4	0	0	0	8
5.	Метод химических транспортных реакций сырья	4	0	4	0	0	0	8
6.	Сорбционные методы очистки	4	0	4	0	0	0	8
7.	Экстракционные методы очистки	4	0	4	0	0	0	8
8.	Электрохимические методы очистки	4	0	4	0	0	0	8

9.	Химические методы очистки (осаждение и соосаждение примесей с коллектором)	4	0	4	0	0	0	8

Примечания:
Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

Содержание лекционного курса

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Введение. Общая характеристика и квалификация чистых веществ. Конструкционные материалы, используемые в технологии высокочистых веществ	Влияние микропримесей на ядерно-физические, оптические, физико-механические, электрические и другие свойства материалов. Критерии оценки необходимого уровня чистоты при получении материалов с заданными свойствами. Значение высокочистых веществ в развитии современной науки и техники. Понятие чистое вещество. Относительность этого понятия в зависимости от требований практики, уровня развития технологии очистки, чувствительности и точности методов анализа примесей. Классификация примесей в чистых веществах. Химические, физические, радиохимические и изотопные примеси. Способы выражения концентрации примесей. Классификация чистых веществ с точки зрения термодинамики разбавленных растворов. Принятая в СНГ классификация чистых веществ. Четыре категории химических препаратов, выпускаемых отечественной промышленностью, их обозначение и маркировка. Классификация чистых веществ в зарубежных странах.
2.	Кристаллофизические методы очистки	Кристаллизация из раствора. Основные закономерности кристаллизации из растворов. Условия создания и свойства пересыщенных растворов. Способы снятия пересыщения. Возникновение зародышей кристаллов. Влияние различных факторов на скорость роста кристаллов. Количественные характеристики процесса кристаллизации. Степень кристаллизации. Равновесная и неравновесная кристаллизация. Фракционирование примесей в процессе кристаллизации. Коэффициент распределения. Коэффициент очистки. Причины захвата микропримесей твердой фазой. Роль явления изоморфизма в процессах распределения микропримесей. Влияние различных факторов на фракционирование микропримесей и возможности регулирования величины коэффициента распределения. Примеры практического применения процессов кристаллизации из раствора при получении чистых соединений редких элементов. Кристаллизация из расплава. Физико-химические основы метода. Направленная кристаллизация. Объемная и линейная скорости кристаллизации. Равновесный и эффективный коэффициенты разделения и их связь с диаграммой состояния. Распределение примесей по длине образца. Аппаратурное оформление процесса. Зонная перекристаллизация (зонная плавка). Особенности проведения процесса зонной плавки. Распределение примесей по длине слитка. Уравнение Лорда-Рея. Влияние различных факторов на процесс зонной плавки (ширины зоны, скорости перемещения фронта кристаллизации, интенсивности перемешивания). Предельное распределение примесей. Массоперенос. Аппаратурное оформление процесса. Горизонтальное и вертикальное расположение образца.

		Бестигельная зонная плавка. Схемы перемещения зон. Контейнеры. Способы нагрева. Пути совершенствования зонной плавки. Примеры применения зонной плавки в технологии высокочистых германия и кремния. Выращивание монокристаллов Методы получения монокристаллов. Выращивание монокристаллов из растворов и расплавов. Методы Бриджмена-Стокбаргера, Киропулоса-Чохральского, Вернейля. Схемы аппаратов. Режим работы. Выращивание монокристаллов из газовой фазы.
3.	Электроннолучевая и плазменная плавка металлов	Назначение метода. Физико-химические основы процесса рафинирования металлов методами электродуговой, электроннолучевой и плазменной плавки. Термодинамика и кинетика испарения металлов. Очистка металлов от примесей газообразных веществ. Конструкции электронных плавильных установок. Вакуумные системы плавильных печей. Установки для плазменной плавки металлов. Получение чистых ниобия, тантала, вольфрама и других редких металлов. Вопросы техники безопасности.
4.	Дистилляционно-ректификационные методы очистки	Дистилляция. Равновесие в системе жидкость-пар для разбавленных растворов. Коэффициент разделения. Простая перегонка. Молекулярная дистилляция. Ректификация. Общая характеристика метода. Особенность ректификации чистых веществ. Принципы расчета колонн. Азеотропная, экстрактивная и сорбционная ректификация. Высокотемпературная ректификация неорганических веществ. Ректификация при умеренных температурах. Низкотемпературная ректификация. Сублимация. Равновесие в системе твердое вещество-пар. Кинетика сублимации. Роль остаточного давления. Основные закономерности процесса конденсации. Возможные варианты аппаратурного оформления процесса сублимации.
5.	Метод химических транспортных реакций сырья	Основные определения. Требования к транспортным реакциям. Способы осуществления транспорта газовой фазы: диффузия и способ потока. Три типа химических реакций, используемых для транспорта вещества. Обменные обратимые эндотермические реакции. Реакции образования субсоединений. Реакции синтеза и разложения летучих соединений. Иодидное рафинирование. Сущность метода. Влияние различных факторов на эффективность переноса очищенного металла. Аппаратурное оформление.
6.	Сорбционные методы очистки	Классификация сорбционных методов разделения веществ. Требования, предъявляемые к сорбентам, используемым для глубокой очистки растворов. Виды хроматографии: р, молекулярная, ионообменная, осадительная и адсорбционно-комплексообразовательная хроматография. Влияние природы сорбента и состава раствора на величину коэффициента распределения ионов. Применение фронтальной и элюентной хроматографии для глубокой очистки некоторых редких и радиоактивных элементов. Получения особо чистой воды.
7.	Экстракционные методы очистки	Преимущества и недостатки экстракции применительно к глубокой очистке веществ Основные характеристики экстракционных систем. Коэффициент распределения. Коэффициент очистки Способы проведения экстракционной очистки: экстракция макрокомпонента, экстракция микрокомпонентов. Особенности экстракции микропримесей. Наиболее распространенные экстракционные системы для группового и избирательного извлечения микропримесей.
8.	Электрохимические методы очистки	Теоретические основы глубокой очистки металлов с помощью электрохимических методов. Скорость электродного процесса Электрохимическая и диффузионная кинетика. Поляризационные кривые индивидуальных ионов и смесей ионов. Катодные и анодные процессы. Цементация.

		Предварительный электролиз. Совместный разряд ионов примесей и основного металла. Анодное рафинирование Электрохимические процессы с использованием твердых и жидких электродов. Электродиализ
9.	Химические методы очистки (осаждение и соосаждение примесей с коллектором)	Химические методы очистки растворов путем осаждения примесей или основного вещества и методы соосаждения примесей с коллекторами. Разновидности метода соосаждения примесей с коллекторами. Количественное описание процессов. Необходимость учета состояния примесей в растворах и кислотно-основных свойств осадителей.

Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Введение. Общая характеристика и квалификация чистых веществ. Конструкционные материалы, используемые в технологии высокочистых веществ	ПЗ	Методологические аспекты проблемы получения, сохранения и использования особо чистых веществ. Объем производства и характеристика исходного сырья. Стоимость готовой продукции. Внешние и внутренние загрязнения и их влияние на процессы получения, хранения, транспортировки и анализа чистых веществ. Роль атмосферных загрязнений. Общие мероприятия и специальные технические решения наиболее распространенных технологических операций, обеспечивающие глубокую очистку веществ. Требования к планировке и отделке производственных помещений, вентиляции, освещению, проводке различных коммуникаций. Особенности аппаратуры, используемой в технологии чистых веществ. Требования к вспомогательным материалам и реактивам. Коррозионно-стойкие материалы, используемых в технологии высокочистых веществ, их термическая и химическая устойчивость: металлы, сплавы, стекла, кварц, разновидности графита, керамика, эмали, разновидности графита, полимерные синтетические материалы (политетра- и политрифторэтилен,, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид,, полиметилметакрилат
2.	Кристаллофизические методы очистки	ПЗ	Физико-химические основы метода. Направленная кристаллизация. Объемная и линейная скорости кристаллизации. Равновесный и эффективный коэффициенты разделения и их связь с диаграммой состояния. Распределение примесей по длине образца. Аппаратурное оформление процесса. Зонная перекристаллизация (зонная плавка). Особенности проведения процесса зонной плавки. Распределение примесей по длине слитка. Уравнение Лорда-Рея. Влияние различных факторов на процесс зонной плавки (ширины зоны, скорости перемещения фронта кристаллизации, интенсивности перемешивания). Предельное распределение примесей. Массоперенос. Аппаратурное оформление процесса. Горизонтальное и вертикальное расположение образца. Бестигельная зонная плавка. Схемы перемещения зон. Контейнеры. Способы нагрева. Пути совершенствования зонной плавки. Примеры применения зонной плавки в технологии высокочистых германия и кремния. Выращивание монокристаллов Методы получения монокристаллов. Выращивание монокристаллов из растворов и расплавов. Методы Бриджмена-Стокбаргера, Киропулоса- Чохральского, Вернейля.

			Схемы аппаратов. Режим работы. Выращивание монокристаллов из газовой фазы.
3.	Электроннолучевая и плазменная плавка металлов	ПЗ	Назначение метода. Физико-химические основы процесса рафинирования металлов методами электродуговой, электроннолучевой и плазменной плавки. Термодинамика и кинетика испарения металлов. Очистка металлов от примесей газообразных веществ. Конструкции электронных плавильных установок. Вакуумные системы плавильных печей. Установки для плазменной плавки металлов. Получение чистых ниобия, тантала, вольфрама и других редких металлов. Вопросы техники безопасности.
4.	Дистилляционно-ректификационные методы очистки	ПЗ	Сублимация. Равновесие в системе твердое вещество-пар. Кинетика сублимации. Роль остаточного давления. Основные закономерности процесса конденсации. Возможные варианты аппаратурного оформления процесса сублимации.
5.	Метод химических транспортных реакций сырья	ПЗ	Иодидное рафинирование. Сущность метода. Влияние различных факторов на эффективность переноса очищенного металла. Аппаратурное оформление.
6.	Сорбционные методы очистки	ПЗ	Классификация сорбционных методов разделения веществ. Требования, предъявляемые к сорбентам, используемым для глубокой очистки растворов. Виды хроматографии: р, молекулярная, ионообменная, осадительная и адсорбционно-комплексообразовательная хроматография. Влияние природы сорбента и состава раствора на величину коэффициента распределения ионов. Применение фронтальной и элюентной хроматографии для глубокой очистки некоторых редких и радиоактивных элементов. Получения особо чистой воды.
7.	Экстракционные методы очистки	ПЗ	Преимущества и недостатки экстракции применительно к глубокой очистке веществ Основные характеристики экстракционных систем. Коэффициент распределения. Коэффициент очистки Способы проведения экстракционной очистки: экстракция макрокомпонента, экстракция микрокомпонентов. Особенности экстракции микропримесей. Наиболее распространенные экстракционные системы для группового и избирательного извлечения микропримесей.
8.	Электрохимические методы очистки	ПЗ	Теоретические основы глубокой очистки металлов с помощью электрохимических методов. Скорость электродного процесса Электрохимическая и диффузионная кинетика. Поляризационные кривые индивидуальных ионов и смесей ионов. Катодные и анодные процессы. Цементация. Предварительный электролиз. Совместный разряд ионов примесей и основного металла. Анодное рафинирование Электрохимические процессы с использованием твердых и жидких электродов. Электродиализ
9.	Химические методы очистки (осаждение и соосаждение примесей с коллектором)	ПЗ	Химические методы очистки растворов путем осаждения примесей или основного вещества и методы соосаждения примесей с коллекторами. Разновидности метода соосаждения примесей с коллекторами. Количественное описание процессов. Необходимость учета состояния примесей в растворах и кислотно-основных свойств осадителей.

Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы

1.	Введение. Общая характеристика и квалификация чистых веществ. Конструкционные материалы, используемые в технологии высокочистых веществ	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
2.	Кристаллофизические методы очистки	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
3.	Электроннолучевая и плазменная плавка металлов	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
4.	Дистилляционно-ректификационные методы очистки	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
5.	Метод химических транспортных реакций сырья	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
6.	Сорбционные методы очистки	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
7.	Экстракционные методы очистки	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
8.	Электрохимические методы очистки	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
9.	Химические методы очистки (осаждение и соосаждение примесей с коллектором)	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа

3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Введение. Общая характеристика и квалификация чистых веществ. Конструкционные материалы, используемые в технологии высокочистых веществ	Устный опрос
2.	Кристаллофизические методы очистки	Устный опрос
3.	Электроннолучевая и плазменная плавка металлов	Устный опрос
4.	Дистилляционно-ректификационные методы очистки	Устный опрос
5.	Метод химических транспортных реакций сырья	Устный опрос
6.	Сорбционные методы очистки	Устный опрос
7.	Экстракционные методы очистки	Устный опрос
8.	Электрохимические методы очистки	Устный опрос
9.	Химические методы очистки (осаждение и соосаждение примесей с коллектором)	Устный опрос

3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости

Устный опрос

1. Влияние микропримесей на ядерно-физические, оптические, физико-механические, электрофизические и другие свойства материалов. Критерии оценки необходимого уровня чистоты при получении материалов с заданными свойствами. Значение высокочистых веществ в развитии современной науки и техники.
2. Понятие чистое вещество и относительность этого понятия. Виды примесей в чистых веществах. Способы выражения концентрации примесей. Принятая в странах СНГ классификация чистых веществ
3. Особенности технологии чистых веществ. Внешние и внутренние загрязнения и их влияние на процессы получения, хранения, транспортировки и анализа чистых

веществ.

4. Внешние (атмосферные) загрязнения. Общие мероприятия, обеспечивающие устранения внешних загрязнений.
5. Требования к планировке и отделке производственных помещений, вентиляции, освещению, проводке различных коммуникаций. Особенности аппаратуры, используемой в технологии чистых веществ. Требования к вспомогательным материалам и реактивам.
6. Конструкционные материалы, используемые в технологии высокочистых веществ.
7. Кристаллизация из растворов. Закономерности кристаллизации основного вещества. Пересыщенные растворы, и способы снятия пересыщения. Возникновение зародышей и рост кристаллов. Количественные характеристики процесса кристаллизации основного вещества.
8. Фракционирование примесей в процессе кристаллизации основного вещества. Количественные характеристики процесса фракционирования примесей. Причины захвата микропримесей твердой фазой. Влияние различных факторов на степень захвата неизоморфных примесей твердой фазой.
9. Роль явления изоморфизма в процессах распределения микропримесей. Виды изоморфизма. Прогнозирование значений коэффицентов распределения примемей (уравнение Ратнера- Хилла).
10. Влияние различных факторов на фракционирование микропримесей и возможность регулирования величины коэффициента распределения. Равновесная и неравновесная кристаллизация. Приемы проведения процесса кристаллизации. Примеры практического применения процессов кристаллизации из раствора при получении чистых соединений редких элементов
11. Метод осаждения из растворов и его разновидности. Сопоставление методов кристаллизации из растворов и осаждения. Основные критерии при оценке возможности выделения примесей в виде малорастворимых соединений. Основные процессы, используемые на практике.
12. Очистка растворов путем осаждения и соосаждения примесей с коллекторами, разновидности способа.
13. Физико-химические основы кристаллизации из расплавов как способа очистки веществ. Поведение примесей и его связь с диаграммой состояния. Коэффициент распределения. Виды кристаллизации из расплава. Объемная и линейная скорости кристаллизации
14. Направленная кристаллизация и способы ее проведения. Распределение примесей по длине образца. Аппаратурное оформление процесса.
15. Зонная перекристаллизация (зонная плавка). Особенности проведения процесса зонной плавки. Распределение примесей по длине слитка. Основы расчета распределения примесей по длине слитка при многократном проходе зоны. Предельное распределение примесей.
16. Равновесный и эффективный коэффициенты распределения. Причины отклонения значений эффективного коэффициента распределения от идеального. Влияние различных факторов (основных и аппаратурных) на процесс зонной плавки.
17. Аппаратурное оформление зонной плавки. Горизонтальное и вертикальное расположение образца. Бестигельная зонная плавка. Схемы перемещения зон. Массоперенос.
18. Способы создания расплавленной зоны при проведении зонной перекристаллизации (способы нагрева). Контейнеры. Примеры применения зонной плавки в технологии высокочистых веществ.
19. Понятие монокристалл. Классификация методов выращивания монокристаллов. Выращивание монокристаллов из растворов и из газовой фазы.
20. Методы выращивания монокристаллов из расплавов (Бриджмена-Стокбаргера,

Чохральског-Киропулоса, Вернейля, зонной перекристаллизации). Сравнительный анализ различных методов.

21. Вакуумная плавка металлов как метод рафинирования металлов. Очистка металлов от примесей легколетучих веществ. Дуговая, электронно-лучевая и плазменная плавка.
22. Дуговая плавка, сущность процесса и его разновидности (расходуемый и нерасходуемый электороды).
23. Физико-химические основы процесса рафинирования металлов методом элекроннолучевой плавки. Принципиальные конструкции электронных пушек. Требования к системам вакуумирования. Вопросы техники безопасности.
24. Плазменная плавка металлов. Сравнение с элекроннолучевой плавкой.
25. Сублимация как метод очистки веществ. Варианты проведения очистки. Достоинства и ограничения метода. Аппаратурное оформление.
26. Физико-химические основы дистилляции как метода очистки веществ.. Равновесие в системе жидкость-пар для разбавленных растворов. Коэффициент разделения. Относительная летучесть. Простая перегонка, молекулярная и фракционная дистилляция.
27. Общая характеристика метода ректификации. количественные характеристики. Особенность ректификации разбавленных по примесям растворов. Принципы расчета числа теоретических тарелок.
28. Азеотропная, экстрактивная и сорбционная ректификация. Требования к веществам, подвергаемым очистке ректификацией. Высокотемпературная, низкотемпературная ректификация, ректификация, при умеренных температурах. Примеры применения.
29. Физико-химические основы метода химических транспортных реакций. Требования к транспортным реакциям. Связь знака теплового эффекта прямой реакции с направлением переноса веществ. Типы химических транспортных реакций.
30. Обменные обратимые эндотермические реакции с образованием парообразных соединений. Принцип метода и примеры использования.
31. Реакции образования неустойчивых субсоединений с их последующим диспропорционированием. Сущность метода и примеры использования.
32. Реакции синтеза и термической диссоциации летучих соединений. Иодидное рафинирование циркония. Термодинамика и кинетика Параметры, влияющие на эффективность очисткти.
33. Электрохимические методы очистки веществ. Теоретические предпосылки. Классификация электрохимических методов. Скорость электродного процесса. Электрохимическая и диффузионная кинетика.
34. Поляризационные кривые индивидуальных ионов и смесей ионов. Способы проведения катодного процесса. Основные факторы, влияющие на эффективность очистки. Твердые и жидкие катоды.
35. Цементация как разновидность катодного процесса. Сущность процесса цементации. Факторы, влияющие на эффективность очистки. Аппаратурное оформление.
36. Анодное рафинирование. Сущность процесса. Причины растворения электроположительных примесей. Твердые и амальгамные аноды.
37. Электродиализ. Сущность процесса и области его применения. Требования к ионообменным мембранам.
38. Особенности экстракции применительно к глубокой очистке веществ. Способы проведения экстракционной очистки. Количественные характеристики процесса экстракции. Кинетика экстракции.
39. Наиболее распространенные экстракционные системы для группового и избирательного извлечения микропримесей или макрокомпонента. Факторы,

влияющие на эффективность очистки, и пути ее регулирования. Примеры использования экстракции в технологии высокочистых веществ.

40. Классификация сорбционных процессов очистки веществ. Сорбенты, используемые в технологии высокочистых веществ. Способы подготовки сорбентов.
41. Влияние природы сорбентов и состава растворов на величину коэффициента распределения ионов. Факторы, влияющие на эффективность сорбционной очистки веществ, и пути ее регулирования. Фронтальная и элюентная хроматография. Адсорбционно-комплексообразовательная хроматография. Примеры использования сорбции в технологии высокочистых веществ.
42. Комплексная технология получения высокочистого германия.

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Устный ответ

Оценка знаний предполагает дифференцированный подход к обучающемуся, учет его индивидуальных способностей, степень усвоения и систематизации основных понятий и категорий по дисциплине. Кроме того, оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение использовать в ответе практический материал. Оценивается культура речи, владение навыками ораторского искусства.

Критерии оценивания: последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала, использование профессиональных терминов, культура речи, навыки ораторского искусства. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда материал излагается исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно, при этом раскрываются не только основные понятия, но и анализируются точки зрения различных авторов. Обучающийся не затрудняется с ответом, соблюдает культуру речи.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но при ответе на вопрос допускает несущественные погрешности.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

Творческое задание

Эссе – это небольшая по объему письменная работа, сочетающая свободные, субъективные рассуждения по определенной теме с элементами научного анализа. Текст должен быть легко читаем, но необходимо избегать нарочито разговорного стиля, сленга, шаблонных фраз. Объем эссе составляет примерно 2 – 2,5 стр. 12 шрифтом с одинарным интервалом (без учета титульного листа).

Критерии оценивания – оценка учитывает соблюдение жанровой специфики эссе, наличие логической структуры построения текста, наличие авторской позиции, ее научность и связь с современным пониманием вопроса, адекватность аргументов, стиль изложения, оформление работы. Следует помнить, что прямое заимствование (без оформления цитат) текста из Интернета или электронной библиотеки недопустимо.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда определяется: наличие логической структуры построения текста (вступление с постановкой проблемы; основная часть, разделенная по основным идеям; заключение с выводами, полученными в результате рассуждения); наличие четко определенной личной позиции по теме эссе; адекватность аргументов при обосновании личной позиции, стиль изложения.

Оценка *«хорошо»* ставится, когда в целом определяется: наличие логической структуры построения текста (вступление с постановкой проблемы; основная часть, разделенная по основным идеям; заключение с выводами, полученными в результате рассуждения); но не прослеживается наличие четко определенной личной позиции по теме эссе; не достаточно аргументов при обосновании личной позиции.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, когда в целом определяется: наличие логической структуры построения текста (вступление с постановкой проблемы; основная часть, разделенная по основным идеям; заключение), но не прослеживаются четкие выводы, нарушается стиль изложения.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если не выполнены никакие требования.

Кейсы (ситуации и задачи с заданными условиями)

Обучающийся должен уметь выделить основные положения из текста задачи, которые требуют анализа и служат условиями решения. Исходя из поставленного вопроса в задаче, попытаться максимально точно определить проблему и соответственно решить ее.

Задачи могут решаться устно и/или письменно. При решении задач также важно правильно сформулировать и записать вопросы, начиная с более общих и, кончая частными.

Критерии оценивания – оценка учитывает методы и средства, использованные при решении ситуационной, проблемной задачи.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда обучающийся выполнил задание (решил задачу), используя в полном объеме теоретические знания и практические навыки, полученные в процессе обучения.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающийся в целом выполнил все требования, но не совсем четко определяется опора на теоретические положения, изложенные в научной литературе по данному вопросу.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающийся показал положительные результаты в процессе решения задачи.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающийся не выполнил все требования.

Деловая игра

Необходимо разбиться на несколько команд, которые должны поочередно высказать свое мнение по каждому из заданных вопросов. Мнение высказывающейся команды засчитывается, если противоположная команда не опровергнет его контраргументами. Команда, чье мнение засчитано как верное (не получило убедительных контраргументов от противоположных команд), получает один балл. Команда, опровергнувшая мнение противоположной команды своими контраргументами, также получает один балл. Побеждает команда, получившая максимальное количество баллов.

Ролевая игра как правило имеет фабулу (ситуацию, казус), распределяются роли, подготовка осуществляется за 2-3 недели до проведения игры.

Критерии оценивания – оцениваются действия всех участников группы. Понимание проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Соответствие реальной действительности решений, выработанных в ходе игры. Владение терминологией, демонстрация владения учебным материалом по теме игры, владение методами аргументации, умение работать в группе (умение слушать, конструктивно вести беседу, убеждать, управлять временем, бесконфликтно общаться), достижение игровых целей, (соответствие роли – при ролевой игре). Ясность и стиль изложения.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, выполнения всех критериев.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Решения, выработанные в ходе игры, полностью соответствуют реальной действительности. Но некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены нормы общения, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание проблемы, высказывания и действия в целом соответствуют заданным целям. Однако, решения, выработанные в ходе игры, не совсем соответствуют реальной действительности. Некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающиеся не понимают проблему, их высказывания не соответствуют заданным целям.

Исследовательский проект (реферат)

Исследовательский проект – проект, структура которого приближена к формату научного исследования и содержит доказательство актуальности избранной темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, историографии, обобщение результатов, выводы.

Результаты выполнения исследовательского проекта оформляется в виде реферата.

Критерии оценивания - поскольку структура исследовательского проекта максимально приближена к формату научного исследования, то при выставлении учитывается доказательство актуальности темы исследования, определение научной проблемы, объекта и предмета исследования, целей и задач, источников, методов исследования, выдвижение гипотезы, обобщение результатов и формулирование выводов, обозначение перспектив дальнейшего исследования.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда обучающийся демонстрирует полное понимание проблемы, все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающийся демонстрирует значительное понимание проблемы, все требования, предъявляемые к заданию выполнены.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающийся, демонстрирует частичное понимание проблемы, большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающийся демонстрирует непонимание проблемы, многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

Информационный проект (доклад с презентацией)

Информационный проект – проект, направленный на стимулирование учебно-познавательной деятельности студента с выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации об объекте, оформление ее для презентации).

Информационный проект отличается от исследовательского проекта, поскольку представляет собой такую форму учебно-познавательной деятельности, которая отличается ярко выраженной эвристической направленностью.

Критерии оценивания - при выставлении оценки учитывается самостоятельный поиск, отбор и систематизация информации, раскрытие вопроса (проблемы), ознакомление студенческой аудитории с этой информацией (представление информации), ее анализ и обобщение, оформление, полные ответы на вопросы аудитории с примерами.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда обучающийся полностью раскрывает вопрос (проблему), представляет информацию систематизировано, последовательно, логично, взаимосвязано, использует более 5 профессиональных терминов, широко использует информационные технологии, ошибки в информации отсутствуют, дает полные ответы на вопросы аудитории с примерами.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающийся раскрывает вопрос (проблему), представляет информацию систематизировано, последовательно, логично, взаимосвязано, использует более 2 профессиональных терминов, достаточно использует информационные технологии, допускает не более 2 ошибок в изложении материала, дает полные или частично полные ответы на вопросы аудитории.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающийся, раскрывает вопрос (проблему) не полностью, представляет информацию не систематизировано и не совсем последовательно, использует 1-2 профессиональных термина, использует информационные

технологии, допускает 3-4 ошибки в изложении материала, отвечает только на элементарные вопросы аудитории без пояснений.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если вопрос не раскрыт, представленная информация логически не связана, не используются профессиональные термины, допускает более 4 ошибок в изложении материала, не отвечает на вопросы аудитории.

Дискуссионные процедуры

Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты, мини-конференции являются средствами, позволяющими включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Задание дается заранее, определяется круг вопросов для обсуждения, группы участников этого обсуждения.

Дискуссионные процедуры могут быть использованы для того, чтобы студенты:

–лучше поняли усвояемый материал на фоне разнообразных позиций и мнений, не обязательно достигая общего мнения;

– смогли постичь смысл изучаемого материала, который иногда чувствуют интуитивно, но не могут высказать вербально, четко и ясно, или конструировать новый смысл, новую позицию;

– смогли согласовать свою позицию или действия относительно обсуждаемой проблемы.

Критерии оценивания – оцениваются действия всех участников группы. Понимание проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Соответствие реальной действительности решений, выработанных в ходе игры. Владение терминологией, демонстрация владения учебным материалом по теме игры, владение методами аргументации, умение работать в группе (умение слушать, конструктивно вести беседу, убеждать, управлять временем, бесконфликтно общаться), достижение игровых целей, (соответствие роли – при ролевой игре). Ясность и стиль изложения.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда все требования выполнены в полном объеме.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание проблемы, высказывания и действия полностью соответствуют заданным целям. Решения, выработанные в ходе игры, полностью соответствуют реальной действительности. Но некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены нормы общения, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающиеся в целом демонстрируют понимание проблемы, высказывания и действия в целом соответствуют заданным целям. Однако, решения, выработанные в ходе игры, не совсем соответствуют реальной действительности. Некоторые объяснения не совсем аргументированы, нарушены временные рамки, нарушен стиль изложения.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающиеся не понимают проблему, их высказывания не соответствуют заданным целям.

Тестирование

Является одним из средств контроля знаний обучающихся по дисциплине (модулю).

Критерии оценивания – правильный ответ на вопрос

Оценка *«отлично»* ставится в случае, если правильно выполнено 90-100% заданий.

Оценка *«хорошо»* ставится, если правильно выполнено 70-89% заданий.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится в случае, если правильно выполнено 50-69% заданий.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если правильно выполнено менее 50% заданий.

Контрольная работа

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

Критерии оценивания: последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка *«отлично»* ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка *«хорошо»* ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка *«неудовлетворительно»* ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Шкала оценивания	Результаты обучения	Показатели оценивания результатов обучения
ОТЛИЧНО	Знает:	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся владеет рациональными методами (с использованием рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал навыки - выделения главного, - связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов, - изложения мыслей в логической последовательности, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
ХОРОШО	Знает:	- обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков, - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
УДОВЛЕТВО-	Знает:	- обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его

РИТЕЛЬНО		изложении; - показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы; - слабо аргументирует научные положения; - практически не способен сформулировать выводы и обобщения; - частично владеет системой понятий.
	Умеет:	- обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.
	Владеет:	- обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.; При решении продемонстрировал недостаточность навыков - выделения главного, - изложения мыслей в логической последовательности, - связки теоретических положений с требованиями руководящих документов, - самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.
НЕУДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО	Знает:	- обучающийся не усвоил значительной части материала; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует квалифицированных выводов и обобщений; - не владеет системой понятий.
	Умеет:	обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.
	Владеет:	не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».

3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов для устных ответов (варианты теста)

1. Влияние микропримесей на ядерно-физические, оптические, физико-механические, электрофизические и другие свойства материалов. Критерии оценки необходимого уровня чистоты при получении материалов с заданными свойствами. Значение высокочистых веществ в развитии современной науки и техники.
2. Понятие чистое вещество и относительность этого понятия. Виды примесей в чистых веществах. Способы выражения концентрации примесей. Принятая в странах СНГ классификация чистых веществ
3. Особенности технологии чистых веществ. Внешние и внутренние загрязнения и их влияние на процессы получения, хранения, транспортировки и анализа чистых веществ.
4. Внешние (атмосферные) загрязнения. Общие мероприятия, обеспечивающие устранения внешних загрязнений.
5. Требования к планировке и отделке производственных помещений, вентиляции, освещению, проводке различных коммуникаций. Особенности аппаратуры, используемой в технологии чистых веществ. Требования к вспомогательным материалам и реактивам.
6. Конструкционные материалы, используемые в технологии высокочистых веществ.
7. Кристаллизация из растворов. Закономерности кристаллизации основного вещества. Пересыщенные растворы, и способы снятия пересыщения. Возникновение зародышей и рост кристаллов. Количественные характеристики процесса кристаллизации основного вещества.
8. Фракционирование примесей в процессе кристаллизации основного вещества. Количественные характеристики процесса фракционирования примесей. Причины захвата микропримесей твердой фазой. Влияние различных факторов на степень захвата неизоморфных примесей твердой фазой.

9. Роль явления изоморфизма в процессах распределения микропримесей. Виды изоморфизма. Прогнозирование значений коэффицентов распределения примемей (уравнение Ратнера- Хилла).
10. Влияние различных факторов на фракционирование микропримесей и возможность регулирования величины коэффициента распределения. Равновесная и неравновесная кристаллизация. Приемы проведения процесса кристаллизации. Примеры практического применения процессов кристаллизации из раствора при получении чистых соединений редких элементов
11. Метод осаждения из растворов и его разновидности. Сопоставление методов кристаллизации из растворов и осаждения. Основные критерии при оценке возможности выделения примесей в виде малорастворимых соединений. Основные процессы, используемые на практике.
12. Очистка растворов путем осаждения и соосаждения примесей с коллекторами, разновидности способа.
13. Физико-химические основы кристаллизации из расплавов как способа очистки веществ. Поведение примесей и его связь с диаграммой состояния. Коэффициент распределения. Виды кристаллизации из расплава. Объемная и линейная скорости кристаллизации
14. Направленная кристаллизация и способы ее проведения. Распределение примесей по длине образца. Аппаратурное оформление процесса.
15. Зонная перекристаллизация (зонная плавка). Особенности проведения процесса зонной плавки. Распределение примесей по длине слитка. Основы расчета распределения примесей по длине слитка при многократном проходе зоны. Предельное распределение примесей.
16. Равновесный и эффективный коэффициенты распределения. Причины отклонения значений эффективного коэффициента распределения от идеального. Влияние различных факторов (основных и аппаратурных) на процесс зонной плавки.
17. Аппаратурное оформление зонной плавки. Горизонтальное и вертикальное расположение образца. Бестигельная зонная плавка. Схемы перемещения зон. Массоперенос.
18. Способы создания расплавленной зоны при проведении зонной перекристаллизации (способы нагрева). Контейнеры. Примеры применения зонной плавки в технологии высокочистых веществ.
19. Понятие монокристалл. Классификация методов выращивания монокристаллов. Выращивание монокристаллов из растворов и из газовой фазы.
20. Методы выращивания монокристаллов из расплавов (Бриджмена-Стокбаргера, Чохральског-Киропулоса, Вернейля, зонной перекристаллизации). Сравнительный анализ различных методов.
21. Вакуумная плавка металлов как метод рафинирования металлов. Очистка металлов от примесей легколетучих веществ. Дуговая, электронно-лучевая и плазменная плавка.
22. Дуговая плавка, сущность процесса и его разновидности (расходуемый и нерасходуемый электороды).
23. Физико-химические основы процесса рафинирования металлов методом элекроннолучевой плавки. Принципиальные конструкции электронных пушек. Требования к системам вакуумирования. Вопросы техники безопасности.
24. Плазменная плавка металлов. Сравнение с элекроннолучевой плавкой.
25. Сублимация как метод очистки веществ. Варианты проведения очистки. Достоинства и ограничения метода. Аппаратурное оформление.
26. Физико-химические основы дистилляции как метода очистки веществ.. Равновесие в системе жидкость-пар для разбавленных растворов. Коэффициент разделения.

Относительная летучесть. Простая перегонка, молекулярная и фракционная дистилляция.

27. Общая характеристика метода ректификации. количественные характеристики. Особенность ректификации разбавленных по примесям растворов. Принципы расчета числа теоретических тарелок.
28. Азеотропная, экстрактивная и сорбционная ректификация. Требования к веществам, подвергаемым очистке ректификацией. Высокотемпературная, низкотемпературная ректификация, ректификация, при умеренных температурах. Примеры применения.
29. Физико-химические основы метода химических транспортных реакций. Требования к транспортным реакциям. Связь знака теплового эффекта прямой реакции с направлением переноса веществ. Типы химических транспортных реакций.
30. Обменные обратимые эндотермические реакции с образованием парообразных соединений. Принцип метода и примеры использования.
31. Реакции образования неустойчивых субсоединений с их последующим диспропорционированием. Сущность метода и примеры использования.
32. Реакции синтеза и термической диссоциации летучих соединений. Иодидное рафинирование циркония. Термодинамика и кинетика Параметры, влияющие на эффективность очисткти.
33. Электрохимические методы очистки веществ. Теоретические предпосылки. Классификация электрохимических методов. Скорость электродного процесса. Электрохимическая и диффузионная кинетика.
34. Поляризационные кривые индивидуальных ионов и смесей ионов. Способы проведения катодного процесса. Основные факторы, влияющие на эффективность очистки. Твердые и жидкие катоды.
35. Цементация как разновидность катодного процесса. Сущность процесса цементации. Факторы, влияющие на эффективность очистки. Аппаратурное оформление.
36. Анодное рафинирование. Сущность процесса. Причины растворения электроположительных примесей. Твердые и амальгамные аноды.
37. Электродиализ. Сущность процесса и области его применения. Требования к ионообменным мембранам.
38. Особенности экстракции применительно к глубокой очистке веществ. Способы проведения экстракционной очистки. Количественные характеристики процесса экстракции. Кинетика экстракции.
39. Наиболее распространенные экстракционные системы для группового и избирательного извлечения микропримесей или макрокомпонента. Факторы, влияющие на эффективность очистки, и пути ее регулирования. Примеры использования экстракции в технологии высокочистых веществ.
40. Классификация сорбционных процессов очистки веществ. Сорбенты, используемые в технологии высокочистых веществ. Способы подготовки сорбентов.
41. Влияние природы сорбентов и состава растворов на величину коэффициента распределения ионов. Факторы, влияющие на эффективность сорбционной очистки веществ, и пути ее регулирования. Фронтальная и элюентная хроматография. Адсорбционно-комплексообразовательная хроматография. Примеры использования сорбции в технологии высокочистых веществ.
42. Комплексная технология получения высокочистого германия.

3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	20
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос

«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий
«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий

Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2 вопроса
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	- требуемый объем и структура - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминологии

Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	- выделение и понимание проблемы - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения - полнота использования источников - наличие авторской позиции - соответствие ответа поставленному вопросу - использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных - логичность изложения - умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач - умение привести пример - опора на теоретические положения - владение соответствующей терминологией
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

4.1. Электронные учебные издания

1. Бекман, И. Н. Ядерные технологии : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 500 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08681-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/513454.
2. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 493 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08692-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/513455.

3. Поляков, Е. Г. Металлургия редкоземельных металлов : учебное пособие для вузов / Е. Г. Поляков, А. В. Нечаев, А. В. Смирнов. — 2-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 501 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12813-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/518961.

4.2. Электронные образовательные ресурсы

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. – URL: https://urait.ru/.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: https://znanium.com/.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.studentlibrary.ru/.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: http://elibrary.ru/.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: http://cyberleninka.ru/.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: http://window.edu.ru/.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: http://fcior.edu.ru/.

4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: http://dic.academic.ru.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: http://ivo.garant.ru/.

4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

4.5. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	**Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения**
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).

Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.