

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шевчик Андрей Павлович
Должность: Врио ректора
Дата подписания: 23.06.2021 14:49:50
Уникальный программный ключ:
e1e4bb0d4ab042490a99c40e31641575580ad1a202c444b0f04635f200db7603



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
« ____ » _____ 2017 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РЕДКИХ БЛАГОРОДНЫХ И
ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ
(Начало подготовки – 2017 год)

Специальность

18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Специализация:

№ 01 Химическая технология материалов ядерного топливного цикла (ЯТЦ)

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **технологии редких элементов и наноматериалов на их основе**

Санкт-Петербург

2017

Б1.Б.27.04

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик зав. кафедрой ТРЭНМ		профессор А.А. Блохин

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины	6
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	7
4.2. Занятия лекционного типа.....	10
4.3. Занятия семинарского типа.....	15
4.4. Самостоятельная работа.....	19
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	23
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	23
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	23
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	24
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	24
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	25
10.2. Программное обеспечение.....	25
10.3. Информационные справочные системы.....	25
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	25
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	25
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	26

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Для получения планируемых результатов освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине: ПК-20, ПСК-1.1, ОПК-2.

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК- 20	способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ	<p>Знать: методики проведения экспериментальных работ для разработки новых технологических схем в области технологии редких благородных и тугоплавких металлов, методами анализа и обработки экспериментальных данных.</p> <p>Уметь: проводить необходимые экспериментальные исследования при разработке новых технологических схем переработки сырья, содержащего благородные или тугоплавкие металлы, и очистки целевых компонентов.</p> <p>Владеть: навыками проведения поисковых и технологических исследований при разработке новых технологических схем извлечения и очистки соединений редких благородных и тугоплавких металлов.</p>
ПСК-1.1	способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов	<p>Знать: современные тенденции и новые перспективные методы переработки минерального сырья, отработавшего топлива, содержащего редкие, радиоактивные, цветные и благородные металлы, а также в процессах очистки сточных вод и сбросных растворов.</p> <p>Уметь: выявлять перспективные малоотходные технологии получения материалов на основе редких благородных и тугоплавких элементов и их соединений, в том числе с использованием радиоактивных материалов, составлять планы и программы проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач.</p> <p>Владеть: основными критериями, лежащими в основе выбора химической технологии в производстве редких, рассеянных и радиоактивных элементов</p>

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов ;	<p>Знать: химию благородных и тугоплавких редких металлов; способы переработки минерального и вторичного сырья, содержащих редкие благородные и редкие тугоплавкие металлы</p> <p>Уметь: применять полученные знания для разработки процессов извлечения редких благородных и редких тугоплавких металлов</p> <p>Владеть: знаниями химии и технологии редких благородных и редких тугоплавких металлов и приемами их аффинажа.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам специализации (Б1.Б.27.04), и изучается на 5 курсе в 10 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Процессы и аппараты химической технологии», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа». Полученные в процессе изучения дисциплины знания и умения могут быть использованы при изучении последующих учебных дисциплин, прохождении практик, при выполнении выпускной квалификационной работы (государственной итоговой аттестации) и в дальнейшей трудовой деятельности.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов	Семестр
		10
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	8/288	8/288
Контактная работа с преподавателем:	108	108
занятия лекционного типа	72	72 -
занятия семинарского типа, в т.ч.	36	36
семинары, практические занятия	36	36
лабораторные работы	-	--
курсовое проектирование (КР или КП)	-	--
КСР	-	- -
другие виды контактной работы	-	- -
Самостоятельная работа	144	144
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-	- -
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, экзамен)	Экзамен (36)	Экзамен (36)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Благородные металлы как одна из групп редких элементов. История открытия. Области применения.	2			2	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
2	Химические свойства золота. Состояние золота в водных растворах.	2			2	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
3	Основные сырьевые источники золота. Способы обогащения рудного сырья. Понятие упорности золотосодержащих руд. Гидрометаллургические методы подготовки рудных концентратов к выщелачиванию золота.	2	2		4	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
4	Переработка золотосодержащих рудных концентратов. Амальгамирование. Выщелачивание золота. Физико-химические основы процесса цианирования. Практика проведения цианирования.	2			6	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
5	Процессы извлечения золота из растворов и пульп. Цементация. Сорбционные процессы. Применение ионообменных смол и активных углей.	4	2		8	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
6	Десорбция золота из ионообменных смол и активных углей. Регенерация сорбентов. Выделение золота из десорбатов.	2	2		6	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
7	Нецианистые методы выщелачивания золота. Переработка сбросных растворов .	2			4	ПК-20, ПСК-1.1
8	Аффинаж золота.	2	2		4	ПК-20, ПСК-1.1
9	Химические свойства платиновых металлов. Состояние платиновых металлов в водных растворах.	2			4	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
10	Основные сырьевые источники	2	2		6	ПК-20, ПСК-1.1

	платиновых металлов. Поведение платиновых металлов при переработке медно-никелевых руд. Концентрирование платиновых металлов. Способы выделение концентрата платиновых металлов из анодных шламов					ОПК-2
11	Аффинаж платиновых металлов. Классическая технология аффинажа.	4	2	-	8	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
12	Экстракционная технология аффинажа платиновых металлов.	2			4	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
13	Доизвлечение платиновых металлов из отработанных растворов. Извлечение платиновых металлов из вторичного сырья.	2	2		2	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
14	Молибден и вольфрама. Историческая справка. Общая характеристика. Области применения.	2			2	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
15	Химические свойства молибдена и вольфрама. Состояние молибдена и вольфрама в водных растворах.	2	2		6	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
16	Сырьевые источники молибдена и вольфрама. Обогащение рудного сырья.	2	2		4	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
17	Технология переработки молибденовых концентратов. Окислительный обжиг. Способы переработки обожженного огарка. Гидрометаллургические методы переработки концентратов.	6	2		10	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
18	Переработка вторичного молибденового сырья	2			6	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
19	Технология переработки шеелитовых и вольфрамитовых концентратов. Кислотный и щелочные методы. Спекание с содой. Процессы автоклавного выщелачивания	4	2		8	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
20	Переработка растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония. Получение оксида вольфрама(VI).	4	2		10	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2

21	Переработка вторичного вольфрамового сырья.	2	2		2	ПК-20, ПСК-1.1
22	Получение металлических молибдена и вольфрама. Восстановление водородом. Металлотермические методы.	2	2		2	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
23	Получение компактных молибдена и вольфрама. Основы порошковой металлургии. Плавка молибдена и вольфрама	2	2		6	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
24	Рений. Историческая справка. Общая характеристика. Области применения.	2			2	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
25	Химические свойства рения.	2			4	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
26	Рений как представитель редких рассеянных элементов. Сырьевые источники. Поведение рения при переработке различных видов сырья.	2	2		4	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
27	Методы извлечения рения из растворов.	4	2		10	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
28	Вторичное ренийсодержащее сырье. Методы переработки.	2	2		4	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
29	Получение металлического рения.	2			4	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
	ИТОГО	72	36	-	144	

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
1	<p>Введение. благородные металлы как одна из групп редких элементов. История открытия. Области применения.</p> <p>Понятие благородные металлы, их место в Периодической таблице Д.И. Менделеева. История открытия, происхождение названия отдельных благородных металлов. Основные области применения благородных металлов.</p>	2	Слайд-презентация
2	<p>Химические свойства золота. Состояние золота в водных растворах.</p> <p>Электронное строение золота, его физические и химические свойства. Способы растворения золота. Формы нахождения золота(I) и золота(III) в растворах. Цианидные, хлоридные, тиомочевинные и тиосульфатные комплексы золота.</p>	2	Слайд-презентация
3	<p>Основные сырьевые источники золота. Способы обогащения рудного сырья. Понятие упорности золотосодержащих руд. Гидрометаллургические методы подготовки рудных концентратов к выщелачиванию золота.</p> <p>Типы руд и месторождений. Коренные и посыпные месторождения золота. Рудоподготовка. Дробление и измельчение. Обогащение. Сортировка и первичное обогащение. Гравитационные методы. Электромагнитные методы. Флотационные методы. Упорные золотосодержащие руды. Способы подготовки упорных руд: пирометаллургические и гидрометаллургические методы.</p>	2	Слайд-презентация
4	<p>Переработка золотосодержащих рудных концентратов. Амальгамирование. Выщелачивание золота. Физико-химические основы процесса цианирования. Практика проведения цианирования.</p> <p>Амальгамирование золота. Ограничения процесса. Гидрометаллургический метод. Теория и практика процесса цианирования. Химизм процесса. Способы осуществления выщелачивания: агитационный способ, перколяция, кучное выщелачивание. Поведение сопутствующих компонентов при взаимодействии с растворами цианида натрия,</p>	2	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
5	<p>Процессы извлечения золота из растворов и пульп. Цементация. Сорбционные процессы. Применение ионообменных смол и активных углей.</p> <p>Выделение золота из осветленных растворов цементацией цинком. Сорбционные процессы извлечения золота. Применение активных углей и анионообменных смол. Химизм процессов сорбции золота активными углями и анионообменными смолами. Способы осуществления сорбции золота: сорбция из осветленных растворов, сорбция из пульп, сорбционное выщелачивание. Явление прег-роббинга и его устранение.</p>	4	Слайд-презентация
6	<p>Десорбция золота из ионообменных смол и активных углей. Регенерация сорбентов. Выделение золота из десорбатов.</p> <p>Особенности осуществления десорбции золота из активных углей и анионообменных смол. Регенерация активных углей и анионообменных смол. Выделение золота из десорбатов. Достоинства и недостатки активных углей и анионообменных смол как сорбентов для извлечения золота.</p>	2	Слайд-презентация
7	<p>Нецианистые методы выщелачивания золота. Переработка сбросных растворов.</p> <p>Альтернативные методы: выщелачивания золото: выщелачивание растворами тиомочевины и тиосульфатными растворами. Обезвреживание сбросных цианидных растворов.</p>	2	Слайд-презентация
8	<p>Аффинаж золота.</p> <p>Аффинаж золота. Химические и электрохимические методы. Плавка.</p>	2	Слайд-презентация
9	<p>Химические свойства платиновых металлов. Состояние платиновых металлов в водных растворах.</p> <p>Электронное строение платиновых металлов, их физические и химические свойства. Способы перевода различных платиновых металлов в раствор. Основные степени окисления и формы нахождения платиновых металлов в растворах. Хлоридные, аммиачные, нитритные и тиомочевинные комплексы. Особенности поведения осмия и рутения в высших степенях окисления</p>	2	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
10.	<p>Основные сырьевые источники платиновых металлов. Поведение платиновых металлов при переработке медно-никелевых руд. Концентрирование платиновых металлов. Способы выделения концентрата платиновых металлов из анодных шламов.</p> <p>Формы нахождения платиновых металлов в природе. Россыпные и коренные месторождения. Медно-никелевые руды как сырьевой источник платиновых металлов. Поведение платиновых металлов при переработке медно-никелевых руд. Способы концентрирования платиновых металлов из анодных шламов. Вторичные сырьевые источники платиновых металлов. Способы извлечения платиновых металлов из отработанных катализаторов</p>	2	Слайд-презентация
11.	<p>Аффинаж платиновых металлов. Классическая технология аффинажа.</p> <p>Состав концентратов шлиховой платины и концентратов, получаемых при переработке анодных шламов. Перевод платиновых металлов в раствор. Царско-водочное выщелачивание, гидрохлорирование. Особенности перевода в раствор родия, иридия, осмия и рутения. Выделение платины в виде гексахлорплатината аммония. Осаждение палладия в виде хлорпалладозамина. Особенности выделения осмия виде летучего тетраоксида. Нитритный способ аффинажа родия и иридия. Аффинаж рутения. Восстановление химических соединений платиновых металлов до металлов.</p>	4	Слайд-презентация
12	<p>Экстракционная технология аффинажа платиновых металлов.</p> <p>Преимущества экстракционных процессов аффинажа платиновых металлов над осадительными. Экстрагенты, используемые в аффинаже платиновых металлов. Трибутилфосфат, нефтяные сульфоксиды, органические сульфиды. Типовая технологическая схема экстракционного аффинажа платиновых металлов.</p>	2	Слайд-презентация
13	<p>Доизвлечение платиновых металлов из отработанных растворов. Извлечение платиновых металлов из вторичного сырья.</p> <p>Доизвлечение платиновых металлов из отработанных растворов. методы осаждения, цементации, электрохимические и сорбционные методы. Методы извлечения платиновых металлов из отработанных катализаторов.</p>	2	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
14	<p>Молибден и вольфрама. Историческая справка. Общая характеристика. Области применения.</p> <p>Место молибдена и вольфрама в Периодической таблице Д.И. Менделеева. История открытия, происхождение названия, основные области применения.</p>	2	Слайд-презентация
15	<p>Химические свойства молибдена и вольфрама. Состояние молибдена и вольфрама в водных растворах.</p> <p>Свойства металлов. Состояние соединений молибдена и вольфрама в водных растворах. Изополимолибдаты и изополивольфраматы, гетерополиасоединения, тиокомплексы вольфрама и молибдена. Наиболее важные химические соединения.</p>	2	Слайд-презентация
16	<p>Сырьевые источники молибдена и вольфрама. Обогащение рудного сырья.</p> <p>Формы нахождения в природе. Молибденит и окисленные минералы молибдена. Шеелит и вольфрамит. Методы обогащения (гравитационные, флотационные).</p>	2	Слайд-презентация
17	<p>Технология переработки молибденовых концентратов. Окислительный обжиг. Способы переработки обожженного огарка. Гидрометаллургические методы переработки концентратов.</p> <p>Окислительный обжиг, физико-химические основы процесса. Получение чистого оксида молибдена(VI) из огарков. Метод возгонки оксида молибдена(VI). Гидрометаллургические методы переработки огарка. Гидрометаллургические методы переработки концентратов. Азотнокислотный метод и другие методы.</p>	6	Слайд-презентация
18	<p>Переработка вторичного молибденового сырья.</p> <p>Пирометаллургические и гидрометаллургические методы. Переработка дезактивированных катализаторов гидрообработки нефти.</p>	2	Слайд-презентация
19	<p>Технология переработки шеелитовых и вольфрамитовых концентратов. Кислотный и щелочные методы. Спекание с содой. Процессы автоклавного выщелачивания.</p> <p>Кислотный метод переработки шеелитовых концентратов. Щелочные методы: спекание с содой, автоклавно-содовое выщелачивание, разложение вольфрамитовых концентратов растворами гидроксида натрия, альтернативные методы.</p>	4	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
20	<p>Переработка растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония. Получение оксида вольфрама(VI).</p> <p>Очистка растворов вольфрамата натрия от примесей кремния, фосфора и мышьяка. Очистка от молибдена. Конверсия вольфрама из формы вольфрамата натрия в форму вольфрамата аммония (классический осадительный, экстракционные и сорбционные способы). Получение оксида вольфрама(VI) из паравольфрамата аммония.</p>	4	Слайд-презентация
21	<p>Переработка вторичного вольфрамового сырья.</p> <p>Переработка отходов металлического вольфрама, отходов твердых сплавов, шламов от механической обработки изделий из твердых сплавов.</p>	2	Слайд-презентация
22	<p>Получение металлических молибдена и вольфрама. Восстановление водородом. Металлотермические методы.</p> <p>Восстановление оксидов молибдена(VI) и вольфрама(VI) водородом. Металлотермическое восстановление оксида молибдена. (VI). Восстановление галогенидов молибдена и вольфрама водородом.</p>	2	Слайд-презентация
23	<p>Получение компактных молибдена и вольфрама. Основы порошковой металлургии. Плавка молибдена и вольфрама.</p> <p>Порошковая металлургия молибдена и вольфрама, основные стадии технологии (прессование, спекание, обработка давлением). Плавка молибдена и вольфрама (дуговая, электронно-лучевая, плазменная)</p>	2	Слайд-презентация
24	<p>Рений. Историческая справка. Общая характеристика. Области применения.</p> <p>Место рения в Периодической таблице Д.И. Менделеева. История открытия, происхождение названия, основные области применения</p>	2	Слайд-презентация
25	<p>Химические свойства рения.</p> <p>Свойства металлического рения. Состояние рения в водных растворах. Наиболее важные химические соединения и их свойства.</p>	2	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
26	Рений как представитель редких рассеянных элементов. Сырьевые источники. Поведение рения при переработке различных видов сырья. Распространенность рения в земной коре. Сырьевые источники. Его поведение при переработке медных и молибденовых рудных концентратов. Другие перспективные сырьевые источники.	2	Слайд-презентация
27	Методы извлечения рения из растворов. Осадительные, экстракционные, сорбционные методы, электродиализ.	4	Слайд-презентация
28	Вторичное ренийсодержащее сырье. Методы переработки. Отходы суперсплавов, отработанные катализаторы риформинга нефти. Способы переработки.	2	Слайд-презентация
29	Получение металлического рения. Восстановление перрената аммония водородом. Электрохимический метод. Получение компактного рения	2	Слайд-презентация
	Итого	72	

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Основные сырьевые источники золота. Способы обогащения рудного сырья. Понятие упорности золотосодержащих руд. Гидрометаллургические методы подготовки рудных концентратов к выщелачиванию золота. Коренные месторождения. Виды руд. Сульфидные руды. Автоклавное окисление как способ обогащения сульфидных руд.	2	Слайд-презентация.
5	Процессы извлечения золота из растворов и пульп. Цементация. Сорбционные процессы. Применение ионообменных смол и активных углей. Типы ионообменных смол, используемых в технологии золота. Природа селективности ионообменных смол и активных углей у цианидному комплексу золота. Поведение сопутствующих компонентов при сорбции золота на ионообменных смолах и активных углях.	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	Десорбция золота из ионообменных смол и активных углей. Регенерация сорбентов. Выделение золота из десорбатов. Химизм процесса десорбции золота из анионитов растворами тиомочевины. Последовательность операций при регенерации ионообменных смол и активных углей. Новые аниониты для извлечения золота.	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
8	Аффинаж золота. Основы процесса анодного рафинирования золота.	2	Слайд-презентация.
10	Основные сырьевые источники платиновых металлов. Поведение платиновых металлов при переработке медно-никелевых руд. Концентрирование платиновых металлов. Способы выделения концентрата платиновых металлов из анодных шламов. Технологии переработки анодных шламов медно-никелевого производства с получением концентратов платиновых металлов.	2	Слайд-презентация..
11	Аффинаж платиновых металлов. Классическая технология аффинажа. Подготовка растворов перед осаждением гексахлорплатината аммония. Ионообменный способ разделения родия и иридия.	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
13	Доизвлечение платиновых металлов из отработанных растворов. Извлечение платиновых металлов из вторичного сырья. Перспективные сорбционные методы глубокого извлечения платиновых металлов из отработанных аффинажных растворов.	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
15	Химические свойства молибдена и вольфрама. Состояние молибдена и вольфрама в водных растворах. Особенности состояния молибдена и вольфрама в водных растворах при их совместном присутствии. Смешанные изополисоединения.	2	Слайд-презентация.
16	Сырьевые источники молибдена и вольфрама. Обогащение рудного сырья. Разновидности вольфрамита. Особенности обогащения вольфрамитовых и шеелитовых руд.	2	Слайд-презентация.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
17	Технология переработки молибденовых концентратов. Окислительный обжиг. Способы переработки обожженного огарка. Гидрометаллургические методы переработки концентратов. Способы выщелачивания молибдена из обожженного огарка. Сорбционные и экстракционные методы извлечения молибдена..	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
19	Технология переработки шеелитовых и вольфрамитовых концентратов. Кислотный и щелочные методы. Спекание с содой. Процессы автоклавного выщелачивания. Автоклавное выщелачивание вольфрама растворами карбоната и фосфата натрия. Сравнение.	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
20	Переработка растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония. Получение оксида вольфрама(VI). Экстракционные и сорбционные способы конверсии вольфрамата натрия в вольфрамат аммония. Варианты.	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
21	Переработка вторичного вольфрамового сырья. Переработка отходов металлического вольфрама и отходов твердых сплавов сплавлением с натриевой селитрой.	2	Слайд-презентация.
22	Получение металлических молибдена и вольфрама. Восстановление водородом. Металлотермические методы. Влияние различных факторов на свойства порошков молибдена и вольфрам при восстановлении оксидов металлов водородом а.	2	Слайд-презентация.
23	Получение компактных молибдена и вольфрама. Основы порошковой металлургии. Плавка молибдена и вольфрама. Основы порошковой металлургии. Превращения, протекающие на различных стадиях процесса.	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
26	Рений как представитель редких рассеянных элементов. Сырьевые источники. Поведение рения при переработке различных видов сырья. Улавливание рения из пылей молибденового производства и отходящих газов медного производства.	2	Слайд-презентация.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
27	Методы извлечения рения из растворов. Применение сильно- и слабоосновных анионитов Природа селективности анионитов к рению.	2	Слайд-презентация. Групповая дискуссия.
	ИТОГО:	36	

4.3.2. Лабораторные занятия.

Отсутствуют.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<p>Введение. благородные металлы как одна из групп редких элементов. История открытия. Области применения. Области применения золота и платиновых металлов.</p>	2	Устный опрос №1
2	<p>Химические свойства золота. Состояние золота в водных растворах. Основные химические соединения золота. Устойчивость цианидных, тиосульфатных и тиомочевинных комплексов.</p>	2	Устный опрос №2
3	<p>Основные сырьевые источники золота. Способы обогащения рудного сырья. Понятие упорности золотосодержащих руд. Гидрометаллургические методы подготовки рудных концентратов к выщелачиванию золота. Гравитационные методы обогащения. Аппаратурное оформление.</p>	4	Устный опрос №3
4	<p>Переработка золотосодержащих рудных концентратов. Амальгамирование. Выщелачивание золота. Физико-химические основы процесса цианирования. Практика проведения цианирования. Цианирование. Цианирование как основной способ выщелачивания золота. Химические реакции, описывающие процесс растворения золота и сопутствующих компонентов. Варианты аппаратурного оформления процесса.</p>	6	Устный опрос №4
5	<p>Процессы извлечения золота из растворов и пульп. Цементация. Сорбционные процессы. Применение ионообменных смол и активных углей. Побочные реакции, протекающие при цементации золота. Процессы сорбции золота из пульп и сорбционного выщелачивания. Аппаратурное оформление.</p>	8	Устный опрос №5
6	<p>Десорбция золота из ионообменных смол и активных углей. Регенерация сорбентов. Выделение золота из десорбатов. Извлечение золота из щелочных и тиомочевинных десорбатов. Материалы катодов. Переработка катодов с восстановленным на них золотом.</p>	6	Устный опрос №6

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
7	Нецианистые методы выщелачивания золота. Переработка сбросных растворов. Основные методы обезвреживания цианидных сбросных растворов. Применяемые реагенты.	4	Устный опрос №7
8	Аффинаж золота. Химические методы аффинажа золота.	4	Устный опрос №8
9	Химические свойства платиновых металлов. Состояние платиновых металлов в водных растворах. Простые химические соединения платиновых металлов. Основные степени окисления. Состояние в хлоридных растворах.	4	Устный опрос №9
10	Основные сырьевые источники платиновых металлов. Поведение платиновых металлов при переработке медно-никелевых руд. Концентрирование платиновых металлов. Способы выделения концентрата платиновых металлов из анодных шламов. Гравитационные методы получения концентратов платиновых металлов. Типовое оборудование.	6	Устный опрос №10
11	Аффинаж платиновых металлов. Классическая технология аффинажа. Последовательность операций. Растворение и аффинаж осмия и рутения	8	Устный опрос №11
12	Экстракционная технология аффинажа платиновых металлов. Закономерности экстракции платиновых металлов трибутилфосфатом и аминами.	4	Устный опрос №12
13	Доизвлечение платиновых металлов из отработанных растворов. Извлечение платиновых металлов из вторичного сырья. Извлечение платиновых металлов из отработанных автомобильных катализаторов.	2	Устный опрос №13
14	Молибден и вольфрама. Историческая справка. Общая характеристика. Области применения. История развития металлургии молибдена и вольфрама. Области применения.	2	Устный опрос №14

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
15	<p>Химические свойства молибдена и вольфрама. Состояние молибдена и вольфрама в водных растворах. Изо- и гетерополисоединения. Строение, условия образования</p>	6	Устный опрос №15
16	<p>Сырьевые источники молибдена и вольфрама. Обогащение рудного сырья. Молибденит. Обогащение молибденитовых руд, используемые реагенты.</p>	4	Устный опрос №16
17	<p>Технология переработки молибденовых концентратов. Окислительный обжиг. Способы переработки обожженного огарка. Гидрометаллургические методы переработки концентратов. Аппаратурное оформление процесса обжига, температурный режим. Поведение примесей при выщелачивании молибдена из огарка. Автоклавное азотнокислотное выщелачивание.</p>	10	Устный опрос №17
18	<p>Переработка вторичного молибденового сырья. Переработка отходов сплавов, содержащих молибден.</p>	6	Устный опрос №18
19	<p>Технология переработки шеелитовых и вольфрамитовых концентратов. Кислотный и щелочные методы. Спекание с содой. Процессы автоклавного выщелачивания. Автоклавно-содовое выщелачивание, режимы, аппаратурное оформление.</p>	8	Устный опрос №19
20	<p>Переработка растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония. Получение оксида вольфрама(VI). Классическая технология переработки растворов вольфрамата натрия. Ионообменные смолы, применяемые в технологии вольфрама. Очистка растворов вольфрамов от молибдена.</p>	10	Устный опрос №20
21	<p>Переработка вторичного вольфрамового сырья. Переработка шламов от механической обработки деталей из твердых сплавов.</p>	2	Устный опрос №21

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
22	Получение металлических молибдена и вольфрама. Восстановление водородом. Металлотермические методы. Практика восстановления оксидов молибдена и вольфрама водородом. Температурные режимы.	2	Устный опрос № 22
23	Получение компактных молибдена и вольфрама. Основы порошковой металлургии. Плавка молибдена и вольфрама. Дуговая, электроннолучевая и плазменная плавка молибдена и вольфрама.	6	Устный опрос №23
24	Рений. Историческая справка. Общая характеристика. Области применения. Применения рения в современной науке и технике.	2	Устный опрос №24
25	Химические свойства рения. Взаимодействие рения с растворами кислот. Малорастворимые соединения рения. Способы получения	4	Устный опрос №25
26	Рений как представитель редких рассеянных элементов. Сырьевые источники. Поведение рения при переработке различных видов сырья. Поведения рения при гидрометаллургической переработке молибденитовых концентратов.	4	Устный опрос №26
27	Методы извлечения рения из растворов. Экстрагенты, используемые в технологии извлечения рения. Способы коньерсии перренета калия в перренат аммония	10	Устный опрос №27
28	Вторичное ренийсодержащее сырье. Методы переработки. Щелочные и кислотные методы переработки катализаторов риформинга нефти, Извлечение рения из образующихся растворов.	4	Устный опрос №28
29	Получение металлического рения. Получение компактного рения из порошкового металла.	4	Устный опрос №29
	ИТОГО	144	

Контроль освоения компетенций проводится в форме устных опросов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru> .

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) .

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Выщелачивания золота из рудного сырья. Теория и практика процесса цианирования. Химизм процесса.
2. Сорбционные методы извлечения рения из растворов.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Блохин, А.А. Технология молибдена и вольфрама: текст лекций /А. А. Блохин, Ю. В. Мурашкин.-СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 93 с. (ЭБ)
2. Блохин, А.А. Гидрометаллургия вольфрама: учебное пособие /А. А. Блохин, Ю. В. Мурашкин, А. А. Копырин.-СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009. - 91 с. (ЭБ)

б) дополнительная литература:

1. Гринвуд, Н. Химия элементов: в двух томах: пер. с англ. / Н. Гринвуд, А. Эрншо. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 670 с. (ЭБС)

2. Губин, С. П. Наночастицы благородных металлов и материалы на их основе : Пособие для нанотехнологов / С. П. Губин, Г. Ю. Юрков, Н. А. Катаева. - М. : РАН. Ин-т общ. и неорган. химии им. Н. С. Курнакова, 2006. - 154 с.

в) вспомогательная литература:

1. Масляницкий, И.Н. Металлургия благородных металлов./И.Н. Масляницкий, Л.В. Чугаев, В.Ф. Борбат и др. М.: Металлургия, 1987. - 432 с.
2. Меретуков, М.А. Металлургия благородных металлов (зарубежный опыт) /М.А. Меретуков, А.М. Орлов. М.: Металлургия, 1987. - 416 с.
3. Стрижко, Л.С. Извлечение цветных и благородных металлов из электронного лома/ Л.С. Стрижко, С.И. Лолейт.- М.: Руда и металлы, 2008.- 160 с.
3. Зеликман, А.Н. Металлургия редких тугоплавких металлов/А.Н. Зеликман - М.: Металлургия, 1986. - 440 с.
4. Зеликман, А.Н., Металлургия редких металлов /А.Н. Зеликман, Б.Г. Кор-шунов. – М.: Металлургия, 1991. – 432 с.
5. Поп, М.С. Гетерополи- и изополиоксометаллаты /М.С. Поп. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – 232 с.
6. Блохин, А.А., Копырин А.А. Химия и технология молибдена, вольфрама и рения: текст лекций /А.А. Блохин, А.А. Копырин. – СПб: СПбГТИ(ТУ), 1999. – 91 с.
7. Котляр, Ю. А. Металлургия благородных металлов: В 2-х книгах/ Ю. А. Котляр, М. А. Меретуков, Л. С. Стрижко. Книга 1. - М.: МИСИС; М.: Руда и металлы, 2005. - 432 с.
8. Котляр, Ю. А. Металлургия благородных металлов: В 2-х книгах. Ю. А. Котляр, М. А. Меретуков, Л. С. Стрижко. Книга 2. - М.: МИСИС; М.: Руда и металлы, 2005. – 392 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

1. Барченков, И. В. Основы сорбционной технологии извлечения золота и серебра из руд./ И В Барченков - М.: Металлургия, 1982. 128 с. Режим доступа - <http://uvelir.info/files/969417/?download>
2. Буслаева Т.М. Химия и технология платиновых металлов: учебное пособие / Т.М. Буслаева - М., МГУ им. М.В. Ломоносова, 1999. – 82 с. Режим доступа - <https://www.bankreferatov.ru/ru/himiya-i-tehnologiya-platinovyh-metallor/1467672/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463).

При изучении дисциплины предусматривается использование активных форм проведения занятий: с разбором конкретных ситуаций, сложившихся в зонах воздействия опасных и вредных факторов, и возможных принципов и методов защиты.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, необходимо осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

видеоматериалы и учебные фильмы;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы (Microsoft Office).

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения лекционных и практических занятий используется учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лекционных и практических занятий используются видеоматериалы и учебные фильмы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду СПбГТИ(ТУ).

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащены специализированной мебелью и техническими средствами.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Химия и технология редких благородных и тугоплавких металлов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-20	способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ	промежуточный
ПСК-1.1	способностью к безопасному проведению, контролю, усовершенствованию и разработке технологических процессов производства основных функциональных материалов ядерного топливного цикла, в том числе с использованием радиоактивных материалов	промежуточный
ОПК-2	способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов ;	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №1. Введение. Благородные металлы как одна из групп редких элементов. История открытия. Области применения.	Знание истории открытия благородных металлов. Умение оценивать области применения. Владение основной терминологией	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 1	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №2. Химические свойства золота. Состояние золота в водных растворах.	Знание химических свойств золота. Умение оценивать формы существования золота в растворах. Владение информацией об устойчивости комплексов золота в растворах	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 2, 3-	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №3. Основные сырьевые источники золота. Способы обогащения рудного сырья. Понятие упорности золотосодержащих руд. Гидрометаллургические методы подготовки рудных концентратов к выщелачиванию золота.	Знание основных сырьевых источников золота. Умение оценивать формы нахождения золота в различном сырье. Владение способами обогащения рудного сырья	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 4, 5	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №4. Переработка золотосодержащих рудных концентратов. Амальгамирование. Выщелачивание золота. Физико-химические основы процесса цианирования. Практика проведения цианирования.	Знание основ процесса цианирования. Умение определять основные параметры процесса цианирования Владение информацией о способах осуществления цианирования.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 6, 7	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №5. Процессы извлечения золота из растворов и пульп. Цементация. Сорбционные процессы. Применение ионообменных смол и активных углей.	Знание способов извлечения золота из растворов и пульп. Умение выбирать тип сорбента для извлечения золота.. Владение информацией о способах сорбционного извлечения золота..	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 9-14	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №6. Десорбция золота из ионообменных смол и активных углей. Регенерация сорбентов. Выделение золота из десорбатов.	Знание способов десорбции золота из ионообменных смол и активных углей Умение выбирать состав десорбирующих растворов. Владение критериями, лежащими в основе выбора десорбирующего раствора и растворов для регенерации сорбентов.	Правильные ответы на вопросы к экзамену №10-12	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №7. Нецианистые методы выщелачивания золота. Переработка сбросных растворов .	Знание реагентов, которые могут быть использованы для выщелачивания золота. Умение подобрать условия проведения выщелачивания. Владение способами обезвреживания	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 8	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	сбросных растворов.		
Освоение раздела №8. Аффинаж золота.	Знание способов аффинажа золота. Умение выбрать способ аффинажа в зависимости от поставленных задач. Владение информацией об условиях проведения анодного рафинирования золота.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 15	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №9. Химические свойства платиновых металлов. Состояние платиновых металлов в водных растворах.	Знание химических свойств платиновых металлов. Умение оценивать формы существования платиновых металлов в растворах. Владение информацией об устойчивости комплексов платиновых металлов в растворах.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 16, 17	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №10. Основные сырьевые источники платиновых металлов. Поведение платиновых металлов при переработке медно-никелевых руд. Концентрирование платиновых металлов. Способы выделения концентрата платиновых металлов из анодных шламов	Знание основных сырьевых источников платиновых металлов. Умение оценивать формы нахождения платиновых металлов в различном сырье. Владение способами обогащения рудного сырья	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 18, 19	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №11. Аффинаж платиновых металлов. Классическая технология аффинажа.	Знание химических основ процессов аффинажа платиновых металлов. Умение провести аффинаж того или иного металла.. Владение информацией об условиях проведения аффинажа платиновых металлов.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 21-24	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №12. Экстракционная технология аффинажа платиновых металлов.	Знание экстрагентов, применяемых при аффинаже платиновых металлов. Умение подобрать экстрагент в зависимости от состава концентрата	Правильные ответы на вопросы к экзамену	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	платиновых металлов. Владение информацией об условиях проведения экстракционного аффинажа платиновых металлов.	№ 25	
Освоение раздела №13. Доизвлечение платиновых металлов из отработанных растворов. Извлечение платиновых металлов из вторичного сырья.	Знание методов доизвлечения платиновых металлов из отработанных растворов и вторичного сырья. Умение выбирать способ извлечения платиновых металлов. Владение информацией о способах переработки вторичного сырья, содержащего платиновые металлы, и их извлечения из растворов различного состава.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 20	ПК-20 ОПК-2
Освоение раздела №14. Молибден и вольфрама. Историческая справка. Общая характеристика. Области применения.	Знание истории открытия молибдена и вольфрама. Умение оценивать области применения молибдена и вольфрама. Владение основной терминологией	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 26	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №15. Химические свойства молибдена и вольфрама. Состояние молибдена и вольфрама в водных растворах.	Знание химических свойств молибдена и вольфрама. Умение определить формы существования молибдена и вольфрама в растворах того или иного состава. Владение информацией важнейших химических соединениях молибдена и вольфрама.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 26	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №16. Сырьевые источники молибдена и вольфрама. Обогащение рудного сырья.	Знание основных сырьевых источников молибдена и вольфрама. Умение подобрать способ обогащения рудного сырья. Владение способами обогащения рудного сырья, содержащего молибден и вольфрама.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 27	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №17. Технология переработки молибденовых концентратов. Окислительный обжиг. Способы переработки обожженного огарка. Гидрометаллургические методы переработки концентратов.	Знание основ технологии молибдена. Умение выбрать способ переработки молибденовых концентратов. Владение информацией о современных способах переработки молибденитовых концентратов.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 28 - 31	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №18. Переработка вторичного молибденового сырья	Знание способов переработки вторичного молибденового сырья. Умение выбрать способ переработки конкретного вида сырья. Владение информацией о современных способах переработки вторичного молибденового сырья.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 32	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №19. Технология переработки шеелитовых и вольфрамитовых концентратов. Кислотный и щелочные методы. Спекание с содой. Процессы	Знание основ технологии переработки шеелитовых и вольфрамитовых концентратов. Умение выбрать способ переработки вольфрамовых концентратов. Владение информацией о современных способах переработки вольфрамовых концентратов.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 33	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
автоклавного выщелачивания			
Освоение раздела №20. Переработка растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония. Получение оксида вольфрама(VI).	Знание способов переработки растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония. Умение выбрать способ переработки растворов вольфрамата натрия в зависимости от их состава.. Владение информацией о современных способах переработки растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 34 - 36	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №21. Переработка вторичного вольфрамового сырья.	Знание способов переработки вторичного вольфрамового сырья. Умение выбрать способ переработки конкретного вида сырья. Владение информацией о современных способах переработки вторичного вольфрамового сырья.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 37	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №22. Получение металлических молибдена и вольфрама. Восстановление водородом. Металлотермические методы.	Знание основных способов получения металлических молибдена и вольфрама. Умение подобрать условия получения п металлических молибдена и вольфрама Владение информацией о современных способах получения металлических молибдена и вольфрама.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 38	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2
Освоение раздела №23. Получение компактных молибдена и вольфрама. Основы порошковой металлургии. Плавка молибдена и вольфрама	Знание основ порошковой металлургии и плавки металлов Умение выбрать способ получения компактных молибдена и вольфрама в зависимости от их последующего применения. Владение информацией о современных способах получения получения компактных молибдена и вольфрама а.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 39	ПК-20 ОПК-2
Освоение раздела №24. Рений. Историческая справка. Общая характеристика.	Знание истории открытия рения. Умение оценивать области применения. молибдена и вольфрама. Владение о роли рения в современной науке и техники.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 40	ПК-20, ПСК-1.1 ОПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Области применения.			
Освоение раздела №26. Рений как представитель редких рассеянных элементов. Сырьевые источники. Поведение рения при переработке различных видов сырья.	Знание основных сырьевых источников рения. Умение предсказать поведение рения при переработке того или иного вида сырья на основные компоненты. Владение понятием рассеянные редкие элементы и информацией о промпродуктах, в которых концентрируется рений при переработке того или иного вида сырья на основные компоненты.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 41	ПК-20 ОПК-2
Освоение раздела №27. Методы извлечения рения из растворов.	Знание основных методов извлечения рения из растворов. Умение выбрать тип сорбента или экстрагента для извлечения рения из раствора того или иного состава. Владение информацией о сорбентах и экстрагентах, применяемых для извлечения рения.	Правильные ответы на вопросы к экзамену № 42, 43	ПК-20 ОПК-2
Освоение раздела №28. Вторичное ренийсодержащее сырье. Методы переработки.	Знание способов переработки вторичного ренийсодержащего сырья. Умение выбрать способ переработки конкретного вида сырья. Владение информацией о современных способах переработки вторичного ренийсодержащего сырья.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 44	ПК-20 ОПК-2
Освоение раздела №29. Получение металлического рения.	Знание основных способов получения металлического рения. Умение подобрать условия получения металлического рения. Владение информацией о современных способах получения металлического рения.	Правильные ответы на вопрос к экзамену № 45	ПК-20 ОПК-2

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.
Результат оценивания экзамена – балльный.

- 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**
а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-20, ПСК-1.1, ОПК-2:

6.1 Контрольные вопросы по курсу в целом (вопросы) к экзамену

1. Понятие благородные металлы, их место в Периодической таблице Д.И. Менделеева. История открытия, происхождение названия отдельных благородных металлов. Благородные металлы как одна из групп редких элементов.
2. Электронное строение золота, его физические и химические свойства. Способы растворения золота.
3. Цианидные, хлоридные, тиомочевинные и тиосульфатные комплексы золота.
4. Коренные и посыпные месторождения золота. Рудоподготовка. Дробление и измельчение. Обогащение. Сортировка и первичное обогащение. Гравитационные методы. Электромагнитные методы. Флотационные методы. Ручная рудоразборка и гравитационное обогащение рудного сырья.
5. Способы подготовки упорных золотосодержащих руд: пирометаллургические и гидрометаллургические методы.
6. Выщелачивания золота из рудного сырья. Теория и практика процесса цианирования. Химизм процесса.
7. Способы осуществления цианидного выщелачивания: агитационный способ, перколяция, кучное выщелачивание. Поведение сопутствующих компонентов при взаимодействии с растворами цианида натрия.
8. Альтернативные способы выщелачивания золота (тиомочевинный, тиосульфатный). Обезвреживание сбросных цианидных растворов.
9. Выделение золота из осветленных растворов цементацией цинком. Достоинства и недостатки метода.
10. Применение активных углей для извлечения золота из цианидных растворов и пульп. Химизм процессов сорбции золота активными углями. Десорбция золота из активных углей.
11. Применение анионообменных смол для извлечения золота из цианидных растворов и пульп. Химизм процессов сорбции золота анионообменными смолами. Десорбция золота из анионообменных смол.
12. Регенерация активных углей и ионообменных смол.
13. Способы осуществления сорбции золота: сорбция из осветленных растворов, сорбция из пульп, сорбционное выщелачивание.
14. Достоинства и недостатки активных углей и анионообменных смол как сорбентов для извлечения золота. Выделение золота из десорбатов.
15. Аффинаж золота. Химические и электрохимические методы.
16. Электронное строение платиновых металлов, их физические и химические свойства. Способы перевода различных платиновых металлов в раствор. Основные степени окисления и формы нахождения платиновых металлов в растворах.
17. Хлоридные, аммиачные, нитритные и тиомочевинные комплексы. Особенности поведения осмия и рутения в высших степенях окисления.
18. Формы нахождения платиновых металлов в природе. Россыпные и коренные месторождения. Медно-никелевые руды как сырьевой источник платиновых металлов.
19. Поведение платиновых металлов при переработке медно-никелевых руд. Способы концентрирования платиновых металлов из анодных шламов.
20. Вторичные сырьевые источники платиновых металлов. Способы извлечения платиновых металлов из отработанных катализаторов.
21. Аффинаж платиновых металлов. Перевод платиновых металлов в раствор. Царско-водочное выщелачивание, гидрохлорирование. Особенности перевода в раствор родия, иридия, осмия и рутения.

22. Подготовка растворов. Выделение платины в виде гексахлорплатината аммония. Осаждение палладия в виде хлорпалладозамина.
23. Особенности выделения осмия с использованием летучего тетраоксида. Нитритный способ аффинажа родия и иридия.
24. Аффинаж осмия и рутения. Восстановление химических соединений платиновых металлов до металлов.
25. Экстрагенты, используемые в аффинаже платиновых металлов. Типовая технологическая схема экстракционного аффинажа платиновых металлов.
26. Химические свойства молибдена и вольфрама. Состояние молибдена и вольфрама в водных растворах. Важнейшие химические соединения молибдена и вольфрама.
27. Сырьевые источники молибдена и вольфрама. Обогащение рудного сырья.
28. Технология переработки молибденовых концентратов. Окислительный обжиг. Способы переработки обожженного огарка.
29. Гидрометаллургические методы переработки концентратов. Азотнокислотное разложение.
30. Экстракционные способы извлечения молибдена из растворов.
31. Сорбционные способы извлечения молибдена из растворов.
32. Переработка вторичного молибденового сырья
33. Технология переработки шеелитовых и вольфрамитовых концентратов. Кислотный и щелочные методы. Спекание с содой. Процессы автоклавного выщелачивания.
34. Классическая технология переработки растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония. Получение оксида вольфрама(VI).
35. Экстракционные технологии переработки растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония.
36. Сорбционные технологии переработки растворов вольфрамата натрия на паравольфрамат аммония.
37. Переработка вторичного вольфрамового сырья.
38. Получение металлических молибдена и вольфрама. Восстановление водородом. Металлотермические методы.
39. Получение компактных молибдена и вольфрама. Основы порошковой металлургии. Плавка молибдена и вольфрама
40. Химические свойства рения. Состояние рения в водных растворах.
41. Рений как представитель редких рассеянных элементов. Сырьевые источники. Поведение рения при переработке различных видов сырья.
42. Экстракционные методы извлечения рения из растворов.
43. Сорбционные методы извлечения рения из растворов.
44. Вторичное ренийсодержащее сырье. Методы переработки.
45. Получение металлического рения.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все запланированные лабораторные работы. При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний,

умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.