

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Физико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке

В.В. Кружаев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕДКИХ, РАССЕЯННЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

<b>Перечень сведений об образовательной программе</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов	<b>Код ОП</b> 18.06.01
<b>Направление подготовки</b> Химическая технология	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 18.06.01
<b>Уровень образования</b> Подготовка кадров высшей квалификации	
<b>Квалификация, присваиваемая выпускнику</b> Исследователь. Преподаватель - исследователь	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> № 883 от 30.07.2014 г., изменения № 464 от 30.04.2015 г.
<b>ФГОС ВО</b>	

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург  
2016

**Рабочая программа составлена авторами:**

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Ямщиков Л.Ф.	д.х.н., проф.	профессор	редких металлов и наноматериалов	

**Рекомендована Учебно-методическим советом института**

Председатель учебно-методического совета  
ФТИ

В.В. Зверев

**Согласовано:**

Начальник ОПНПК

О.А. Неволлина

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО):

Шифр направления	Название направления/направленности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
18.06.01	Химическая технология / Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов	30.07.2014 с изменениями от 30.04.2015	883 изменения 464

### Цели, задачи и место дисциплины в структуре учебной деятельности

Дисциплина «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов» относится к вариативной части ОП ВО направления аспирантуры.

*Цели дисциплины:* Основной целью дисциплины является формирование у аспирантов компетенций в области химической технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов, физико-химических основ их получения, экологических аспектов и охраны окружающей среды.

Изучение дисциплины предполагает выполнение *следующей задачи:*

- формирование знаний, необходимых для решения задач, связанных с разработкой новых и совершенствованием действующих технологий редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

В результате изучения курса обучающийся должен:

*Знать:*

- главные направления исследований и новейших технологических решений в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов и неорганического материаловедения;
- основные методы, используемые при аттестации материалов, созданных на основе редких и рассеянных элементов;
- основные законы и положения термодинамики гетерогенных равновесий, физико-химического анализа и физической химии.

*Уметь:*

- рационально формировать комплекс физико-химических и химических методов, позволяющих наиболее полно и целесообразно извлекать редкие, рассеянные и радиоактивные элементы из рудного и техногенного сырья, в том числе технологии подземного и кучного выщелачивания, а также получения функциональных инновационных материалов на основе редких, рассеянных и радиоактивных элементов;
- творчески применять главные положения стратегии синтеза соединений для создания инновационных технологий.

*Владеть:*

- методологией синтеза технологий получения и физико-химического исследования редких, рассеянных и радиоактивных элементов и материалов на их основе, в том числе, приемами создания инновационных технологий;
- методами обработки результатов эксперимента;
- навыками работы с научной литературой с целью определения направления исследования и решения спецзадач.

В результате освоения данной дисциплины аспирант должен овладеть следующими компетенциями:

### **универсальными компетенциями (УК):**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

### **общепрофессиональными компетенциями (ОПК):**

- способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных (ОПК-5);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-6).

### **профессиональными компетенциями (ПК):**

#### **научно-исследовательская деятельность:**

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 05.17.02 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов (ПК-1);
- готовность представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях, докладов на научных конференциях, рецензировать и редактировать научные статьи в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов (ПК-2);
- способность и готовность осуществлять деятельность, направленную на подготовку и получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области в области технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов (ПК-3).

#### **педагогическая деятельность:**

- способность и готовность к педагогической деятельности в области профессиональной подготовки в образовательных организациях высшего образования, дополнительного профессионального образования, профессиональных образовательных организациях (ПК-4);
- способность осуществлять разработку образовательных программ и учебно-методических материалов (ПК-5).

## Структура и распределение учебного времени

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е. / 108 час.

Наименования дисциплин, составляющих модуль	Семестр	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля						
		Аудиторные занятия час.				Самостоятельная работа час.	Аттестация по дисциплине (зачет, экзамен)	Всего час/з.е
		Всего	лекции	практические занятия	лабораторные работы			
Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов	6	4	4			104	экзамен	108/3
Всего на освоение		4	4			104		108/3

### 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Содержание	
P1	Применение редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Вопросы экономики	P1T1	Применение редких, рассеянных и радиоактивных элементов: металлы, оксиды, соединения. Использование редких элементов в инновационной технологии энергетике.
		P1T2	Производство и потребление редких, рассеянных и радиоактивных элементов.
P2	Общая характеристика редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Физические и химические свойства редких металлов и их соединений	P2T1	Общая характеристика редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Историческая справка.
		P2T2	Физические и химические свойства редких металлов.
		P2T3	Химические свойства соединений редких, рассеянных и радиоактивных элементов, имеющие технологическое значение.
P3	Редкие, рассеянные и радиоактивные элементы в природе: минералы, руды, месторождения. Обогащение руд	P3T1	Основные черты геохимии редких и рассеянных элементов. Распространенность в природе. Геохимическая классификация. Классификация руд и металлов.
		P3T2	Минералы и месторождения редких и рассеянных элементов.
		P3T3	Обогащение руд редких металлов: гравитационные, электромагнитные, электростатические и флотационные способы. Схемы обогащения.
P4	Вскрытие концентратов редких металлов. Комплексные схемы переработки руд, содержащих редкие, рассеянные и радиоактивные элементы	P4T1	Методы получения оксидов, нитридов, карбидов, хлоридов, фторидов и др. соединений урана, тория, редких и рассеянных элементов.
		P4T2	Физико-химические основы методов очистки урана и тория после вскрытия рудного материала.
		P4T3	Выщелачивание концентратов редких элементов. Подземное выщелачивание.
		P4T4	Вскрытие концентратов редких металлов способами спекания/сплавления.
		P4T5	Хлорирование как способ переработки редкометалльных руд.

		P4T6	Переработка вторичного сырья и техногенных отходов, содержащих редких и рассеянные элементы.
P5	Технологические схемы получения соединений редких, рассеянных и радиоактивных элементов	P5T1	Технологические схемы получения соединений лития, рубидия и цезия.
		P5T2	Технологические схемы получения соединений бериллия.
		P5T3	Технологические схемы получения соединений циркония и гафния.
		P5T4	Технологические схемы получения соединений урана и тория.
P6	Технологические схемы разделения и аффинажа соединений редких и радиоактивных металлов	P6T1	Аффинаж соединений урана.
		P6T2	Разделение редкоземельных элементов.
		P6T3	Технологические схемы разделения циркония и гафния.
		P6T4	Способы разделения ниобия и тантала.
P7	Методы получения редких и радиоактивных металлов	P7T1	Металлотермические методы получения.
		P7T2	Электролитическое получение.
		P7T3	Плазменные методы получения редких металлов.
		P7T4	Получение сплавов.
		P7T5	Получение компактных металлов.
P8	Способы рафинирования редких и радиоактивных металлов	P8T1	Вакуумно-дуговые способы рафинирования.
		P8T2	Электролитические методы рафинирования.
		P8T3	Иодидное рафинирование.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ РАБОТ

Код раздела, темы	Тема, раздел дисциплины	Объем учебного времени, отведенный на освоение дисциплины з.е./час					
		Аудиторные занятия				Самостоятельная работа	Всего по разделам
		всего	в т.ч. лекции	в т.ч. семинар/ практ. занятия	в т.ч. лаб. раб		
P1	Применение редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Вопросы экономики	0,5	0,5			8	8,5
P2	Общая характеристика редких, рассеянных и радиоактивных элементов. Физические и химические свойства редких металлов и их соединений	0,5	0,5			8	8,5
P3	Редкие, рассеянные и радиоактивные элементы в природе: минералы, руды, месторождения. Обогащение руд	0,5	0,5			12	12,5
P4	Вскрытие концентратов редких металлов. Комплексные схемы переработки руд, содержащих редкие, рассеянные и радиоактивные элементы	0,5	0,5			14	14,5

P5	Технологические схемы получения соединений редких, рассеянных и радиоактивных элементов	0,5	0,5			16	16,5
P6	Технологические схемы разделения и аффинажа соединений редких и радиоактивных металлов	0,5	0,5			16	16,5
P7	Методы получения редких и радиоактивных металлов	0,5	0,5			14	14,5
P8	Способы рафинирования редких и радиоактивных металлов	0,5	0,5			16	16,5
Итого по дисциплине		4	4			104	108

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К ОЦЕНИВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Объективная оценка уровня соответствия результатов обучения требованиям к освоению ОП обеспечивается системой разработанных критериев (показателей) оценки освоения знаний, сформированности умений и опыта выполнения профессиональных задач.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность,

	отношение к учебе, порученному делу	трудовой деятельности, проявляет активность.	трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
--	--	---	---

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

**Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине (проверяемые компетенции УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5)**

1. Определение понятия «Редкий элемент». Основные области применения редких металлов.
2. Электролитические способы получения бериллийсодержащих сплавов.
3. Общая характеристика редких металлов I группы периодической системы элементов.
4. Получение бериллия электролизом расплавов солей.
5. Литий. Соединения лития. Применение лития и его соединений.
6. Получение металлического бериллия методами металлотермии.
7. Сырьевые источники и минералы лития. Обогащение литиевых руд.
8. Получение оксида бериллия.
9. Сернокислотный способ переработки литиевых концентратов.
10. Щелочной способ переработки сподумена.
11. Физические и химические свойства бериллия
12. Получение металлического лития.
13. Минералы бериллия.
14. Металлотермическое восстановление в производстве редких щелочных металлов.
15. Электролиз расплавленных солей как способ производства редких щелочных металлов.
16. Вакуумная дистилляция медно-кальциевых сплавов.
17. Основные области применения рубидия, цезия и их соединений.
18. Сырьевые источники рубидия и цезия.
19. Сульфатный способ вскрытия бериллового концентрата.
20. Извлечение рубидия и цезия из лепидолитовых и сподуменовых концентратов.
21. Производство металлических рубидия и цезия.
22. Переработка поллуцита кислотным методом.
23. Получение фторида и хлорида бериллия.
24. Методы разделения рубидия и цезия.
25. Методы рафинирования бериллия.
26. Способы рафинирования металлического лития.
27. Получение бериллия высокой чистоты.
28. Физические и химические свойства лития.
29. Оксид и гидроксид лития. Способы получения и химические свойства.
30. Фторидный способ вскрытия бериллового концентрата.
31. Соли лития. Их использование в технологии.
32. Оксиды и гидроксиды рубидия и цезия. Способы получения и химические свойства.
33. Получение металлического бериллия.
34. Соли рубидия и цезия, использование в технологии.
35. Сырьевые источники бериллия. Методы обогащения бериллийсодержащих руд.
36. Общая характеристика редкоземельных элементов. Историческая справка.
37. Физические и химические свойства РЗЭ.
38. Применение редких металлов в технике.
39. Использование редких металлов в инновационной энергетике.
40. Оксиды РЗЭ как выгорающие добавки к ядерному топливу.
41. Общая характеристика химических соединений РЗЭ.
42. Физические и химические свойства редкоземельных металлов.
43. Оксиды и гидроксиды РЗЭ.



44. Карбонаты, сульфаты, нитраты, оксалаты РЗЭ.
44. Хлориды и фториды РЗМ.
46. РЗЭ в природе. Минералы РЗЭ.
47. Ионные руды.
48. Получение концентратов редкоземельных элементов методами обогащения.
49. Переработка лопарита. Вскрытие лопарита хлорированием в расплаве.
50. Переработка лопарита. Переработка плава хлоридов.
51. Получение карбонатов РЗЭ. Синтез полиритов.
52. Переработка апатита. Азотнокислая схема. Получение концентратов РЗЭ, стронция и фтора.
53. Разделение РЗЭ методами селективного окисления-восстановления.
54. Выделение церия. Методы отделения европия от суммы РЗЭ.
55. Разделение РЗЭ методами ионного обмена. Элюентная хроматография.
56. Разделение РЗЭ методами ионного обмена. Фронтальная хроматография.
57. Разделение РЗЭ методами ионного обмена. Вытеснительная хроматография.
58. Особенности аппаратного оформления хроматографического разделения РЗМ.
59. Разделение РЗЭ методами экстракции. Используемые экстрагенты и их характеристики.
60. Применение высаливателей в технологии разделения РЗМ.
61. Особенности аппаратного оформления экстракционного разделения РЗЭ.
62. Схемы полного разделения РЗЭ.
63. Производство соединений РЗЭ высокой чистоты. Оксалатная, очистка.
64. Производство соединений РЗЭ высокой чистоты. Экстракционная очистка.
65. Производство соединений РЗЭ высокой чистоты. Химико-сорбционная очистка.
66. Получение фторидов РЗЭ.
67. Получение хлоридов РЗМ.
68. Цирконий и гафний. Общие сведения. История открытия.
69. Изотопы циркония и гафния.
70. Физические свойства циркония и гафния.
71. Механические свойства циркония.
72. Коррозионные свойства циркония.
73. Химические свойства циркония и гафния.
74. Взаимодействие циркония и гафния с кислородом, азотом, водородом, углеродом, кислотами, щелочами, металлами.
75. Оксидные, гидроксидные соединения.
76. Сложные оксиды. Циркон и гафнон.
77. Соли кислородных кислот: сульфаты, карбонаты, нитраты, фосфаты.
78. Галогениды циркония и гафния.
79. Применение циркония и гафния: металлы, оксиды, соединения.
80. Цирконий и его сплавы как конструкционные материалы атомных реакторов.
81. Вопросы экономики. Производство и потребление циркония и гафния.
82. Цирконий и гафний в природе.
83. Промышленные минералы циркония и гафния.
84. Важнейшие месторождения и запасы циркония.
85. Обогащение циркониевых руд. Схемы обогащения .
86. Очистка бадделитовых концентратов без разложения.
87. Обжигово-магнитная и обжигово-кислотная схема переработки бадделеита.
88. Прямые способы переработки циркона.
89. Вскрытие циркона спеканием с мелом.
90. Вскрытие циркона сплавлением концентратов с содой.
91. Вскрытие циркона сплавлением концентратов с кремнефторидом калия.
92. Хлоридная технология вскрытия цирконийсодержащих минералов.
93. Кислотное выщелачивание известковых и содовых продуктов разложения.

94. Выщелачивание фторидных спеков после вскрытия циркона сплавлением концентратов с кремнефторидом калия.
95. Выделение циркония из продуктов хлорирования.
96. Выделение циркония из растворов после выщелачивания в виде оксихлорида.
97. Выделение циркония из растворов после выщелачивания в виде кристаллогидрата сульфата.
95. Выделение циркония из растворов после выщелачивания в виде основного сульфата.
99. Выделение циркония из растворов после выщелачивания в виде технических кристаллов фторцирконата.
100. Разделение циркония и гафния методом дробной перекристаллизации.
101. Разделение циркония и гафния методом экстракции.
102. Разделение циркония и гафния методом ректификации.
103. Методы получения тория, циркония и гафния.
104. Металлотермические методы получения металлов. Общие положения.
105. Восстановление оксидов тория, РЗМ, циркония и гафния. Кальциетермия.
106. Восстановление оксидов РЗМ. Лантанотермия.
107. Восстановление двойных фторидов тория, циркония и гафния. Натриетермия.
108. Восстановление фторидов тория, РЗМ, циркония и гафния. Кальциетермия.
109. Восстановление хлоридов циркония и гафния. Магниетермия.
110. Электролитическое получение тория.
111. Электролитическое получение РЗМ и мишметалла.
112. Электролиз циркония из хлоридно-фторидных расплавов. Аппаратура.
113. Электролиз циркония из хлоридно-фторидных расплавов. Выделение металла из катодного продукта.
114. Электролиз циркония из хлоридно-фторидных расплавов. Улавливание, очистка анодных газов.
115. Электролитическое получение гафния из хлоридно-фторидных расплавов.
116. Электролитическое получение гафния из хлоридных расплавов.
117. Электролитическое рафинирование РЗЭ, тория, циркония и гафния.
118. Йодидное рафинирование тория.
119. Йодидное рафинирование циркония и гафния.
120. Вакуумная дистилляция РЗМ.
121. Получение компактных металлов методом порошковой металлургии.
122. Вакуумная плавка РЗМ.
123. Электронно-дуговая плавка тория, циркония и гафния.
124. Электронно-лучевая плавка циркония.
125. Электронно-лучевая плавка гафния.
126. Промышленные сырьевые источники ванадия, принципы их переработки.
127. Химизм процессов получения ванадийсодержащего чугуна и деванадация.
128. Переработка конвертерных шлаков путем окислительного обжига с сильвинитом.
129. Переработка конвертерных шлаков путем окислительного обжига с содой.
130. Способы разделения ниобия и тантала.
131. Переработка конвертерных шлаков путем окислительного обжига с известняком.
132. Промышленные сырьевые источники ниобия и тантала. Основные минералы, руды и месторождения.
133. Переработка колумбит-танталитового концентрата сплавлением с NaOH.
134. Переработка колумбит-танталитового концентрата сплавлением с KOH.
135. Переработка колумбит-танталитового концентрата с помощью плавиковой кислоты
136. Металлотермические способы получения VB-металлов.
137. Сернокислотная схема переработка колумбит-танталитового концентрата.
138. Ректификационное разделение ниобия и тантала.
139. Переработка лопаритового концентрата хлорированием в расплаве.
140. Способы получения феррованадия и феррониобия.

141. Производство оксидов ниобия и тантала.
142. Обогащение титаномагнетитов.
143. Переработка карнотитовых и туюмунитовых руд.
144. Вакуумные методы в технологии рафинирования VB-металлов.
145. Сырьевые источники ниобия в России и мире.
146. Получение ванадия, ниобия и тантала методами порошковой металлургии.
147. Особенности рафинирования VB-металлов вакуумными методами.
148. Оксиды ванадия. Ванадаты. Химические свойства. Ванадиевые бронзы.
149. Иодидное рафинирование VB-металлов.
150. Электрохимические способы получения VB-металлов.
151. Современное состояние сырьевого рынка урана.
152. Сырьевые источники тория.
153. Промышленные методы получения урана.
154. Электролитическое рафинирование урана и тория.
155. Сплавы урана. Легирование и литьё урана.
156. Поведение урана в геохимических процессах образования и метаморфизма горных пород.
157. Тенденции и конъюнктура развития производства и потребления урана и тория.
158. Кислотное разложение руд и концентратов урана и тория.
159. Вскрытие углеродсодержащих рудных материалов хлорированием.
160. Автоклавное выщелачивание урана из рудных материалов.
161. Соединения урана и тория, используемые для их очистки осадительными методами.
162. Экстракционные процессы в технологии урана и тория.
164. Электролитическое выделение диоксида урана из расплавленных солевых смесей.
165. Классификация и характеристики способов получения тетрафторида урана.
166. Перспективные виды ядерного топлива.
167. Механическая обработка металлического урана.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Рекомендуемая литература**

#### **6.1.1. Основная литература**

1. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие. М.: Логос, 2012. - 304 с.
2. Лебедев В.М. Технология ядерных материалов. Записки технолога. М.: Машиностроение, 2011.
3. Рыженков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигуриди Э.Л. Наноматериалы. Учебное пособие. М.: Бином. 2010. 365 с.

#### **6.1.2. Дополнительная литература**

1. Толстов Е.А., Толстов Д.Е. Физико-химические геотехнологии освоения месторождений урана и золота в Кызылкумском районе. М.: Геоинформцентр, 2002.
2. Тураев Н.С., Жерин И.И., Химия и технология урана. М.: Издательский дом "Руда и металлы", 2006.
3. Бойко В.И., Власов В.А., Жерин И.И., Маслов А.А., Шаманин И.В., Торий в ядерном топливном цикле, М.: Издательский дом "Руда и металлы", 2006.
4. Жиганов А.М., Гузеев В.В., Андреев Г.Г. Технология диоксида урана для керамического ядерного горючего. Томск: SST, 2002.
5. Лебедев В.М. Ядерный топливный цикл. М.: Энергоатомиздат, 2005.
6. Скороваров Д.И., Смирнов Ю.В. и др. Гидрометаллургия переработки уранорудного сырья. М.: Атомиздат, 1979.
7. Громов Б.В. Введение в химическую технологию урана. М.: Атомиздат, 1978.
8. Сокурский Ю.Н., Стерлин Я.М., Федорченко В.А. Уран и его сплавы. М.: Атомиздат, 1971.

9. Галкин Н.П., Судариков Б.Н. и др. Технология урана. М.: Атомиздат, 1964.
10. Стерлин Я.М. Металлургия урана. М.: Госатомиздат, 1962.
11. Майоров А.А., Браверман И.Б. Технология получения порошков керамической двуокиси урана. М.: Энергоатомиздат, 1985.
12. Галкин Н.П., Майоров А.А. и др. Химия и технология фтористых соединений урана. М.: Госатомиздат, 1961.
13. Галкин Н.П., Майоров А.А., Верятин У.Д. Технология переработки концентратов урана. М.: Атомиздат, 1960.
14. Зеликман А.Н., Меерсон Г.А. Металлургия редкоземельных металлов, тория, урана. - М.:Металлургииздат, 1973.
15. Каплан Г.Е. Торий, его сырьевые ресурсы, химия и технология. - М.: Атомиздат, 1964.
16. Коровин С.С. Редкие и рассеянные элементы. Химия технология, М.: МИСИС, т.1, 1996; т.2, 1999.
17. Коровин С.С., Дробот Д.В., Федоров П.И., Редкие и рассеянные элементы. Химия технология, Т. 1, М.: МИСИС, 1996.
18. Коровин С.С., Дробот Д.В., Федоров П.И., Редкие и рассеянные элементы. Химия технология, Т. 2, М.: МИСИС, 1999.
19. Зеликман А.Н., Коршунов Б. Г. Металлургия редких металлов. – изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1991.
20. Ягодин Г.А., Синегрибова О. А.,Чекмарев А. Н. Технология редких металлов в атомной технике. – М.: Атомиздат, 1974.
21. Плющев В.Е., Степин Б.Д. Химия и технология соединений лития, рубидия и цезия. – М.: Химия, 1970.
22. Остроушко Ю.И. и др. Литий. Химия и технология. – М.: Атомиздат, 1960.
23. Коленкова М.А., Крейн О.Е. Металлургия рассеянных и легких редких металлов. – М.: Металлургия, 1977.
24. Киффер Р., Браун Х. Ванадий, ниобий, тантал. Пер. с нем. – М.: металлургия, 1968.
25. Зеликман А. Н. и др. Ниобий и тантал. – М.: Металлургия, 1990
26. Тугоплавкие металлы, их сплавы и соединения. Справочник, т.3. // Никерова Л.Н., Таужнянская З. А., Дорохина Л. И. и др. - М.: ФГУП «ЦНИИЭИцветмет», 2001.
27. Барышников Н.В., Гегер В.Е. и др. Металлургия циркония и гафния. М.: Металлургия, 1979.
28. Михайличенко А.И., Михлин Е.Б., Патрикеев Ю.Б. Редкоземельные металлы. М.: Металлургия, 1987.
29. Спеддинг Ф.Х., Даан А.Х. Редкоземельные металлы. М.: Металлургия, 1964.
30. Металлургия циркония. Пер. с английского по ред. Г.А. Меерсона. М.: ИЛ, 1959.
31. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов. Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интернет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
32. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. – 10-е изд., стереотипное. – М.:ТИД «АльянС», 2004. – 757 с.
33. Карапетьянц М.Х. Введение в теорию химических процессов. М.: Высшая школа, 1981. 333 с.
34. Основы жидкостной экстракции / Под ред. Г.А. Ягодина, М.: Химия, 1981. 400 с.
35. Девярых Г.Г. Глубокая очистка веществ / Г.Г. Девярых, Ю.Е. Еллиев. -М.: Высшая школа, 1990. - 192 с.
36. Хамский Е.В. Кристаллизация в химической промышленности. М.: Химия, 1979, 344 с.
37. Теория гидрометаллургических процессов. Учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интернет Инжиниринг, 2003. – 464 с.

## **6.2. Электронные образовательные ресурсы**

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>

Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

Электронный каталог <http://opac.urfu.ru>

Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>

Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>  
Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>

### **6.3. Программное обеспечение**

Microsoft office (Word, Excel, Power point)

Adobe Reader

Пакет программ для научных исследований MATCAD.

### **6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;

Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;

Scopus: <http://www.scopus.com>;

Reaxys: <http://reaxys.com>

Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>

Федеральный институт промышленной собственности <http://www1.fips.ru>

Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>

## **7. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Уральский федеральный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Уральский федеральный университет имеет материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации программы аспирантуры, обеспечения дисциплин (модулей), научно-исследовательской работы и практик, в соответствии с требованиями к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению направленности программы.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер листа изменений	Номер протокола	Дата заседания	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений