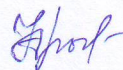


Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Химия и технология редких и рассеянных элементов» для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

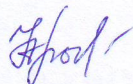
доцент кафедры неорганической химии,
канд. хим. наук, доцент



Н.В. Яблочкова

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры неорганической химии.
Протокол от 26.03.2024 г. № 14

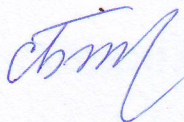
Заведующий кафедрой



Н.В. Яблочкова

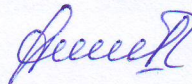
СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
28.03.2024 г.



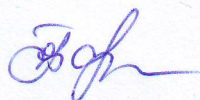
С.Г. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.
Председатель



Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
канд. хим. наук, доц.
28.03.2024 г.



О.В. Баранова

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы специалитета: Неорганическая химия, Аналитическая химия, Органическая химия, Физическая химия, Физические методы исследования.

Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Стратегия и тактика органического синтеза, Химическая технология, производственная практика: научно-исследовательская работа.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (программа специалитета)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.2. Химия и технология редких и рассеянных элементов
Часть образовательной программы	Вариативная часть: выбор студента
Количество зачетных единиц/ всего часов	4,5 / 162

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	4	7	52	39	-	71	162	Экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Сформировать знания по химии редких и рассеянных элементов, особенно специфические химические свойства, которые могут быть использованы при разработке новых технологий получения этих элементов из минерального и техногенного сырья. Овладение данным курсом необходимо для профессиональной деятельности специалиста-химика.

Научить студентов использовать полученные знания для того, чтобы квалифицированно осуществлять исследования по разработке новых технологических решений выделения редких и рассеянных элементов.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук.

4.2. Индикаторы компетенций

ПК-1.1. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов

4.3. Результаты обучения

ПК-1.1.1. Знает элементы, которые относятся к редким и рассеянным; свойства соединений редких и рассеянных элементов; способы концентрирования редких и рассеянных элементов из природного минерального и техногенного сырья; методику проведения химического эксперимента, способы интерпретации результатов исследований в рамках законов неорганической химии.

ПК-1.1.2. Умеет подбирать рациональные условия синтеза материалов с заданными свойствами; обосновывать перспективы развития химии редких элементов; осуществлять химический эксперимент, синтез и анализ структуры и свойств полученных соединений с учётом класса опасности используемых веществ.

ПК-1.1.3. Владеет навыками систематики и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений и измерений для получения данных, пригодных к интерпретации в контексте существующих представлений; навыками подбора условий синтеза и изучения неорганических соединений и материалов разного состава.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Основные понятия, теоретические основы курса	1.1. Ведение. Содержание и задачи курса. Основные понятия, теоретические основы курса. 1.2. Сырье, энергия и вода – основа технологического производства. 1.3. Организация производства и технико-экономические показатели производства. 1.4. Охрана природы и очистка промышленных выбросов.
2. Основные аспекты химической технологии	2.1. Научные основы металлургической технологии. 2.2. Термодинамические и кинетические критерии технологических производств. 2.3. Способы технологического разделения веществ.
3. Химия III группы элементов	3.1. Химия III группы элементов периодической системы Д.И. Менделеева. 3.2. Применение простых веществ и соединений. 3.3. Технология их получения (алюминий, галлий, индий, таллий).
4. Химия IV группы элементов	4.1. Химия IV группы элементов (кремний, германий, олово, свинец). 4.2. Технология их получения. 4.3. Применение простых веществ и соединений.
5. Химия V группы элементов	5.1. Химия V группы элементов (фосфор, мышьяк, сурьма, висмут). 5.2. Технология их получения. 5.3. Применение простых веществ и соединений.
6. Химия VI группы элементов	6.1. Химия VI группы элементов (сера, селен, теллур). 6.2. Технология их получения. 6.3. Применение простых веществ и соединений.
7. Химия и технология цинка, кадмия, ртути	7.1. Химия цинка. 7.2. Химия кадмия. 7.3. Химия ртути. 7.4. Технология их получения.
8. Материалы для	8.1. Общая характеристика сырья для материалов

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
электронной техники	электронной техники (кремний, германий, мышьяк, галлий, индий, фосфор, селен, теллур, висмут, сурьма, цинк, свинец). 8.2. Получение, способы очистки.
9. Материалы полупроводниковой техники	9.1. Чистое вещество и методы оценки чистоты. 9.2. Химические и физико-химические методы очистки первичных материалов полупроводниковой техники. 9.3. Физико-химические основы технологии получения чистого кремния.
10. Технология германия	10.1. Технология получения чистого германия. 10.2. Получение германиевого концентрата. 10.3. Химические основы выделения германия и способы его очистки.
11. Технология галлия и индия	11.1. Технология получения и очистки галлия 11.2. Технология получения и очистки индия.
12. Технология сурьмы и висмута	12.1. Технология получения и очистки сурьмы. 12.2. Технология получения и очистки висмута.
13. Технология селена и теллура	13.1. Технология получения и очистки селена. 13.2. Технология получения и очистки теллура.
14. Редкоземельные элементы	14.1. Общая характеристика РЗЭ. 14.2. Химия РЗЭ. 14.2. Получение и применение соединений РЗЭ. 14.3. Технология синтеза и очистки.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Теоретические основы курса	2	2	-	4	8
Раздел 2. Основные аспекты химической технологии	2	2	-	4	8
Раздел 3. Химия III группы элементов	4	2	-	4	10
Раздел 4. Химия IV группы элементов	4	3	-	4	10
Раздел 5. Химия V группы элементов	4	3	-	4	10
Раздел 6. Химия VI группы элементов	4	3	-	5	12
Раздел 7. Химия и технология цинка, кадмия, ртути	4	3	-	5	12
Раздел 8. Материалы для электронной техники	4	3	-	5	12
Раздел 9. Материалы полупроводниковой техники	4	3	-	5	12
Раздел 10. Технология германия	4	3	-	6	13
Раздел 11. Технология галлия и индия	4	3	-	6	13
Раздел 12. Технология сурьмы и висмута	4	3	-	6	13
Раздел 13. Технология селена и теллура	4	3	-	6	13
Раздел 14. Редкоземельные элементы	4	3	-	7	14
ИТОГО ЗА 7 СЕМЕСТР	52	39	-	71	162

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

1. Основные аспекты химической технологии
2. Энергетический баланс промышленных процессов
3. Химико-технологические системы
4. Общие вопросы технологии РЗЭ
5. Физические и химические свойства элементов III группы
6. Оксиды, гидроксиды и соли элементов III группы
7. Получение элементов III группы
8. Физические и химические свойства элементов IV группы
9. Оксиды, гидроксиды и соли элементов IV группы
10. Получение элементов IV группы
11. Физические и химические свойства элементов V группы
12. Оксиды, гидроксиды и соли элементов V группы
13. Получение элементов V группы
14. Физические и химические свойства элементов VI группы
15. Оксиды, гидроксиды и соли элементов VI группы
16. Получение элементов VI группы
17. Физические и химические свойства цинка, кадмия, ртути
18. Оксиды, гидроксиды и соли цинка, кадмия, ртути
19. Получение цинка, кадмия, ртути
20. Материалы для электронной техники
21. Материалы полупроводниковой техники
22. Физические и химические свойства германия
23. Оксиды, гидроксиды и соли германия
24. Получение цинка, кадмия, ртути
25. Физические и химические свойства галлия и индия
26. Оксиды, гидроксиды и соли галлия и индия
27. Получение галлия и индия
28. Физические и химические свойства сурьмы и висмута
29. Оксиды, гидроксиды и соли сурьмы и висмута
30. Получение сурьмы и висмута
31. Физические и химические свойства селена и теллур
32. Оксиды, гидроксиды и соли селена и теллур
33. Получение селена и теллур
34. Физические и химические свойства свинца и цинка
35. Оксиды, гидроксиды и соли свинца и цинка
36. Получение свинца и цинка
37. Определение понятия «Редкий элемент». Основные области применения редких металлов.
38. Электролитические способы получения бериллийсодержащих сплавов.
39. Общая характеристика редких металлов I группы периодической системы элементов.
40. Получение бериллия электролизом расплавов солей.
41. Литий. Соединения лития. Применение лития и его соединений.
42. Получение металлического бериллия методами металлотермии.
43. Сырьевые источники и минералы лития. Обогащение литиевых руд.
44. Получение оксида бериллия.
45. Сернокислотный способ переработки литиевых концентратов.
46. Щелочной способ переработки сподумена.

47. Физические и химические свойства бериллия.
48. Получение металлического лития.
49. Минералы бериллия.
50. Металлотермическое восстановление в производстве редких щелочных металлов.
51. Электролиз расплавленных солей как способ производства редких щелочных металлов.
52. Основные области применения рубидия, цезия и их соединений.
53. Сырьевые источники рубидия и цезия.
54. Производство металлических рубидия и цезия.
55. Переработка поллуцита кислотным методом.
56. Получение фторида и хлорида бериллия.
57. Методы разделения рубидия и цезия.
58. Методы рафинирования бериллия.
59. Способы рафинирования металлического лития.
60. Получение бериллия высокой чистоты.
61. Физические и химические свойства лития.
62. Оксид и гидроксид лития. Способы получения и химические свойства.
63. Фторидный способ вскрытия бериллового концентрата.
64. Соли лития. Их использование в технологии.
65. Оксиды и гидроксиды рубидия и цезия. Способы получения и химические свойства.
66. Получение металлического бериллия.
67. Соли рубидия и цезия, использование в технологии.
68. Сырьевые источники бериллия. Методы обогащения бериллийсодержащих руд.
69. Общая характеристика редкоземельных элементов. Историческая справка.
70. Физические и химические свойства РЗЭ.
71. Применение редких металлов в технике.
72. Использование редких металлов в инновационной энергетике.
73. Общая характеристика химических соединений РЗЭ.
74. Физические и химические свойства редкоземельных металлов.
75. Оксиды и гидроксиды РЗЭ.
76. Карбонаты, сульфаты, нитраты, оксалаты РЗЭ.
77. Хлориды и фториды РЗМ.
78. РЗЭ в природе. Минералы РЗЭ.
79. Ионные руды.
80. Получение концентратов редкоземельных элементов методами обогащения.
81. Переработка лопарита. Вскрытие лопарита хлорированием в расплаве.
82. Переработка лопарита. Переработка плава хлоридов.
83. Получение карбонатов РЗЭ. Синтез полиритов.
84. Переработка апатита. Азотнокислая схема. Получение концентратов РЗЭ, стронция и фтора.
85. Разделение РЗЭ методами селективного окисления-восстановления.
86. Выделение церия. Методы отделения европия от суммы РЗЭ.
87. Разделение РЗЭ методами ионного обмена. Элюентная хроматография.
88. Разделение РЗЭ методами ионного обмена. Фронтальная хроматография.
89. Разделение РЗЭ методами ионного обмена. Вытеснительная хроматография.
90. Особенности аппаратного оформления хроматографического разделения РЗМ.
91. Разделение РЗЭ методами экстракции. Используемые экстрагенты и их характеристики.
92. Применение высаливателей в технологии разделения РЗМ.
93. Особенности аппаратного оформления экстракционного разделения РЗЭ.
94. Схемы полного разделения РЗЭ.

95. Производство соединений РЗЭ высокой чистоты. Оксалатная очистка.
96. Производство соединений РЗЭ высокой чистоты. Экстракционная очистка.
97. Производство соединений РЗЭ высокой чистоты. Химико-сорбционная очистка.
98. Получение фторидов РЗЭ.
99. Получение хлоридов РЗМ.
100. Цирконий и гафний. Общие сведения. История открытия.
101. Изотопы циркония и гафния.
102. Физические свойства циркония и гафния.
103. Механические свойства циркония.
104. Коррозионные свойства циркония.
105. Химические свойства циркония и гафния.
106. Взаимодействие циркония и гафния с кислородом, азотом, водородом, углеродом, кислотами, щелочами, металлами.
107. Оксидные, гидроксидные соединения.
108. Сложные оксиды. Циркон и гафнон.
109. Соли кислородных кислот: сульфаты, карбонаты, нитраты, фосфаты.
110. Галогениды циркония и гафния.
111. Применение циркония и гафния: металлы, оксиды, соединения.
112. Цирконий и его сплавы как конструкционные материалы атомных реакторов.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием контрольных вопросов, подобных указанным выше.

Коллективные и самостоятельные работы по решению задач, подбору методики синтеза соединений или извлечения редких элементов из сырья, очистки продукта.

7.3. Темы рефератов (докладов)

1. Промышленные методы получения урана.
2. Электролитическое рафинирование урана и тория.
3. Сплавы урана. Легирование и литьё урана.
4. Поведение урана в геохимических процессах образования и метаморфизма горных пород.
5. Тенденции и конъюнктура развития производства и потребления урана и тория.
6. Кислотное разложение руд и концентратов урана и тория.
7. Вскрытие углеродсодержащих рудных материалов хлорированием.
8. Автоклавное выщелачивание урана из рудных материалов.
9. Соединения урана и тория, используемые для их очистки осадительными методами.
10. Экстракционные процессы в технологии урана и тория.
11. Электролитическое выделение диоксида урана из расплавленных солевых смесей.
12. Классификация и характеристики способов получения тетрафторида урана.
13. Перспективные виды ядерного топлива.
14. Механическая обработка металлического урана.
15. Обогащение титаномагнетитов.
16. Сырьевые источники ниобия в России и мире.
17. Получение ванадия, ниобия и тантала методами порошковой металлургии.
18. Современное состояние сырьевого рынка урана.

7.4.Образец содержания экзаменационного билета

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Положение редких и радиоактивных элементов в периодической системе Д.И. Менделеева и их электронное строение.
2. Методы разделения циркония и гафния, основные области применения циркония и гафния.
3. Получение металлических ванадия, ниобия и тантала, области их применения.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.). Подготовка, выполнение и защита лабораторных работ, соблюдение техники безопасности, правильная интерпретация результатов эксперимента. Подготовка реферата, защита его с докладом.

8.1. Семестр 7

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-14	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Индивидуальная работа по решению задач	10
	Контрольные работы	10
	Защита лабораторных работ	10
	Реферат (доклад)	15
ИТОГО		50
Экзамен		50
Итоговая оценка		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории на группу, оборудованной меловой или интерактивной доской, мультимедийным проектором и экраном – химический факультет ДонГУ (г. Донецк, ул. Щорса 17а).

Лабораторные занятия по данному курсу проводятся в химических лабораториях кафедры неорганической химии, оснащенных необходимым оборудованием и реактивами.

Дополнительное обеспечение: Wi-Fi доступ в корпусах университета, текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Яблочкова Н.В., Белоусова Е.Е. Чебышев К.А. Современные методы синтеза и исследования соединений редких и редкоземельных элементов [Электронный ресурс]: уч. пособ. для студентов ОУ Магистр хим. ф-та. – Донецк: ДонНУ, 2016. – Текст: электронный.
2. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 1: Учебник для вузов / Коровин С.С., Зими́на Г.В., Резник А.М. и др. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 1996. – 376 с.
3. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 2: Учебник для вузов / Коровин С.С., Зими́на Г.В., Резник А.М. и др. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 1999. – 464 с.
4. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 3: Учебник для вузов / Коровин С.С., Букин В.И., П.И. Фёдоров, Резник А.М. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 2003. – 440с.
5. Яблочкова Н.В. Современные методы синтеза неорганических и органометаллических соединений [Текст]: уч.-метод. пособ. Для студ. 1 курса ОКР «Магистр» хим. ф-та / Н.В. Яблочкова, А.С. Штонда, А.В. Игнатов; Донецкий нац. ун-т, хим. ф-т, каф. неорган. химии. – Донецк: ДонНУ, 2013. – 107 с.

11.2. Дополнительная литература

1. Варюхин В.Н. Наноматериалы / В.Н. Варюхин., С.В. Терехов. – Донецк: ДонНУ, 2016. – 348 с.
2. Рыжонков Д. И. Наноматериалы: учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. Москва: Бином. Лаборатория знаний. 2008. 365 с.
3. Азаренков, Н.А. Наноструктурные покрытия и наноматериалы: Основы получения. Свойства. Области применения: Особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк, Д.А. Колесников. - М.: КД Либроком, 2013. – 368 с.
4. Колмаков, А.Г. Основы технологий и применение наноматериалов / А.Г. Колмаков, С.М. Баринов, М.И. Алымов. - М.: Физматлит, 2013. – 208 с.
5. Алексеенко, А. А. Функциональные материалы на основе диоксида кремния, получаемые золь-гель методом / А. А. Алексеенко, А. А. Бойко, Е. Н. Подденежный. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 183 с.
6. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 1: Учебник для вузов / Коровин С.С., Зими́на Г.В., Резник А.М. и др. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 1996. – 376 с.
7. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 2: Учебник для вузов / Коровин С.С., Зими́на Г.В., Резник А.М. и др. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 1999. – 464 с.
8. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Книга 3: Учебник для вузов / Коровин С.С., Букин В.И., Фёдоров П.И., Резник А.М. / Под ред. С.С. Коровина – М.: «МИСИС», 2003. – 440 с.
9. Белоусова Е.Е., Кривобок В.И., Розанцев Г.М., Чотий К.Ю. // Химизм осаждения М(III) в системах $M(NO_3)_3-Na_2WO_4-HNO_3-H_2O$, где $M(III) = Al, Ga, In, Sc, Y$. – Журн. неорган. химии. – 1992. – Т.37, №11. – С.2590-2597.
10. Белоусова Е.Е., Розанцев Г.М., Кривобок В.И. // Способ получения паравольфрамов элементов III группы. – Патент Российской Федерации №260503 от 11.09.1995.

11. Белоусова Е.Е., Кривобок В.И., Розанцев Г.М., Земскова О.В. // Условия синтеза декавольфрамовых некоторых элементов третьей группы. – Журн. неорган. химии. – 2005. – Т.50, №8. – С.1371-1376.
12. Семченко Г.Д. Золь-гель процесс в керамической технологии. – Харьков. – 1997. – 143 с.
13. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2001. – 224 с.
14. Михайлов О.В. Что такое темплатный синтез // Соросовский обзорный журнал. – 1999. – № 10. – С. 42-50.
15. Локшин Э.П. Разработка технологий извлечения редкоземельных элементов при сернокислотной переработке хибинского апатитового концентрата на минеральные удобрения / Э.П. Локшин, О.А. Тареева; под ред. П.Б. Громова. – Апатиты: КНЦ РАН, 2015. – 268 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).

