

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Химический факультет  
Кафедра неорганической химии



УТВЕРЖДАЮ  
проректор

«29» марта 2024 г.  
МП

П.А. Машаров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа специалитета
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Квалификация	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения	Очная

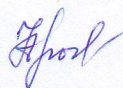
Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Современные подходы к созданию функциональных материалов» 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:

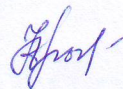
доцент кафедры неорганической химии,  
канд. хим. наук, доцент



Н.В. Яблочкова

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

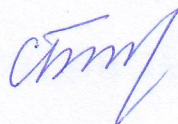
Заведующий кафедрой



Н.В. Яблочкова

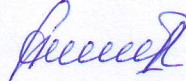
СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета  
28.03.2024 г.



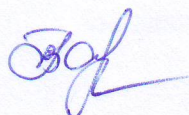
С.Г. Бахтин

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: Математика, Физика, Неорганическая химия, Аналитическая химия, Физическая химия, Химическая технология, Высокомолекулярные соединения, Физические методы исследования веществ.

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

Стратегия и тактика органического синтеза, производственная практика: преддипломная.

## 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.3. Современные подходы к созданию функциональных материалов
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	8	34	34	-	94	162	экзамен

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Познакомить студентов с основами планирования синтеза функциональных материалов с заданными физико-химическими свойствами. Рассмотреть основные подходы к разработке методик синтеза керамических неорганических материалов, приобретение практического опыта в этой области. Формирование у студентов знаний и навыков, необходимых для самостоятельного решения заданий, связанных с разработкой методик синтеза химических соединений. Такие знания и умения необходимы для квалифицированного химика и могут быть использованы в исследовательских работах в научных учреждениях и на производстве.

## 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 науках.

#### 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 составные элементы микроструктуры и способы их определения; основные свойства функциональных материалов и факторы, которые влияют на их реализацию; принципы прогнозирования и моделирования новых эффективных функциональных материалов с заданными свойствами;

ПК-1.1.2. Умеет находить и анализировать литературные данные; на основе изученного материала анализировать ход химического процесса; выбирать рациональные методы синтеза функциональных материалов с заданными свойствами; интерпретировать экспериментальные данные физических, физико-химических и химических свойств материалов на основе фундаментальных физико-химических принципов.

ПК-1.1.3. Владеет приемами синтеза функциональных материалов с заданными свойствами; физико-химическими методами анализа свойств материалов; возможностями поиска необходимой информации в научной и справочной литературе; приемами оформления результатов эксперимента и расшифровки их.

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Структурные аспекты функциональных материалов	1.1.Общая характеристика задач, которые решаются при планировании синтеза. 1.2.Основные источники химической информации: платные и бесплатные Интернет-ресурсы, базы данных, справочники, монографии, реферативные журналы. 1.3.Иерархические уровни структуры твердого тела. 1.4.Методы исследования микроструктуры твердого тела. 1.5.Характеристика кристаллической структуры металлов, керамических материалов, полимеров. 1.6.Дефекты структуры и их влияние на свойства материалов.
Раздел 2. Свойства функциональных материалов	2.1. Металлические проводники. Сверхпроводники. Полупроводники. 2.2. Механические свойства функциональных материалов. 2.3. Пьезоэлектрики. 2.4. Пирозлектрики. 2.5. Нанотрубки и наноленты. 2.6. Мезопористые структуры.
Раздел 3. Способы синтеза функциональных материалов.	3.1. Способы достижения высокой степени однородности химического состава исходной реакционной смеси. 3.2 Технология керамических материалов.

	3.3 Криохимическая технология. 3.4 Золь-гель технология. 3.5 Вакуумная конденсация. 3.6 Пиролиз аэрозолей металлоорганических соединений. 3.7 Соосаждение малорастворимых соединений. 3.8. Распылительное высушивание раствора. 3.9 Распылительный отжиг компонентов раствора. 3.10 Темплатный синтез. 3.11. Ферроэлектрики. 3.12. Сегнетоэлектрики. 3.13. Кристаллы со структурой перовскита. 3.14. Получение высокоплотной керамики. 3.15. Цитратный метод синтеза титаната стронция-бария. 3.16. Синтез ниобата магния-свинца. 3.17. Промышленно значимые особенности сегнетоэлектриков. 3.18. Электродные материалы, способы их синтеза.
--	---

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 8

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Структурные аспекты функциональных материалов	10	10	-	30	50
1.1.Общая характеристика задач, которые решаются при планировании синтеза.	1	1	-	6	8
1.2.Основные источники химической информации: платные и бесплатные Интернет-ресурсы, базы данных, справочники, монографии, реферативные журналы.	1	1	-	6	8
1.3.Иерархические уровни структуры твердого тела.	2	2	-	6	10
1.4.Методы исследования микроструктуры твердого тела.	2	2	-	5	9
1.5.Характеристика кристаллической структуры металлов, керамических материалов, полимеров.	2	2	-	4	8
1.6.Дефекты структуры и их влияние на свойства материалов.	2	2	-	3	7
Раздел 2. Свойства функциональных материалов	10	10	-	30	50
2.1. Металлические проводники. Сверхпроводники. Полупроводники.	1	1	-	6	8
2.2. Механические свойства функциональных материалов.	1	1	-	6	8
2.3. Пьезоэлектрики.	2	2	-	6	10
2.4. Пирозэлектрики.	2	2	-	5	9
2.5. Нанотрубки и наноленты.	2	2	-	4	8
2.6. Мезопористые структуры.	2	2	-	3	7

Раздел 3. Способы синтеза функциональных материалов.	14	14	-	32	60
3.1. Способы достижения высокой степени однородности химического состава исходной реакционной смеси.	0,5	0,5	-	1	2
3.2 Технология керамических материалов.	0,5	0,5	-	2	3
3.3 Криохимическая технология.	1	1	-	2	4
3.4 Золь-гель технология.	1	1	-	1	3
3.5 Вакуумная конденсация.	0,5	0,5	-	2	3
3.6 Пиролиз аэрозолей металлоорганических соединений.	0,5	0,5	-	2	3
3.7 Соосаждение малорастворимых соединений.	1	1	-	2	4
3.8. Распылительное высушивание раствора.	1	1	-	2	4
3.9 Распылительный отжиг компонентов раствора.	1	1	-	2	4
3.10 Темплатный синтез.	0,5	0,5	-	2	3
3.11. Ферроэлектрики.	0,5	0,5	-	2	3
3.12. Сегнетоэлектрики.	1	1	-	2	4
3.13. Кристаллы со структурой перовскита.	0,5	0,5	-	2	3
3.14. Получение высокоплотной керамики.	0,5	0,5	-	2	3
3.15. Цитратный метод синтеза титаната стронция-бария.	1	1	-	2	4
3.16. Синтез ниобата магния-свинца.	1	1	-	2	4
3.17. Промышленно значимые особенности сегнетоэлектриков.	1	1	-	1	3
3.18. Электродные материалы, способы их синтеза.	1	1	-	1	3
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР / ЗА КУРС / ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	34	34	-	94	162

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

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1

1. Общая характеристика задач, которые решаются при планировании синтеза: наличие исходных веществ, учет технологических возможностей, надежность методик, которые планируется использовать, минимизация затрат времени и стоимость исходных веществ, возможность контроля протекания реакций и чистоты продуктов.

2. Основные источники химической информации: платные и бесплатные Интернет-ресурсы, базы данных, справочники, монографии, реферативные журналы. Характеристика доступной информации для каждой категории источников, необходимое программное обеспечение и приемы работы с ними, оптимизация литературного поиска и обобщение его результатов.

3. Иерархические уровни структуры твердого тела (атомная структура, микроструктура).

4. Методы исследования микроструктуры твердого тела.

5. Характеристика кристаллической структуры металлов. Характеристика кристаллических структур керамических материалов. Характеристика кристаллических структур полимеров.

6. Точечные дефекты в кристаллах. Типы точечных дефектов. Дислокации в кристаллах (протяжные дефекты). Какие типы дефектов и в каких материалах необходимы для проявления улучшенных функциональных характеристик.

## Раздел 2

1. Металлические проводники, характеристики металлических проводников. Сверхпроводники. Характеристики сверхпроводников. Полупроводники.

2. Механические свойства функциональных материалов. Прочность материалов, факторы, которые определяют прочность материалов.

3. Пьезоэлектрика. Пироэлектрика.

4. Нанотрубки и наноленты.

5. Мезопористые структуры.

6. Графозпитаксиальные структуры, структуры жидкостной самосборки.

## Раздел 3

1. Реакции в водном растворе (окислительно-восстановительные реакции, реакции ионного обмена, реакции комплексообразования).

2. Реакции в газовой фазе (теоретические принципы, основные трудности, типы, реакции, имеющие практически важное значение, технология проведения газотранспортных реакций).

3. Твердофазные реакции (влияние разных факторов (дисперсности, гомогенности, природы компонентов смеси, температуры, давления и др.) на скорость и глубину протекания твердофазных реакций).

4. Современное оборудование для диспергирования твердых веществ.

5. Влияние температуры и скорости ее повышения на конечный результат синтеза, понятие о температуре Таммана.

6. Выбор условий и реагентов для осуществления синтеза при помощи твердофазной реакции.

7. Преимущества и недостатки керамической технологии.

8. Новые направления твердофазных технологий.

9. Теоретические представления различных методов синтеза неорганических соединений.

10. Методология подготовки и осуществление целенаправленного синтеза неорганических веществ.

11. Планирование синтеза.

12. Анализ химической реакции.

13. Термодинамические факторы, выбор температуры и других условий, сдвиг равновесия в сторону необходимого продукта реакции.

14. Реакции в гомогенных или гетерогенных условиях.

15. Способы отделения и очистки продукта.

16. Идентификация и анализ результатов.

17. Способы достижения высокой степени однородности химического состава исходной реакционной смеси.

18. Технология керамических материалов.

19. Криохимическая технология.

20. Золь-гель технология.

21. Вакуумная конденсация.

22. Пиролиз аэрозолей металлоорганических соединений.

23. Соосаждение малорастворимых соединений.

24. Распылительное высушивание раствора.
25. Распылительный отжиг компонентов раствора.
26. Темплатный синтез.

#### 7.2. Темы докладов (рефератов)

1. Комплексная переработка фосфогипса с извлечением редкоземельных элементов.
2. Экономически эффективная переработка промышленных отходов с извлечением РЗЭ.
3. Применение и методы выращивания монокристаллов.
4. Применение РЗЭ для производства магнитов.
5. Применение РЗЭ для производства конструкционных материалов.
6. Применение редких элементов для производства катализаторов для нефтехимии.
7. Применение РЗЭ для производства высококачественной оптики и стекла.
8. Применение редких и редкоземельных элементов в химической промышленности.
9. Применение редких и редкоземельных элементов в черной и цветной металлургии.
10. Применение редких и редкоземельных элементов в электронике и электротехнике.
11. Применение редких и редкоземельных элементов в качестве люминофоров.
12. Применение редких и редкоземельных элементов в ядерной энергетике.
13. Получение титана, циркония и гафния в виде металлов. Применение.
14. Редкоземельное спектроскопическое зондирование.

#### 7.3. 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. Иерархические уровни структуры твердого тела (атомная структура, микроструктура).
2. Дислокации в кристаллах (протяжные дефекты).
3. Газотранспортные реакции. Технология их проведения.

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Проверка теоретических знаний проводится по всем темам, с использованием контрольных вопросов, практические навыки отрабатываются на лабораторных работах.

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 практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, ответы на вопросы, решение задач и т.п.), выполнение всех лабораторных работ с соблюдением требований техники безопасности, умение правильно интерпретировать результаты и обосновать исследования.

#### 8.1. Семестр 8

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-3	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Лабораторные работы (подготовка, выполнение, защита)	25

	Самостоятельная работа (подготовка реферата и доклада по выбранной теме)	10
	Итоговые беседы по теоретическому материалу	10
ИТОГО		50
Экзамен		50
Общий итог за семестр		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. 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.
3. Третьяков Ю.Д., Лепис У. Химия и технология твердофазных материалов. - М.: Изд-во МГУ, 2005. – 256 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  $M(III)$  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 декавольфрамов 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. MicrosoftOffice (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. MicrosoftVisualStudio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, AdobeAcrobatReader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).