

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра неорганической химии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

22 апреля 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ХИМИЯ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ»

Направление подготовки: 04.04.01 Химия  
шифр, название направления

Магистерская программа: Химия  
название магистерской программы

Образовательная программа: академическая магистратура

Квалификация: магистр

Форма обучения: очная

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан химического факультета

А.В. Белый

“16” апреля 2020 г.

Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 655; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы Магистратуры направления подготовки 04.04.01 Химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчики:

Кандидат химических наук, доцент  
кафедры неорганической химии



Белуsoва Е.Е.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры неорганической химии

Протокол № 8 от "18" марта 2020 г.

Заведующий кафедрой

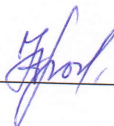


Игнатов А.В.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол № 3 от "15" апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии химического факультета



Яблочкова Н.В.

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Курс «Химия биогенных элементов» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 04.04.01 Химия (магистерская программа: химическое образование).

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии.

Этот курс, опираясь на химическую (неорганическая, аналитическая, физическая, органическая, биологическая химия, экологическая, медицинская химия, химическая технология, коллоидная химия, координационная химия, электрохимия, и др.) философскую, психолого-педагогическую подготовку (психология, педагогика) студентов, закладывает фундамент научно-исследовательской подготовки будущих специалистов в области химии.

Полученные знания используются студентами во время выполнения научно-исследовательской работы при написании магистерской диссертации.

### 1. Структура дисциплины

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	04.04.01 химия	
Магистерская программа	химическое образование	
Программа подготовки	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 зачет	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	142	
- лекционных	12	
- практических, семинарских		
- лабораторных	12	
- самостоятельной работы	118	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	2	
в т.ч. аудиторных	2	

### 2. Описание дисциплины

#### Цели и задачи

*Целью изучения дисциплины «Химия биогенных элементов»* является формирование у студентов приемов организации и проведения научных исследований, на основе чего представить технологию проектирования магистерской диссертации как научно-исследовательской работы.

#### *Основными задачами изучения дисциплины являются:*

освоение теоретических основ биогеохимии, принципов взаимодействия между живым и косным веществом и критериев оценки биогенности элементов и их соединений;

обоснование роли химических элементов в процессах адаптации организма к воздействиям неблагоприятных факторов окружающей среды;

раскрытие роли химии и биологии в формировании биосферы;

- исследование эмпирических и теоретических методов научных исследований в области химии биогенных элементов, закономерностей в миграции химических элементов и формировании минералов на их основе, которые можно использовать в магистерской диссертации;

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Химия биогенных элементов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 04.04.01 Химия и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки Магистратура:

*универсальные компетенции:*

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);

*общепрофессиональные компетенции:*

- способность выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения (ОПК-1);
- способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук (ОПК-2);

Выпускник, освоивший программу магистратуры должен обладать следующими *профессиональными компетенциями*, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа магистратуры:

*научно-исследовательская деятельность:*

- способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты (ПК-1);
- готовностью использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований (ПК-3).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**знать:** основы теоретической, прикладной химии и биогеохимии для объяснения пути миграции химических элементов; географические закономерности распределения элементов, используемых живыми организмами; влияние жизни на историю химических элементов, их накопление и почвообразование; факторы, влияющие на концентрацию микроэлементов в растениях; геохимическую классификацию элементов и миграцию веществ; классификацию биогенных элементов; критерии оценки биогенности элементов и их соединений; роль рассеянных элементов в функционировании биомассы;

**уметь:** составлять окислительно-восстановительные реакции, реакции ионного обмена и комплексообразования, протекающие в живых организмах, в литосфере, гидро- и атмосфере; предсказывать состав минерального сырья и сопутствующих элементов в зависимости от особенностей местного ландшафта; составлять схемы естественных круговоротов биогенных элементов, а также под влиянием антропогенного воздействия; составлять схемы путей миграции макро- и микрохимических элементов; выполнять расчетные задания по определению количества химических элементов в литосфере, атмосфере, гидросфере и минеральном сырье; находить место накопления редких и рассеянных элементов в земной коре и литосфере; предсказывать состав биомассы суши и океана;

**владеть:** навыками и приемами проведения химического эксперимента; возможностями поиска необходимой информации в научной и справочной литературе; приемами оформления результатов эксперимента и их расшифровки.

**3. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса**

Курс дисциплины " Химия биогенных элементов " предусматривает следующие формы организации учебного процесса:

- лекции,
- самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием словесных, объяснительно-иллюстративных, эвристических, проблемных и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций для обсуждения материала широко используются мультимедийные презентации, анимации, а также раздаточные материалы.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (демонстрации химических реакций, разбор закономерностей протекания химических процессов, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, блочно-модульное обучение. Использование в учебном процессе, тестов и модульных работ.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий изучение учебной, научной и методической литературы. Студенты самостоятельно дорабатывают некоторые темы, которые изучались в курсе неорганической, органической и биологической химии

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<b><i>Содержательный модуль 1</i> Распределение химических элементов в земной коре. Состав живого вещества. Миграция веществ.</b>
<b><i>Тема 1.</i></b>	Концепция живого вещества и биосферы. Биокосные системы. Состав литосферы, кларки и кларки концентраций. Почва и развитие биосферы. Гумус – органическое вещество твердой части почвы.
<b><i>Тема 2.</i></b>	Минералы. Химический состав главных минералов Земли. Рассеянные элементы. Роль рассеянных химических элементов в функционировании биомассы.
<b><i>Тема 3.</i></b>	Геохимическая классификация и биологический круговорот химических элементов. Интенсивность биологического поглощения и факторы, влияющие на концентрацию микроэлементов в растениях.
	<b><i>Содержательный модуль 2</i> Биогенные элементы, биотики, концепция гомеостаза.</b>
<b><i>Тема 1.</i></b>	Понятие биогенных элементов, биотиков, гомеостаза, биологического концентрирования элемента. Критерии оценки биогенности элементов. Виды классификаций биогенных элементов.
<b><i>Тема 2.</i></b>	Биогенная роль s-, d- и p-элементов. Биорегуляторные свойства комплексонов металлов.
<b><i>Тема 3.</i></b>	Взаимодействие между макро- и микроэлементами. Биосфера – источник макро- и микроэлементов.

### Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1					
	Количество часов					
	всего	лекции	практи- ческие	лабора- торные	самостоя- тельная работа	индиви- ду- альная работа
<b>Тема 1.</b> Понятие биогенных элементов, биотиков, биологического гомеостаза, биологического концентрирования элемента. Критерии оценки биогенности элементов. Виды классификаций биогенных элементов	16	2			14	
<b>Тема 2.</b> Биогенная роль s-, d- и p-элементов. Биорегуляторные свойства комплексонов металлов	18	1			14	
<b>Тема 3</b> Взаимодействие между макро- и микроэлементами. Биосфера – источник макро- и микроэлементов	20	2		1	16	
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	54	5		1	44	
Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 2					
	Количество часов					
	всего	лекции	практи- ческие	лабора- торные	самостоя- тельная работа	индиви- ду- альная работа
<b>Тема 1.</b> Понятие биогенных элементов, биотиков, биологического гомеостаза, биологического концентрирования элемента. Критерии оценки биогенности элементов. Виды классификаций биогенных элементов	28	2		1	24	
<b>Тема 2.</b> Минералы. Химический состав главных минералов Земли. Рассеянные элементы. Роль рассеянных химических	18	1			14	

элементов в функционировании биомассы						
<b>Тема 3</b> Геохимические классификация и биологический круговорот химических элементов. Интенсивность биологического поглощения и факторы, влияющие на концентрацию микро-элементов в растениях	20	1		1	16	
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	90	8		11	74	
<b>Всего часов по модулю</b>	142	12		12	118	

### Темы лабораторных занятий

№	Название темы	Кол-во часов
1	Химические свойства и синтез соединений рассеянных элементов	2
2	Химические свойства s- p- и d-элементов	2
3	Синтез соединений s- p- и d-элементов	5
4	Безотходные технологии Извлечение ванадия из отработанного сырья..	3
<b>Всего часов</b>		<b>13</b>

### Самостоятельная работа студента

№	Название темы	Кол-во часов
1	Основные типы взаимодействия организмов с окружающей средой. Факторы окружающей среды как ключевой компонент воздействия на организмы.	10
2	Прямые и опосредованные воздействия человека на биосферу. Природные цепные реакции. Первичные и вторичные загрязнения природной среды.	6
3	Экологические компоненты экосистем. Атмосфера. Газы биохимического, воздушного, химического и радиоактивного происхождения	4
4	Гидросфера – как экологический компонент экосистемы. Состав воды океанов и морей. Тяжелая вода. Воды суши. Геохимическая роль воды. Баланс энергии в гидросфере. Роль мирового океана в стабилизации природных условий на поверхности Земли	4
5	Прямые и опосредованные воздействия человека на биосферу. Природные цепные реакции. Первичные и вторичные загрязнения природной среды..	2
6	Химические реакции в атмосфере. Человеческая деятельность как фактор образования высокотоксичных вредных веществ и загрязнений атмосферы: смог	4
7	Химические реакции, протекающие в природных водоемах. Химические реакции, протекающие в экологически чистом водоеме и загрязненном при pH 5 и pH 3. Роль буферных систем в самоочистке природных водоемов. Круговорот воды в природе.	4
8	Химические реакции, протекающие в литосфере и почве	8

9	Роль геохимии в решении вопросов генезиса и поисков месторождений полезных ископаемых	6
10	Геохимия кислорода	6
11	Геохимия железа	6
12	Геохимия ртути	6
13	Биохимический круговорот углерода	6
14	Биохимический круговорот азота	6
15	Биохимический круговорот фосфора	6
16	Биохимический круговорот серы	6
17	Биохимический круговорот кальция и магния	6
18	Геохимия радиоактивных элементов. Источники радиации.	8
19	Роль биогенных элементов в решении вопросов здравоохранения.	10
20	Природные и антропогенные загрязнения биосферы. Характеристики загрязнений: физические, химические, физико-химические и биологические.	4
<b>Всего часов</b>		<b>118</b>

## 2. Примеры контрольных работ и экзаменационных билетов

*Пример модульной работы по теме «Распределение химических элементов в земной коре. Состав живого вещества. Миграция веществ.»*

### ТЕСТ

#### 1. Биогеохимия – это наука, которая изучает:

- А. химический состав живых организмов и их участие в геохимических процессах, происходящих в биосфере Земли;
- Б. геохимические процессы, происходящие в биосфере при участии живого вещества.
- В. закономерности протекания химических реакций в биосфере;
- Г. распределение химических элементов на Земле.

#### 2. Предметом изучения биогеохимии являются:

- А. процессы миграции и массообмена химических элементов между живыми организмами и окружающей средой;
- Б. живая и неживая природа, их химический состав, влияние химического состава неживой природы на живые организмы, и наоборот, воздействие живого вещества на неживую природу;
- В. химические элементы и их участие в естественном природном круговороте;
- Г. живое вещество и биосфера;
- Д. химический обмен в системе человек - организмы - окружающая среда, а также химический состав живых организмов и роль химических элементов в развитии организмов.

#### 3. Живое вещество – это:

- А. совокупность живых организмов, выраженная в массе, химическом составе и энергии, которые участвуют в биогеохимических процессах;
- Б. все разнообразие живой материи и различных форм жизни;
- В. химическое вещество, подчиняющееся законам природы.

#### 4. Биосфера – это:

- А. внешняя оболочка Земли, сформировавшаяся под воздействием жизни и биогеохимической активности;
- Б. единая система живого вещества и минеральных соединений;
- В. единение живой материи и внешней части земного шара;



Г. планетарная среда;

Д. слои тропосферы, гидросферы и литосферы суммарной мощностью около 40 км.

**5. Указать основные задачи биогеохимии:**

А. изучение путей миграции химических элементов, анализ биогеохимических циклов миграции;

Б. исследование географических закономерностей распределения химических элементов, используемых живыми организмами;

В. изучение биосферы как единой системы живого вещества и минеральных соединений;

Г. изучение химического состава живых организмов и роли химических элементов в формировании биосферы;

Д. изучение влияния технического прогресса на процессы в биосфере;

Е. исследование закономерностей в развитии природы.

**6. Перечислить биокосные тела:**

1. почва;

2. медный купорос;

3. морская вода;

4. дистиллированная вода;

5. речная вода;

6. озерная вода;

7. цемент;

8. нефть;

9. битумы;

10. воздух.

**7. Биокосная система – это:**

А. система, образованная живыми организмами и средой их обитания;

Б. трехкомпонентная система: тропосфера, гидросфера и литосфера;

В. химико-биологическая лаборатория;

Г. вселенная.

**8. Указать области практического применения биогеохимии:**

А. биогеохимические методы поиска месторождений полезных ископаемых: выявление участков повышенных концентраций рудообразующих элементов в растениях, продуктах их отмирания и метаболизма;

Б. изучение влияния содержания химических элементов в окружающей среде на организмы животных и человека;

В. биохимический анализ природных объектов;

Г. изучение микроэлементов в связи с проблемами в сельском хозяйстве и медицине.

**9. Установить соответствие между названием и геохимическими данными глубины слоев Земного шара;**

1. кора;

2. твердое внутреннее ядро;

3. жидкое внутреннее ядро;

4. вторая транзитная зона ядра;

5. верхняя мантия;

6. транзитная зона мантии;

7. нижняя мантия;

8. литосфера;

а) 5150 - 6371 км;

б) 4600 – 5150 км;

в) 2090 – 4600 км;

г) 1000 – 2900 км;

д) 400 – 1000 км;

е) 70 – 400;

ж) 10 – 70 км.

з) до 80 - 100 км

**10. Установить соответствие между элементным химическим составом и слоями Земного шара:**

1. литосфера;

а) железо и никель;

2. мантия; б) силикаты железа и магния  
3. ядро; в) силикаты алюминия, железа, магния, калия, натрия и оксида кремния.

**11. Процентное содержание элемента в земле выражается в единицах:**

- А. кларк  
Б. Кадастр  
В. Биома  
Г. Пал

**12. Указать, какая из групп элементов участвует в образовании:**

1. минералов; а) рассеянные элементы с содержанием их в кларках меньше 0,1%;  
2. месторождения; б) главные элементы( O, Si, Al, Fe, K, Ca, Na, Mg, Ti, H ) с содержанием их в земной коре в кларках более 0,1%

**13. Какие факторы воздействия на Земную кору относятся к эндогенным, а какие – к экзогенным:**

1. эндогенные; а) лунно-суточные приливные движения;  
б) взаимодействие с ионосферой Земли;  
2. экзогенные; в) выветривание горных пород;  
г) изменение рельефа реками;  
д) движущиеся ледники;  
е) внутренняя энергия Земли.

**14. Указать соответствие между видом бактерий и их микробиологическом выщелачивании минералов и рассеянных элементов путем:**

1. окисления; а) *thiobacillus ferrooxidans*  
2. восстановления; б) *bacillus* и *pseudomons*

**15. Гумус ( гуминовые и фульвокислоты кислоты и их координационные соединения с металлами), входящий в состав твердой почвы образуются при микробиологическом (биохимическом) разложении. . .**

1. минералов;  
2. листовного опада;  
3. мертвой древесины.

**16. Установите соответствие между составом и видом почвы:**

1.  $C_{73}H_{61}O_{32}N_4$ ; а) дерново-подзолистые почвы;  
2.  $C_{173}H_{185}O_{86}N_{11}$ ; б) чернозем.

**17. Поглощая катионы из нижних горизонтов почвы, корни растений непрерывно выделяют в почвенную среду простое вещество, которое является фактором выветривания. Это вещество.....**

1. азот;  
2. водород;  
3. кислород.

**18. Из перечисленных видов минералов указать биогенные минералы:**

- а) полевой шпат, б) кварц; в) кристаллическая сера; г) гранат;  
д) фосфориты; е) карбонаты; ж) пироксены; з) кальцит.

**19. Из перечисленных форм нахождения главных и рассеянных элементов в кристаллическом веществе земной коры указать характерные для рассеянных элементов:**

- а) силикаты алюминия, железа, кальция, магния, калия и натрия;
- б) микроминералогические формы (акцессорные формы, твердые растворы, включения остаточных растворов);
- в) известняк;
- г) неминералогические формы (сорбированные поверхностью, занимающие дефекты реальных кристаллов).

**20. Указать соответствие между видом и величиной биомассы планеты:**

- |                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| 1. фитобиомасса;  | а) $10^8 - 10^9$ т;       |
| 2. зообиомасса;   | б) $10^9$ т;              |
| 3. микробиомасса; | в) $10^{10} - 10^{12}$ т; |

**21. Установить соответствие между содержанием химических элементов ( в кларках) в живом веществе (животных) мировой суши:**

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1. углерод;  | а) 0,74;     |
| 2. азот;     | б) 0,02-8,5; |
| 3. водород;  | в) 1,7-4,4;  |
| 4. кислород; | г) 0,5;      |
| 5. сера;     | д) 10,0;     |
| 6. фосфор;   | е) 7,0;      |
| 7. кальций;  | ж) 18,6;     |
| 8. калий;    | з) 46,5;     |

***Пример зачетного задания***

1. Гуминовые кислоты в почве, их строение и свойства. Биомасса растений и животных в биосфере.
2. Кислород как воздушный мигрант. Круговорот свободного кислорода в биосфере..
3. В человеческом организме в общей сложности содержится примерно 25 мг йода, причем половина всей массы находится в щитовидной железе. Подсчитайте, сколько атомов йода находится : а) в щитовидной железе; б) в человеческом организме.

**.4. Критерии оценивания**

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

Зачетные модули	Форма контроля	Баллы
Модуль 1	Индивидуальное задание по лекционному материалу и самостоятельной работе .	5
	Модульная работа	45
Зачет		50
Общий итог		100

**Шкала соответствия баллов национальной шкале**

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

**5. Материально-техническое обеспечение учебного процесса.**

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской. Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

**6. Рекомендованная литература**

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	Белоусова Е.Е. Химия биогенных элементов [Электронный ресурс]: уч. пособ. для студентов ОУ Магистр хим. ф-та. – Донецк: ДонНУ, 2016. 104 с.	0	+
2.	Задачі з курсу «Хімія з основами біогеохімії» та приклади їх розв’язування: для самостійної роботи студентів / уклад: О.Н. Мустяца, Н.Г.Пархоменко, Н.Ш.Мельник та ін. – К.:НТУ, 2009. – 171 с. [Электронный ресурс]. / Задачи по курсу «Химия с основами биогеохимии» и примеры их решения: для самостоятельной работы студентов / состав: О.Н. Мустяца, Н.Г. Пархоменко, Н.Ш. Мельник и др. – К.:НТУ, 2009. – 171 с.	0	+
<b>Дополнительная литература</b>			
1.	Жолнин А.В. Общая химия: учебник / А.В. Жолнин. – М.: ГЭОТ АР-Медиа, 2012. – 400 с. [Электронный ресурс]	0	+

## 7. Программное обеспечение .

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

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры

---

с изменениями (без изменений) на 20\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_ от “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_