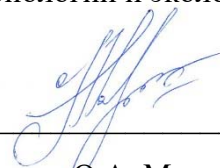


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»**

Кафедра морфологии

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
биологии и экологии



О.А. Маракаев

«19» мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

«Биоэлементология»

программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по научной специальности 1.5.15 Экология

Форма обучения очная

Программа одобрена на заседании кафедры  
морфологии  
протокол № 10 от «14» апреля 2023 года

Ярославль

## **1. Цели освоения дисциплины**

Цель освоения курса «Биоэлементология» состоит в том, чтобы дать систематизированное представление аспирантам об основных положениях учения о биоэлементологии на основе современных знаний; о роли химических элементов в экологии человека; знаний о биосфере, об элементном составе человеческого тела и значений биоэлементов для жизни и здоровья человека; роль химических элементов в механизмах адаптации человека к воздействию неблагоприятных факторов.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Биоэлементология» относится к дисциплинам по выбору.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- биологическую классификацию химических элементов;
- новую классификацию элементов в биоэлементологии;
- особенности распределения микроэлементов в компонентах экосистем;
- экологозависимые заболевания человека биогеохимической природы;
- методики определения микроэлементов в объектах окружающей среды и биосубстратах человека;
- основные положения учения о биоэлементах;
- биологическую роль микроэлементов;
- взаимодействие микроэлементов в организме человека;
- роль химических элементов в механизмах адаптации;
- роль химических элементов в экологии человека;
- микроэлементозы и атомовиты человека.

Уметь:

- самостоятельно анализировать имеющуюся информацию;
- объяснять регуляцию баланса микроэлементов между внутренней и внешней средами организма;
- анализировать микроэлементозы и атомовиты человека;
- применять современные представления об экологических факторах окружающей среды, их выявлении и влиянии на здоровье человека для решения фундаментальных и прикладных задач экологии;
- определять научную достоверность данных и, полученных в ходе исследований, результатов.

Владеть:

- информацией о современных методах определения химических элементов в биосубстратах человека;
- лабораторными методами оценки элементного статуса человека;
- навыками разработки способов профилактики нарушений биоэлементного состава организма человека и их коррекции при дисбалансе;
- навыками планирования и проведения мероприятий, направленных на оптимизацию элементного баланса на индивидуальном и популяционном уровнях в соответствии со специализацией.

## **4. Объем, структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение в биоэлементологию. Современная классификация химических элементов в живом веществе. Характеристика элементного состава	2	2					20	Устный опрос
2	Роль биоэлементов в обмене веществ и жизнедеятельности человека. Тяжелые металлы	2	2					20	Устный опрос
3	Пути поступления элементов в организм человека. Взаимосвязь между накоплением химических элементов в организме и состоянием здоровья человека	2	2					40	Устный опрос. Защита индивидуального проекта
						2		20	зачет
	<b>Всего</b>		<b>6</b>			<b>2</b>		<b>100</b>	<b>108 часов</b>

### Содержание разделов дисциплины:

#### 1. Введение в биоэлементологию. Современная классификация химических элементов в живом веществе. Характеристика элементного состава

Биосфера как источник химических элементов. Биоэлементология как научно-практическое направление. Основные понятия и термины. Биоэлементный состав организма и его функции. Химические элементы и их биологическая классификация (макро-, микро- и ультрамикроэлементы). Классификация, основанная на биологической роли микроэлементов.

#### 2. Роль биоэлементов в обмене веществ и жизнедеятельности человека. Тяжелые металлы

Биологическая роль химических элементов в живых субстратах, их роль в обмене веществ. Роль природных факторов в поддержании элементного постоянства в организме человека. Биологическая роль эссенциальных микроэлементов – цинка и меди в организме человека. Токсическое действие высоких доз свинца и кадмия на организм человека. Значение биоэлементов для жизни и здоровья человека.

### **3. Пути поступления элементов в организм человека. Взаимосвязь между накоплением химических элементов в организме и состоянием здоровья человека**

Источники и пути поступления химических элементов в организм человека. Биохимические провинции. Взаимосвязь между накоплением химических элементов в организме и состоянием здоровья человека. Формирование круговоротов элементов в различных средах биосферы и роль живого вещества в этом процессе. Биологические функции химических элементов.

### **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует аспиранта в системе изучения данной дисциплины. Аспиранты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Классическая (традиционная) лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Выполнение исследовательского проекта** с использованием технологии проектно-ориентированного обучения. Студентами выполняется индивидуальный (групповой) проект, результаты которого оформляются в виде отчета.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы аспирантов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

### **6. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература**

1. Алексеенко, В. А. Экологическая геохимия: учебник / В. А. Алексеенко. - М.: Логос, 2000. - 627 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=283534&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=283534&cat_cd=YARSU)
2. Добровольский В. В. Основы биогеохимии: Учебное пособие для вузов. / В. В. Добровольский; М.: Академия, 2003. - 397с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=303529&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=303529&cat_cd=YARSU)

#### **б) дополнительная литература**

1. Безель В. С. Популяционная экотоксикология млекопитающих. / В. С. Безель. - Москва: Наука, 1987. - 128 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=2406948&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2406948&cat_cd=YARSU)
2. Вернадский, В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения / В. И. Вернадский. - М.: Наука, 2001. - 376 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=365238&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=365238&cat_cd=YARSU)
3. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Саэт, Б. А. Ревич, Е. П. Янин, Р. С. Смирнова, И. Л. Башаркевич, Т. Л. Онищенко, Л. Н. Павлова, Н. Я. Трефилова, А.И. Ачкасов, С. Ш. Саркисян. - М.: Недра, 1990. - 335 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=1502952&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1502952&cat_cd=YARSU)
4. Каплин, В. Г. Основы экотоксикологии / В. Г. Каплин. - М.: Колос, 2007. - 232 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=363745&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=363745&cat_cd=YARSU)
5. Кульберг А. Я. Молекулярная иммунология. / А. Я. Кульберг - М.: Высшая школа, 1985. - 287 с.: ил.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=1881447&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1881447&cat_cd=YARSU)
6. Микроэлементы в окружающей среде: биогеохимия, биотехнология и биоремедиация. / под ред. М. Н. В. Прасада, К. С. Саджвана, Р. Найду; пер. с англ. Д. И. Башмакова, А. С. Лукаткина - М.: Физматлит, 2009. - 815 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=838958&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=838958&cat_cd=YARSU)
7. Наумов Г. Б. Геохимия биосферы: учеб. пособие для вузов. / Г. Б. Наумов. - М.: Академия, 2010  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=1827555&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1827555&cat_cd=YARSU)

#### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
(<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке [http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.74.2](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.74.2)).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)).

#### **7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных занятий;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Зав. кафедрой морфологии, к.б.н., доцент \_\_\_\_\_ А.В. Еремейшвили

**Приложение к №1 рабочей программе дисциплины  
«Биоэлементология»**

**Оценочные материалы  
для проведения текущей и/или промежуточной аттестации  
аспирантов по дисциплине**

**1. Контрольные задания и (или) иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Вопросы для самоподготовки**

1. Классификация биоэлементов, основанная на количественном признаке для человека и животных.
2. Взаимодействие между макро- и микроэлементами.
3. Взаимодействие минеральных элементов с другими нутриентами.
4. Нарушения поступления, всасывания и распределения микроэлементов в организме человека.
5. Источники тяжелых металлов в окружающей среде и организме человека.
6. Пути поступления и распределения химических элементов в организме человека.
7. Причины гипермикроэлементозов.
8. Микроэлементозы и атомовитозы человека.
9. Нарушение выведения микроэлементов из организма.
10. Роль химических элементов в механизмах адсорбции.
11. Современные методы определения химических элементов в биосубстратах человека.
12. Мероприятия, направленные на оптимизации элементного баланса в организме человека и животных.
13. Биосфера как источник химических элементов.
14. Химические элементы – органогены, макроэлементы, эссенциальные элементы, условно эссенциальные элементы и токсичные микроэлементы.

**Перечень подтем (заданий) для реализации индивидуального проекта**

1. Загрязнение окружающей среды и болезни человека.
2. Тяжелые металлы в объектах окружающей среды.
3. Межсредовое распределение элементов.
4. Поступление микроэлементов в организм человека с питьевой водой и продуктами питания.
5. Геохимические провинции. Эколого-геохимическая характеристика Ярославской области.
6. Особенности развития и состояния здоровья детей раннего возраста в условиях химического загрязнения окружающей среды.
7. Антропогенное загрязнение окружающей среды и эколого-зависимые заболевания человека.
8. Использование биосубстратов человека в экологических исследованиях как индикатора состояния окружающей среды.
9. Адаптация организма в экстремальных условиях и ее влияние на микроэлементный статус.
10. Акклиматизационный дефицит элементов.

### **Правила выставления оценки за отчет по проекту:**

Проект оформляется согласно правилам.

См. методические рекомендации студенту.

По теме сообщения делается доклад (10 минут) с презентацией, который докладывается перед аудиторией на последнем лекционном занятии в формате лекции-беседы.

Шкала оценивания:

		не соответствует требованиям	<b>Пороговый Уровень ( 1 балл)</b>	<b>Продвинутый уровень (2 балла)</b>	<b>Высокий Уровень (3 балла)</b>
1	Оформление работы	не соответствует требованиям	полностью соответствует требованиям	полностью соответствует требованиям	полностью соответствует требованиям
2.	Содержание работы	не соответствует требованиям	Тема раскрыта не полностью, не полный анализ данных. Не достаточно логично изложение материала	Тема раскрыта, анализ данных не полный. Соблюдает логическую последовательность в изложении материала	Тема раскрыта и обоснована. Соблюдает логическую последовательность в изложении материала Проведен анализ данных
3.	Оформление Презентации	не соответствует требованиям	основные материалы представлены	все материалы представлены	Все материалы представлены в удобной для восприятия форме
4.	Доклад	не соответствует требованиям	изложение материала структурировано не полностью	изложение материала структурировано полностью, владеет культурой речи	изложение материала структурировано полностью и тема раскрыта полностью, владеет культурой речи

Шкала оценивания:

каждый параметр должен быть не ниже порогового уровня.

Оценка проставляется по количеству набранных баллов:

менее 60% от максимально возможного количества баллов - неудовлетворительно,

60-75% от максимально возможного количества баллов - удовлетворительно,

76-85% от максимально возможного количества баллов - хорошо,

86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.



## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачету

1. Биоэлементология как научное направление.
2. История изучения химического состава живых организмов.
3. История изучения роли химических элементов в питании человека и животных и их биологическая классификация.
4. Медицинская и ветеринарная биоэлементология.
5. Источники поступления химических элементов в организм человека. Аэрозольный, трансдермальный, путь поступления химических элементов, поступление с водой и продуктами питания,
6. Значение химических элементов в биохимических процессах в организме человека.
7. Дисбаланс химических элементов в организме человека.
8. Взаимодействие химических элементов в организме человека.
9. Значение дисбаланса биоэлементов в развитии экологозависимых заболеваний.
10. Микроэлементозы человека. Классификация.
11. Врожденные пороки развития при дефиците и избытке микроэлементов.
12. Тяжелые металлы в объектах окружающей среды.
13. Наследственные формы микроэлементозов человека.
14. Геохимическая среда и живые организмы. Биогеохимические провинции биосферы.
15. Экологозависимые заболевания биогеохимической природы различных территорий России и мира.
16. Методы оценки элементного статуса человека.
17. Биосубстраты для оценки элементного статуса человека.
18. Особенности содержания химических элементов в биосубстратах детей в разных регионах РФ. Здоровье ребенка как показатель качества окружающей среды.
19. Антропогенное и техногенное загрязнение окружающей среды и здоровье человека.
20. Проблемы нормирования элементного состава биосубстратов.
21. Накопление элементов в биосубстратах человека на территориях с разной степенью природно-техногенной трансформации.
22. Элементы-индикаторы техногенеза.
23. Методы оценки элементного статуса человека.
24. Методы контроля содержания загрязняющих веществ в биосфере
25. Проявление эколого-геохимических обстановок территории Ярославской области в элементном составе волос человека.

### 2.1 Описание процедуры выставления оценки

По итогам зачета выставляется одна из оценок: «зачтено», «незачтено».

Правила выставления оценки на зачете:

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- аспирант свободно владеет научной терминологией;
- ответ аспиранта структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;
- ответ аспиранта логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ аспиранта характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;

- ответ аспиранта иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;
- аспирант демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;
- аспирант демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ аспиранта обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые аспирант не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета аспирант затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- аспирант не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.