

**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет**

«Утверждено»

Декан географического факультета,
член-корр. РАНС А. Добролюбов



Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 20 » 12 2018 г.
протокол № 15
[Handwritten signature]

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Биогеохимические барьеры в шельфовой зоне моря»

по направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология»
уровня высшего образования магистратура
с присвоением квалификации «магистр»

Направленность (профиль):

Океанология

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология» направленность (профиль) «Океанология» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели курса:

- получение магистрантом фундаментальных знаний о биогеохимических барьерах как зонах наиболее высокой биохимической активности с большим разнообразием свойств, сгущением энергии, количества вещества, об их уникальных особенностях в перекрестном взаимодействии большого числа граничащих фаз, сред, многообразием процессов;
- формирование представлений о шельфовой зоне как сложной физико-географической системе, в которой присутствует большинство типов биогеохимических барьеров, и процессах (физических, химических, биогеохимических и биологических), влияющих на формирование и изменчивость гидролого-гидрохимических условий морских вод в барьерных зонах и их экологическое состояние.

Задачи курса:

- ознакомить магистрантов с основными типами биогеохимических барьеров и барьерных зон в океане;
- показать многообразие физических, химических, физико-химических, биохимических и биологических процессов и закономерности их протекания в биогеохимических барьерных зонах;
- изучить географические особенности проявления этих процессов в разных районах Мирового океана;
- изучить особенности шельфовой зоны как акватории, в которой присутствуют практически все типы биогеохимических барьеров и характеризующейся потенциально высокой биологической продуктивностью и большой антропогенной нагрузкой;
- показать значение результатов исследования процессов, определяющих состояние вод в барьерных зонах, для решения практических задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП

А. Информация об образовательном стандарте и учебном плане

Дисциплина включена в образовательный стандарт МГУ имени М.В.Ломоносова ИМ (интегрированный магистр МГУ), учебный план магистратуры, направление подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология», профиль подготовки «Океанология», степень магистр.

Б. Место дисциплины в образовательном стандарте и учебном плане:

- вариативная часть профессионального цикла ООП;
- блок дисциплин – «Профессиональный»;
- модуль «Океанография прибрежных вод»;
- обязательный курс;
- курс 1;
- семестр 2

В. Перечень дисциплин, которые должны быть освоены для начала данной дисциплины:

– химия, биология, основные естественно-географические дисциплины, гидрология, климатология с основами метеорологии, основы гидрохимии, химия океана, морская экология, океанология.

Изучение данной дисциплины необходимо для освоения последующих дисциплин по выбору, прохождения практик и подготовки магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

Компетенции выпускников образовательной программы	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Владение методами проведения экологической экспертизы проектов, связанных с морской деятельностью (СПК- 2.М формируется частично)	<ul style="list-style-type: none">- знать закономерности процессов на биогеохимических барьерах и в барьерных зонах в морях и океанах, их особенности в различных физико-географических условиях;- уметь анализировать состояние вод и экосистемы в целом в биогеохимических барьерных зонах, показать практическое значение результатов изучения этих зон для решения задач рационального использования их природных ресурсов;- владеть современными методами натуральных наблюдений, методами комплексного анализа процессов и состояния вод, основами математического моделирования процессов в барьерных зонах.
Владение методами океанографического анализа водных масс, их классификации, районирования акваторий и поиска основных географических закономерностей формирования структуры вод Мирового океана (СПК- 4.М формируется частично)	<ul style="list-style-type: none">- знать особенности структуры вод и всё многообразие процессов в биогеохимических барьерных зонах, понимать их определяющее влияние на состояние вод и экосистемы в целом в этих зонах;- уметь анализировать влияние различных процессов на гидролого-гидрохимические и биологические характеристики вод в барьерных зонах, определять закономерности формирования структуры вод в этих зонах;- владеть методами анализа материалов гидролого-гидрохимического, биохимического, гидробиологического исследований, методами комплексного анализа процессов и состояния вод, поиска основных закономерностей формирования структуры вод в биогеохимических барьерных зонах.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 26 часов, в т.ч. лекции – 13 часов и семинары – 13 часов.

Объем самостоятельной работы студентов – 46 академических часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа		СРС	
				лекции	семинары		
1	Введение. Биогеохимическое направление изучения океана	2	1	1	1	1	
2	Раздел 1. Характеристика барьеров и барьерных зон в океане	2	2	1	1	5	Устный опрос
3	Раздел 2. Классификация геохимических барьеров и барьерных зон	2	3-4	2	2	5	Контрольная работа
4	Раздел 3. Геохимическая барьерная зона вода – атмосфера	2	5-6	2	2	6	Устный опрос
5	Раздел 4. Биогеохимические барьеры на устьевом взморье	2	7-8	2	2	6	Контрольная работа
6	Раздел 5. Барьерная зона вода – дно	2	9-10	2	2	6	Устный опрос
7	Раздел 6. Барьерная зона лёд-вода.	2	11	1	1	4	Устный опрос
8	Раздел 7. Геохимические барьеры: вода – живое вещество, вода – взвесь.	2	12	1	1	4	
9	Раздел 8. Особенности поведения загрязняющих веществ в геохимических барьерных зонах	2	13	1	1	6	Контрольная работа
	Промежуточная аттестация					3	Зачет
	Итого			13	13	46	

5. Содержание дисциплины

Введение. Биогеохимическое направление изучения океана.

Биогеохимическое направление изучения океана. Место дисциплины в системе наук о Земле, в том числе о природных водах. Методология изучения пограничных зон в океанах и морях. Основные понятия.

История изучения природных барьеров в океане – зон контакта вод с различными физико-химическими параметрами. Роль живых организмов в миграции химических элементов на Земле.

Тема семинарского занятия:

Роль живых организмов в миграции химических элементов на Земле. Основные идеи и работы В.И. Вернадского, А.И. Перельмана, Н.М. Книповича, Е.А. Романкевича и др.

Раздел 1. Характеристика барьеров и барьерных зон в океане.

Определение барьеров и барьерных зон. Биогеохимические барьеры как зоны наиболее высокой биохимической активности с большим разнообразием свойств, сгущением энергии, количества вещества, уникальной особенностью в перекрестном взаимодействии большого числа граничащих фаз, сред, в многообразии процессов. Типы миграции химических элементов на биогеохимических барьерах. Особенности проявления биогеохимических процессов в водах шельфа. Количественные характеристики барьерных зон.

Тема семинарского занятия:

Шельфовая зона – система, в которой присутствуют практически все типы геохимических барьеров.

Биогеохимические барьеры как зоны наиболее высокой биохимической активности.

Раздел 2. Классификация геохимических барьеров и барьерных зон.

2.1. Классификация геохимических барьеров по характеру форм миграции химических элементов и преобладающим процессам, их особенности.

Механические (гидродинамические) барьеры.

Физико-химические и биогеохимические барьеры. Щелочно-кислотные барьеры, окислительно-восстановительные барьеры.

Солевые барьеры. Галоклин. Пресноводная, солоноватоводная и соленая зоны.

Температурные барьеры. Термоклин.

Плотностные барьеры. Пикноклин.

Световой барьер.

2.2. Классификация геохимических барьерных зон и их особенности.

Берег – море.

Река – море.

Морская вода – атмосфера.

Вода – взвесь. Вода – живое вещество.

Слой фотосинтеза.

Слой кислородного минимума.

Редокс– зона в толще воды и донных осадках.

Лед – морская вода.

Морская вода – донные осадки. Верхний активный слой осадков.

Зоны дивергенции и конвергенции.

Прибрежный апвеллинг.

Особенности потока вещества и энергии на геохимических барьерах в водной толще и придонном слое шельфовой зоны. Роль обменных процессов с иловыми водами. Процессы обмена вод шельфа с глубоководной частью бассейна.

Тема семинарского занятия:

Особенности потока вещества и энергии в геохимических барьерных зонах.

Классификация геохимических барьеров по характеру форм миграции химических элементов и преобладающим процессам.

Отличия потока вещества и энергии на геохимических барьерах в поверхностном и придонном слоях шельфовой зоны.

Раздел 3. Геохимическая барьерная зона вода – атмосфера.

Тонкий поверхностный микрослой, его геохимические особенности. Процессы в поверхностном микрослое, их влияние на водную толщу. Влияние загрязнения вод в барьерной зоне вода – атмосфера на процессы тепло-, газо- и солеобмена между океаном и атмосферой.

Тема семинарского занятия:

Особенности потока вещества и энергии в геохимической барьерной зоне морская вода – атмосфера.

Роль тонкого поверхностного микрослоя как важной барьерной зоны при взаимодействии океана и атмосферы.

Раздел 4. Биогеохимические барьеры на устьевом взморье.

Основные особенности химического состава морских, речных вод и вод эстуариев. Физические, химические, биологические процессы в геохимической барьерной зоне река – море. Солевой барьер. Изменение ионной силы растворов и произведение растворимости газов, нарушение карбонатного равновесия, коагуляционные процессы в зоне смешения морских и речных вод. Процессы трансформации осадочного материала в барьерной зоне река–море. Миграция химических элементов в биогеохимической барьерной зоне река–море. Консервативное и неконсервативное поведение элементов. Изменения в содержании биогенных веществ. Химический сток в океан и потери его элементов на геохимическом барьере река – море.

Тема семинарского занятия:

Физические, химические, биологические процессы в геохимической барьерной зоне река – море.

Изменения, происходящие в соотношении главных ионов в барьерной зоне река – море. Консервативное и неконсервативное поведение элементов в барьерной зоне река–море.

Особенности карбонатно-кальциевого равновесия в контактной зоне река–море.

Особенности процесса седиментации в барьерной зоне река – море.

Продуктивность вод в барьерной зоне река – море и факторы ее определяющие.

Раздел 5. Барьерная зона вода – дно.

Процессы взаимодействия водной толщи с донными осадками и иловыми водами в барьерной зоне вода–донные осадки. Основные физико-химические процессы в зоне контакта вода – дно, в грунтах. Химический состав грунтовых растворов.

Верхний активный слой осадков. Преобразование осадочного материала в верхней толще осадков Трансформация органического вещества, регенерация биогенных веществ. Факторы, обуславливающие мощность зоны верхнего активного слоя осадков.

Барьерная зона гидротерма – морская вода. Смешение термальных и придонных морских вод. Температурный барьер, щелочно-кислотный барьер. Химический и газовый состав в зоне смешения морских и термальных вод.

Тема семинарского занятия:

Основные физико-химические процессы в зоне контакта вода – дно.

Грунтовые растворы, их влияние на состав придонных вод.

Особенности барьерной зоны гидротерма–морская вода.

Раздел 6. Барьерная зона лёд-вода.

Криогенная метаморфизация вод при образовании льда. Процессы, протекающие на границе лёд-вода. Минерализация незамерзшей подлёдной воды. Процессы фотосинтеза у кромки льдов и в самих льдах. Сезонные изменения границы "лёд-вода".

Тема семинарского занятия:

Особенности барьерной зоны лёд-вода.

Раздел 7. Геохимические барьеры: вода – живое вещество, вода – взвесь.

Воздействие организмов на состав воды и физико-химическое состояние растворенных в ней органических, неорганических и органо-минеральных веществ. Газовая, концентрационная и окислительно-восстановительная функции живого вещества.

Химический обмен на барьере вода-взвесь.

Тема семинарского занятия:

Роль живых организмов в формировании химического состава воды.

Значение адсорбции химических элементов на взвеси.

Раздел 8. Особенности поведения загрязняющих веществ в геохимических барьерных зонах.

Закономерности накопления химических веществ в контактной зоне вода – атмосфера. Оценка потоков загрязняющих веществ и их накопления в барьерной зоне река – море. Процессы загрязнения в контактной зоне шельфовая зона моря – берег. Накопление загрязняющих веществ и их влияние на химию вод в контактной зоне вода–донные осадки.

Тема семинарского занятия:

Источники поступления и процессы рассеяния и утилизации загрязняющих веществ в прибрежной зоне моря.

Последствия загрязнения контактных зон океан–атмосфера, прибрежные морские воды – берег.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа студентов проводится с целью закрепления и углубления знаний по изучаемой дисциплине. Она предусматривает:

- изучение разделов дисциплины с использованием предлагаемой преподавателем учебной и научной литературы;
- подготовку к контрольным работам, тематическим дискуссиям; ответы на вопросы для самопроверки; повторение учебного материала и т.д.;
- поиск литературы и других информационных источников; составление библиографии по заданной теме, подготовку аналитических обзоров;
- участие в олимпиадах, конкурсах.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Примерный перечень заданий для устного опроса:

Сформулировать определение барьеров и барьерных зон.

Показать особенности проявления биогеохимических процессов в прибрежных водах.

Назвать количественные характеристики барьерных зон.

Показать влияние на условия обитания гидробионтов физико-химических и биогеохимических барьеров.

Сравнить интенсивность биогеохимических процессов, протекающих в барьерных зонах южных и арктических морей России.

Раздел 2. Примерный перечень вопросов к контрольной работе:

Показать, как подразделяются геохимические барьеры по характеру форм миграции химических элементов и преобладающим процессам.

Охарактеризовать особенности потока вещества и энергии в геохимических барьерных зонах: река – море, океан – атмосфера, редокс–зона в донных осадках, лед – морская вода, морская вода – донные осадки.

Проанализировать влияние биогеохимических барьеров на миграцию химических элементов.

Назвать отличия потока вещества и энергии на геохимических барьерах в поверхностном и придонном слоях шельфовой зоны.

Назвать факторы, обуславливающие отличие химических параметров прибрежных вод от вод открытых частей океанов и морей.

Показать, как смешение вод прибрежных и прилегающих глубоководных акваторий влияет на геохимические процессы в море.

Раздел 3. Примерный перечень заданий для устного опроса:

Показать роль тонкого поверхностного микрослоя как важной барьерной зоны при взаимодействии океана и атмосферы.

Перечислить геохимические особенности поверхностного микрослоя и процессы в нем происходящие.

Дать оценку влияния нефтяных углеводородов и СПАВ в барьерной зоне вода – атмосфера на процессы тепло-, газо- и солеобмена между океаном и атмосферой.

Дать оценку негативным последствиям загрязнения поверхностного микрослоя пестицидами, тяжелыми металлами.

Раздел 4. Примерный перечень вопросов к контрольной работе:

Дать характеристику изменений, происходящих в соотношении главных ионов на геохимическом барьере река–море.

Назвать особенности карбонатно-кальциевого равновесия в контактной зоне река–море.

Назвать элементы, характеризующиеся консервативным и неконсервативным поведением в барьерной зоне река–море.

Охарактеризовать изменения скорости и характер седиментации в направлении от реки к морю.

Проанализировать закономерности поведения биогенных веществ на биогеохимических барьерах.

Показать, как проявляется в барьерной зоне река – море влияние биогенных веществ для биологической продуктивности вод.

Раздел 5. Примерный перечень заданий для устного опроса:

Назвать основные физико-химические процессы в зоне контакта вода – дно, в грунтах шельфовой зоны моря.

Показать роль обменных процессов с иловыми водами для содержания биогенных веществ, микроэлементов и газового режима в барьерной зоне вода–донные осадки.

Охарактеризовать влияние термальных вод на химический состав придонных вод.

Показать отличия термальных вод от морской воды придонного слоя по температуре, кислотно-щелочным свойствам, газовому составу.

Раздел 6. Примерный перечень заданий для устного опроса:

Охарактеризовать процессы метаморфизации вод при образовании льда.

Раздел 7. Примерный перечень заданий для устного опроса:

Показать изменения физико-химического состояния органических и неорганических веществ в морской воде под влиянием организмов.

Охарактеризовать концентрационную функцию живых организмов.

Показать значение сорбционных возможностей частиц взвеси.

Охарактеризовать обмен микроэлементами на барьере вода-взвесь и их адсорбцию твердыми частицами из морской воды.

Раздел 8. Примерный перечень вопросов к контрольной работе:

Показать роль аллохтонных органических веществ и минеральных соединений азота и фосфора как загрязнителей морской среды. Проанализировать последствия такого загрязнения в контактной зоне берег–море.

Назвать источники поступления и процессы рассеяния и утилизации загрязняющих веществ в прибрежной зоне моря.

Показать негативное влияние загрязняющих веществ в барьерной зоне океан–атмосфера.

Охарактеризовать влияние загрязняющих веществ на естественные биогеохимические циклы в барьерной зоне вода–донные осадки.

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Устный зачет

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Определение барьеров и барьерных зон. Типы миграции химических элементов.
2. Классификация геохимических барьеров по характеру форм миграции химических элементов и преобладающим процессам.
3. Классификация геохимических барьерных зон и их особенности.
4. Основные закономерности поведения химических элементов на геохимических барьерах.
5. Биогеохимические процессы в зоне смешения морских и речных вод.
6. Слой фотосинтеза как биогеохимический барьер.
7. Влияние состояния вод в барьерной зоне океан–атмосфера на геохимические и биологические процессы в водной толще.
8. Миграция химических элементов в барьерной зоне река–море.
9. Химический сток в океан и потери его элементов на геохимическом барьере река – море.
10. Процессы взаимодействия донных осадков, грунтовых растворов и придонных вод в барьерной зоне вода–дно.
11. Влияния смешения прибрежных вод и вод прилегающих глубоководных акваторий на геохимические процессы в море.
12. Влияние солевых и температурных барьеров на гидробионтов.
13. Влияние прибрежного апвеллинга на биохимические циклы.
14. Условия формирования барьера редокс-зоны в толще воды и донных осадках.
15. Вода – живое вещество. Роль живых организмов в миграции химических элементов в морской среде.
16. Поведение органических и биогенных веществ в барьерных зонах.
17. Процессы в барьерной зоне лед – морская вода.
18. Особенности поведения и влияние загрязняющих веществ на геохимические процессы в барьерных зонах.
19. Особенности биогеохимических барьеров в разных географических зонах.
20. Биогеохимические барьеры в Черном, Азовском, Белом морях.
21. Интенсивность биогеохимических процессов, протекающих в барьерных зонах южных и арктических морей России

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (РО)

Оценка РО и соответствующие виды оце- ночных средств	Незачет	Зачет
Знания (<i>виды оценочных средств: устные опросы о закономерностях естественных биогеохимических процессов в морской среде, их особенностях в различных физико-географических зонах, роли биогеохимических барьерных зон и особенностях протекания в них всего многообразия процессов</i>).	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (<i>виды оценочных средств: устный опрос по методам получения и обработки данных, умению их интерпретировать</i>).	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (<i>виды оценочных средств: устный опрос, контрольная работа по владению методами комплексного анализа процессов и состояния вод в барьерных зонах, по определению основных закономерностей формирования структуры вод в них</i>).	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- Биогеохимия пограничных зон Атлантического океана. М.: Наука, 1994. – 400 с.
 Гордеев В.В. Геохимия системы река–море. М.: И.П. Матушкина И.И., 2012.– 452 с.
 Емельянов Е.М. Барьерные зоны в океане. Калининград, 1998. – 416 с.

б) дополнительная литература:

- Айзатулин Т.А., Лебедев В.Л., Хайлов К.М. Океан. Активные поверхности и жизнь. Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 172 с.
 Василенко В.М., Гриценко В.А., Емельянов Е.М. Барьерные зоны в океане. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010.

Лебедев В.Л. Граничные поверхности в океане. М.: изд-во МГУ, 1986. – 192 с.
Савенко В.С. Химия водного поверхностного микрослоя. Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 184 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Сайт Европейского агентства по охране окружающей среды
<http://www.epa.gov/epahome/places.htm>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий с доской для мела или фломастеров, мультимедийным проектором и доступом в Интернет.

Программа одобрена на заседании кафедры океанологии

Протокол №533 от 27 ноября 2018 г.

Зав. кафедрой океанологии,
член-корр. РАН, д.г.н., профессор –

С.А.Добролюбов

Разработчик:

Полякова А.В. доцент, к.г.н.

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет,
кафедра океанологии

Эксперт:

Маккавеев П.Н. зав. лаб. биогидрохимии,
д.г.н

Институт океанологии
имени П.П. Ширшова РАН