

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

«Утверждено»
Декан географического факультета,
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 14 » февраля 2019 г.,
протокол № 1
[Handwritten signature]

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Морская экология»

по направлению подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология»
уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации «бакалавр»

Направленность (профиль):
Океанология

Рабочая программа дисциплины "Морская экология" разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) 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:

- формирование базовых представлений о современных проблемах морской экологии и природопользования, о закономерностях развития морских экосистемах, основных взаимосвязях между морскими организмами и средой обитания, о факторах, определяющих биологическую продуктивность экосистем Мирового океана, роли абиотических факторов;
- получение навыков оценки гидроэкологического состояния морских вод, его изменений под влиянием естественных и антропогенных факторов;
- изучение современных достижений науки и практики в области сохранения естественного состояния морских экосистем.

Задачи курса:

- изучение основных экологических законов, взаимосвязей между абиотическими и биотическими компонентами морской среды
- изучение особенности гидролого-гидрохимической и гидробиологической структуры экосистем поверхностного слоя и шельфовой зоны, принципах их функционирования, влияния на них динамики вод и их значения для всей толщи вод океана;
- изучение процессов и последствий антропогенной трансформации морской среды и морских экосистем в целом;
- получение представлений о региональных особенностях проявления основных экологических проблем в различных акваториях Мирового океана, о специфических особенностях экосистем в полярных и южных морях России;
- получение навыков применения теоретических знаний комплексного изучения физических, химических и биологических процессов для определения условий естественного состояния морских экосистем и практического анализа и оценки наблюдающегося экологического состояния акваторий;
- получение навыков прогнозирования экологических последствий изменения качества морских вод, вследствие антропогенного воздействия;
- освоение основ современного экологического мониторинга морских акваторий, подходов к математическому моделированию, как отдельных процессов, так и функционирования экосистем морских акваторий в целом.

2. Место дисциплины в структуре ООП

А. Информация об образовательном стандарте и учебном плане:

- дисциплина включена в образовательный стандарт МГУ им. М.В.Ломоносова;
- ИБ – интегрированный магистр МГУ, учебный план бакалавриата;
- направление подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология»;
- профиль подготовки «Океанология», квалификация бакалавр.

Б. Место дисциплины в образовательном стандарте и учебном плане:

- модуль «Химия и экология океана»;
- тип – обязательный курс;
- курс 4;
- семестр 8.

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

– химия, биология, дисциплины модуля «Землеведение», «Технические средства и методы наблюдений в океанологии», разделы дисциплины «Океанология».

Изучение данной дисциплины необходимо для подготовки выпускной работы.

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
<p>Способность применять методы организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, оценивать влияние гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства (в соответствии с направленностью (профилем) программы бакалавриата) (ПК-3.Б формируется частично)</p>	<p>- знать закономерности изменения экологических условий и экосистем в целом под влиянием естественных и антропогенных факторов, методологию оценки экологического состояния морской среды, основы современного мониторинга экологического состояния морских водоемов;</p> <p>- уметь использовать критерии и методы оценки воздействия естественных и антропогенных факторов на морские экосистемы, результаты математического моделирования для изучения отдельных процессов и экосистем морских акваторий, давать оценку возможным изменениям океанологических параметров, вызванным естественными и антропогенными причинами, и влияния их последствий на экологическое состояние морских вод;</p> <p>- владеть методами получения и обработки океанографических данных, методами методологической оценки экологического состояния морской среды, владеть способностью применения этих методов к конкретным акваториям для определения степени воздействия природных и антропогенных факторов и прогнозирования на основе экосистемного подхода возможных гидроэкологических последствий и выработки предложений по предотвращению, минимизации, преодолению негативных последствий хозяйственной деятельности человека, для сохранения естественного состояния экосистем.</p>
<p>Владение теоретическими осно-</p>	<p>- знать теоретические основы физических,</p>

<p>вами океанологии, знание физических, химических и биологических процессов, закономерностей круговорота веществ и энергии в морях и океанах (СПК-1.Б формируется частично).</p>	<p>химических и биологических процессов в морских водах, современные проблемы экологии и природопользования, базовые представления о биологической структуре Мирового океана, о закономерностях процессов, обуславливающих функционирование морских экосистем;</p> <ul style="list-style-type: none"> - уметь критически анализировать и интерпретировать гидрологические, гидрохимические, гидробиологические данные и другие биологические материалы для получения представления об экологическом состоянии морских акваторий и их экосистем, профессионально оформлять и представлять результаты экологических исследований; - владеть методами комплексного анализа процессов, обуславливающих функционирование морских экосистем, современными методами натуральных наблюдений с использованием современной аппаратуры.
<p>Способность оценивать возможные изменения океанологических параметров, вызванных естественными и антропогенными причинами (СПК-4.Б формируется частично).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - знать закономерности изменения экологических условий и экосистем в целом под влиянием естественных и антропогенных факторов, их региональные особенности, методологию оценки экологического состояния морской среды, основы современного мониторинга экологического состояния морских водоемов; - уметь использовать критерии и методы оценки воздействия естественных и антропогенных факторов на морские экосистемы, результаты математического моделирования для изучения отдельных процессов и экосистем морских акваторий, давать оценку возможным изменениям океанологических параметров, вызванным естественными и антропогенными причинами, и влияния их последствий на экологическое состояние морских вод; - владеть методами получения и обработки океанографических данных, в том числе экологической информации, методами методологической оценки экологического состояния морской среды, владеть способностью применения этих методов к конкретным акваториям для определения степени воздействия природных и антропогенных факторов и прогнозирования

	<p>на основе экосистемного подхода возможных гидроэкологических последствий и выработки предложений по предотвращению, минимизации, преодолению негативных последствий хозяйственной деятельности человека, для сохранения естественного состояния экосистем.</p> <p>Владеть методами организации и проведения комплексных исследований вод океанов и морей, умение обеспечить заинтересованные организации океанологической и экологической информацией.</p>
--	---

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 48 часов, в т.ч. лекции – 24 часа и семинары – 24 часа.

Объем самостоятельной работы студентов – 24 академических часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
				Контактная работа		СРС	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	семинары		
1	Введение. Основные проблемы морской экологии.	8	1	4	-	-	устный опрос
2	Раздел 1. Распределение жизни в морях и океанах.	8	2	2	2	2	устный опрос
3	Раздел 2. Водоросли и бактерии.	8	3	2	2	2	устный опрос
4	Раздел 3. Зоопланктон.	8	4	2	2	2	устный опрос
5	Раздел 4. Биологическая структура Мирового океана.	8	5	2	2	2	устный опрос
6	Раздел 5. Экосистемы морских акваторий.	8	6	2	2	2	устный опрос
7	Раздел 6. Оценки экологического состояния морской среды.	8	7, 8	4	4	3	контрольная работа
8	Раздел 7. Принципы математического моделирования морских экоси-	8	9, 10	2	6	2	устный опрос

	стем.						
9	Раздел 8. Современное экологическое состояние морей России и Мирового океана.	8	11, 12	4	4	6	презентация рефератов
	Промежуточная аттестация					3	зачет
	Итого			24	24	24	

5. Содержание дисциплины

Введение. Основные проблемы морской экологии

Предмет изучения экологии. Место экологии среди естественных наук. Цели и задачи дисциплины «Морская экология».

Раздел 1. Распределение жизни в морях и океанах

Планктон, нектон, бентос, нейстон. Основные группы планктона: фитопланктон, бактериопланктон, зоопланктон. Значение планктона в функционировании экосистем. Трофические взаимоотношения и уровни.

Темы семинарских занятий:

Роль фитопланктона в функционировании биологического сообщества. Роль бактерий в функционировании биологического сообщества.

Раздел 2. Водоросли и бактерии

Планктонные и бентосные водоросли. Влияние различных факторов на развитие водорослей. Продукция и биомасса фитопланктона, факторы их определяющие. Фото- и хемосинтез. Масштабы процессов. Основные формы фитопланктона и макрофитов. Вертикальное распределение фитопланктона в толще воды. Фитопланктон – как индикатор трофического статуса вод. Основные закономерности распределения биомассы водорослей и первичной продукции в Мировом океане. Изменение видового состава фитопланктона при эвтрофировании вод. Видовой состав фитопланктона как индикатор загрязнения вод. Методы изучения морского фитопланктона, определения его численности и биомассы. Методы определения продукции фитопланктона: скляночный метод в кислородной модификации, радиоуглеродная модификация скляночного метода, по концентрации хлорофилла и др. Их достоинства и недостатки. Расчет "новой" первичной продукции на рециклинге биогенных веществ.

Роль бактерий в деструкции органических веществ и круговороте минеральных веществ в морях и океанах. Количественный состав бактериопланктона в морских водах. Бактерии в поверхностной пленке вод, водной толще и донных осадках.

Темы семинарских занятий:

Основные закономерности распределения биомассы водорослей и первичной продукции в Мировом океане.

Раздел 3. Зоопланктон

Таксономический состав зоопланктона. Вертикальное распределение зоопланктона. Вертикальные перемещения зоопланктона. Изменчивость и причины миграции зоопланктона. Беспозвоночные хищники и рыбы как фактор регуляции численности и размерной структуры зоопланктона. Трофические взаимоотношения в планктонном сообществе. Питание зоопланктона. Обеспеченность пищей как фактор, определяющий численность зоопланктона. Продукция зоопланктона. Роль зоопланктона в трофической цепи биологических сообществ. Зоопланктон как индикатор загрязнения вод. Методы

изучения зоопланктона.

Темы семинарских занятий:

Роль зоопланктона в биологическом сообществе. Зоопланктон как индикатор состояния вод.

Раздел 4. Биологическая структура Мирового океана

Количественное распределение жизни в океанах и морях. Принципы строения и развития морских сообществ. Сообщества пелагиали, литоральные и донные сообщества. Трофические взаимоотношения в сообществах. Проблемы интродукции морских организмов.

Темы семинарских занятий:

Биологическая структура Мирового океана. Распределение жизни в океанах и морях.

Раздел 5. Экосистемы морских акваторий

Понятие «морская экосистема». Абиотические и биотические составляющие морских экосистем. Морская среда. Значение освещенности, температуры, солености, содержания питательных веществ в распределении водных организмов. Потоки вещества и энергии в морских экосистемах. Основные факторы, определяющие продуктивность экосистем. Первичная продукция. Принципы оценки биогенной основы продуктивности вод. Трофические цепи. Роль отдельных биологических видов в стабильном развитии экосистемы.

Внутренние причины колебаний экосистемного развития и внешние факторы воздействия на состояние морских экосистем. Влияние природных факторов на биоразнообразие и устойчивость морских экосистем. Циклические природные процессы. Влияние естественных климатических колебаний. Биогенная база формирования биопроductивности морских экосистем. Основные принципы моделирования процессов развития фитопланктона в морях. Антропогенные факторы возникновения неустойчивого состояния морских экосистем. Современные представления об изменениях климата и многообразии их влияния на морские экосистемы. Химическое загрязнение и толерантность гидробионтов к воздействию загрязняющих веществ и признаки их интоксикации. Трансформация веществ в морских экосистемах. Основные понятия о кинетике разложения загрязняющих веществ в морской воде. Биологическое разложение нефтяных углеводородов, биodeградация СПАВ, биогенная седиментация загрязняющих веществ. Процессы утилизации и регенерации органических веществ.

Темы семинарских занятий:

Морские экосистемы, их абиотические и биотические составляющие. Внутренние и внешние факторы изменчивости экосистемного развития. Роль отдельных биологических видов в морских экосистемах.

Раздел 6. Оценки экологического состояния морской среды

Методология, показатели и критерии оценок экологического состояния морской среды. Методы оценки воздействия естественных и антропогенных факторов на морские экосистемы. Трудности при разработке методик оценки состояния морских акваторий. Условность и относительность показателей и критериев оценок состояния экосистем и допустимых пределов их изменений под влиянием хозяйственной деятельности человека на фоне динамических процессов в морских акваториях.

Нормативный подход к оценке состояния среды. Воздействие загрязнения вод на экосистемы, принципы нормирования предельно-допустимых концентраций (ПДК) за-

грязняющих веществ. Экологические последствия кратковременных воздействий (стрессов).

Экосистемный подход оценки устойчивости морских акваторий к внешним воздействиям с учетом естественной изменчивости их основных характеристик. Нормативы предельно допустимого вредного воздействия (ПДВВ).

Временные и пространственные масштабы экологических последствий при разных видах хозяйственной деятельности человека. Обратимость изменений на экосистемном уровне: обратимые, слабо обратимые, необратимые изменения.

Темы семинарских занятий:

Устойчивость морских акваторий к внешним воздействиям. Оценка обратимости изменений на экосистемном уровне.

Раздел 7. Принципы математического моделирования морских экосистем

Понятие о математическом моделировании водных экосистем и внутриводоемных процессов. Общие имитационные модели морских экосистем. Экосистемное моделирование, включающее моделирование гидродинамических процессов, переноса биогенных веществ, планктона и т.д.

Темы семинарских занятий:

Основные понятия о математическом моделировании водных экосистем и внутриводоемных процессов.

Раздел 8. Современное экологическое состояние морей России и Мирового океана

Рациональное использование ресурсов морских акваторий, управление деятельностью на морских побережьях, экологически безопасное развитие морских нефтегазодобывающих комплексов, создание систем обеспечения экологической безопасности. Проблемы восстановления биологических ресурсов южных морей России.

Темы семинарских занятий:

Условия сохранения естественного экологического состояния морских вод. Представление рефератов.

Заключение. Информационные комплексы, направленные на сохранение естественного состояния вод и биологических сообществ.

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 семинарам, 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;
- подготовку рефератов, докладов.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примерный перечень заданий для устного опроса:

Раздел 1. Назвать основные группы гидробионтов.

Назвать трофические взаимоотношения и уровни

Раздел 2. Назвать факторы, обуславливающие развитие фитопланктона.

Дать определение понятию «первичная продукция».

Назвать основные формы фитопланктона и их роль в функционировании биологических сообществ.

Показать, как по изменению видового состава фитопланктона можно определить наличие загрязнения вод.

Назвать методы определения продукции фитопланктона.

Раздел 3. Назвать основные закономерности вертикального распределения зоопланктона.

Показать трофические взаимоотношения в планктонном сообществе.

Перечислить факторы, обуславливающие величину продукции зоопланктона.

Показать роль зоопланктона в трофической цепи биологических сообществ.

Охарактеризовать изменения в видовом составе зоопланктона при загрязнении вод.

Раздел 4. Показать закономерности вертикального распределения фитопланктона в толще воды.

Показать закономерности вертикального распределения зоопланктона в толще воды.

Охарактеризовать особенности литоральных и донных сообществ гидробионтов.

Назвать факторы, влияющие на распределение морской фауны.

Раздел 5. Дать определение понятия «морская экосистема».

Дать определение понятия «первичная продукция».

Назвать основные компоненты морской экосистемы.

Назвать факторы, обуславливающие величину первичной продукции

Перечислить внешние факторы, воздействующие на состояние морских экосистем.

Назвать лимитирующие факторы развития экосистемы.

Дать определение понятия «видовое разнообразие». Как определяется показатель видового разнообразия?

Назвать факторы, обеспечивающие высокий показатель видового разнообразия в экосистеме.

Назвать основные признаки развивающейся экосистемы.

Назвать основные признаки зрелой экосистемы.

Проанализировать устойчивость к внешнему воздействию развивающихся и зрелых экосистем.

Проанализировать условия, способствующие развитию чужеродных вселенцев в морях.

Показать, как отразилось на экосистемах Черного и Азовского морей вселение гребневика.

Охарактеризовать последствия для морских экосистем при превышении критических концентраций загрязняющих веществ.

Раздел 6. Основные принципы оценки состояния морских экосистем.

Принципы нормирования предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ.

Охарактеризовать по степени воздействия масштабы экологических последствий в морях.

Обосновать преимущество экосистемного подхода в оценке степени внешнего воздействия на морскую среду.

Раздел 7. Сформулировать основные принципы математического моделирования морских экосистем.

Назвать основные физические, химические и биологические характеристики, необходимые для создания математической модели экосистемы.

Примерный перечень тем рефератов:

Естественная изменчивость морских экосистем.

Изменение морских экосистем под влиянием климатических изменений.

Основные экологические проблемы морей и океанов.

Последствия воздействия на экосистемы антропогенных факторов.

Экологические последствия загрязнения морской среды.

Основные риски при развитии морских нефтегазодобывающих комплексов.

Перспективные направления освоения шельфовой зоны морей и возможные последствия их влияния на экологическое состояние.

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Устный зачет

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Предмет изучения морской экологии. Место экологии среди естественных наук.

2. Понятие «экосистема», ее основные компоненты.

3. Абиотические компоненты экосистемы.

4. Круговороты питательных веществ (биогеохимические круговороты) в морях.

5. Трофическая структура экосистемы. Поток энергии в экосистеме. Основные типы трофических пирамид.

6. Внешние факторы воздействия на состояние морских экосистем и внутренние причины колебаний экосистемного развития.

7. Величина концентрации кислорода как показатель состояния экосистемы

8. Влияние гидролого-гидрохимических условий на функционирование морских экосистем.

9. Основные факторы, определяющие продуктивность экосистем.

10. Влияние динамики вод на функционирование морских экосистем.

11. Прибрежный апвеллинг. Его значение для морских экосистем.

12. Влияние потока биогенных веществ из донных осадков на продукцию фитобентоса.

13. Проявление законов термодинамики в экосистемах.

14. Популяция, ее характеристики.

15. Экологическая сукцессия, предпосылки развития.

16. Лимитирующие факторы развития экосистем. Закон минимума Ю.Либиha.

17. Закон толерантности В. Шелфорда. Пределы толерантности гидробионтов разного уровня организации.

18. Устойчивость морских экосистем к внешним воздействиям, основы их саморегулирования.

19. Агрегация и изоляция гидробионтов. Закон Олли.

20. Значение бактерий в экосистеме.

21. Основные представители фитопланктонного сообщества.

22. Основные представители зоопланктонного сообщества.
23. Основные типы океанических экосистем.
24. Особенности литоральной экосистемы
25. Вертикальная зональность в распределении жизни в океане.
26. Влияние химического и теплового загрязнения на морские экосистемы.
27. Экологическое значение буферной емкости морских вод.
28. Принципы экосистемного моделирования.
29. Принципы экологического мониторинга морей.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (РО)

РО и соответствующие виды оценочных средств	Оценка	Незачет	Зачет
Знания (вид оценочных средств: устные опросы по основным проблемам морской экологии).		Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: устные опросы и контрольная работа по вопросам сбора и анализа гидролого-гидрохимическую и биологическую информацию о морском объекте для оценки его экологического состояния).		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) (виды оценочных средств: устные опросы, контрольная работа по навыкам оценки экологического состояния морского объекта и прогноза на основании имеющейся гидрологической, гидрохимической и гидробиологической информации).		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:

Губанов Е.П., Спиридонова Е.О., Панов Б.Н. Экология моря. М.: Изд-во Моркнига, 2017.–275 с.

Дроздов В.В. Общая экология. СПб.: РГГМУ, 2011. – 412 с.

Одум Ю. Экология. В 2-х т. М.: Мир, 1986. Т. 1 – 328 с., т. 2 – 376 с.

Полякова А.В. Гидрометеорологические основы охраны окружающей среды. Загрязнение океанов и морей и его последствия. М.: Географический ф-т МГУ, 2011. – 152 с.

б) дополнительная литература:

Виноградов М.Е., Сапожников В.В., Шушкина Э.А. Экосистема Черного моря. М.: Наука, 1992. – 177 с.

Зенкевич Л.А. т. 1 Избранные труды. Биология северных и южных морей СССР.– 339 с.; т. 2 Биология океана. – 244 с. М.: Наука, 1977.

Комплексные исследования экосистемы Белого моря. Под ред. В.В.Сапожникова М.: Изд-во ВНИРО, 1994. – 124 с.

Комплексные исследования экосистемы Берингова моря. Под ред. Б.Н. Котенева и В.В.Сапожникова. М.: Изд-во ВНИРО, 1995. – 412 с.

Океанология. Биология океана. т. 1 Биологическая структура океана. М.: Наука, 1977. – 398 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 с доской и мелом, мультимедийным проектором для проведения занятий.

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 им. М.В.Ломоносова,
географический факультет,
кафедра океанологии

Эксперт:

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

Институт океанологии
им. П.П. Ширшова РАН