

«УТВЕРЖДАЮ»
 Декан биологического факультета МГУ
 Академик М.П.Кирпичников
 2016 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): «**Экология морского макробентоса**»
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – **Гидробиология и Экология**.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (осенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре гидробиологии)
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1: <i>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i>	Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

	междисциплинарных областях Код B2 (УК-1)
УК-2 <i>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.</i>	Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код 31 (УК-2)
УК-3: <i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>	Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код B2 (УК-3)
УК-4: <i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i>	Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код B1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32 (УК-4)
ОПК-1 <i>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i>	Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 академических часа, из которых 24 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часа занятий лекционного типа) и 48 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий и написание реферата).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: гидробиологию, основы ботаники, физиологии растений, общей экологии (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований.

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа результатов экспериментальных и полевых исследований свою точку зрения в вопросах структуры и функционирования сообществ фотоавтотрофных организмов в водных экосистемах и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области продукционной гидробиологии и альгологии, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ И ГИДРОБИОЛОГИЯ. Абиотические факторы среды и биотические факторы - матрица существования донных сообществ. Экологические группы гидробионтов. Размерные и таксономические группы бентоса. Понятие и типы донных биотопов. Влияние солености, глубины, освещенности, течения, температуры, кислородного режима, кислотности и солевого состава. Гидрохимия и физика моря.	16	5					5	8	3	11
ОРГАНИЗАЦИЯ СООБЩЕСТВ И ЭКОСИСТЕМ. Размерность - микробентос, мейобентос, макробентос. Континуум. Фракталы. Упорядоченность и хаос в организации	17	6					6	8	3	11

экосистем. Факторы структурирующие экосистему. Эмерджентные свойства экосистемы. Сообщества литорали, сублиторали, абиссали, общая схема распределения морского бентоса по глубине. Сообщества илов и песков, камней и скал, коралловых рифов. Фауна мягких субстратов - илистая и илисто-песчаная литораль и сублитораль. Сообщества хемобиоса.										
СТРУКТУРНАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ. Пространственная организация экосистем. Временная организация экосистем. Экологическая сукцессия и колонизация. Самоорганизация экосистем. Уровни организма, популяции, сообщества и экосистемы. Особенности обитания на дне и в толще воды. Типы питания и приспособления к ним. Автотрофы: фото- и хемоавтотрофы. Гетеротрофы: фитофаги и соскребатели, фильтраторы, собирающие детритофаги, грунтоеды. Хищники.	17	6					6	8	3	11
ЭКОМОРФОЛОГИЯ И АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ СРЕДЫ Фауна твердых субстратов - каменистая и каменисто-песчаная литораль и	18	6					6	8	4	12

сублитораль, скалы. Адаптация к мощным течениям и истиранию. Адаптация к дефициту кислорода и мягким/илистым субстратам. Особенности морфологии и физиологии организмов бентоса для существования в сублетальных и летальных концентрациях токсических веществ. Дыхание донных организмов, проблемы и приспособления.										
ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР ПО ПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ. Роль внутренних и внешних факторов в функционировании популяций и экосистем. Основные географические тенденции распределения бентоса. Внутривидовые и межвидовые взаимодействия. Устойчивость экосистем. Конкуренция. Симбиоз. Паразитизм. Кооперация. Функционирование и структура популяций при высокой и низкой плотности.	16	5					5	6	5	10
Промежуточная аттестация - зачет										
Итого:	84	28					28	38	18	55

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Биология океана. Том 1. Биологическая структура океана (под ред. М.Е. Виноградова). М.: Наука. 1977. 398 с.
2. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. М.: МГУ. 1992. 208 с.
3. Бурковский И.В. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. М.: КМК. 2006. 285 с.
4. Жирков И.А. 2010. Жизнь на дне. Био-география и био-экология бентоса. М.: КМК. 453 с.
5. Константинов А.С. Общая гидробиология. 1986. М.: Высшая школа. 440 с.

Дополнительная литература:

6. Бек Т.А., 1997. Биотопическая основа распределения прибрежного макробентоса Белого моря // Океанология. Т. 37. Вып. 6. С.881-886.
7. Берникова Т.А., 1980. Гидрология и промысловая океанология. М.: Пищевая пром-сть. 240 с.
8. Бурковский И.В., Столяров А.П., 2000. Структурно-функциональная дифференциация и интеграция в морской прибрежной экосистеме // Успехи совр. биол. Т. 120. № 5. С.433.
9. Бурковский И.В., Столяров А.П., Колобов М.Ю., 1997. Пространственная гетерогенность структуры макробентоса песчано-илистой литорали Белого моря // Успехи совр. биол. Т.117. Вып.4. С.446-479.
10. Бурковский И.В., Столяров Л.П., Колобов М.Ю., 2002. Пространственная организация и функционирование морской (эстуарной) прибрежной экосистемы // Успехи совр. биол. Т. 122. Вып.4. С. 316-325.
11. Зеликман Э.А., 1977. Нетрофические регуляторные взаимоотношения у морских беспозвоночных// Океанология. Биология океана. М.: Наука. Т. 2. С.23-33.
12. Колобов М.Ю., Бурковский И.В., Удалов А.А., Столяров А.П., 2002. Пространственная организация и экологическая стратегия популяций *Priapulus caudatus* и *Halicryptus spinulosus* (Priapulida) в условиях синтопии // Зоол. журн. Т.81. Вып. 3. С. 276-284.
13. Колобов М.Ю., Бурковский И.В., 2002а. Зимнее состояние сообщества как фаза годового цикла в развитии беспозвоночных на

- литорали Белого моря // Успехи совр. биол. Т. 122. Вып. 3. С.222-226.
14. Колобов М.Ю., Бурковский И.В., 2002b. Микропространственная организация популяций *Priapulus caudatus* и *Halicryptus spinulosus* (Priapulida) в градиенте мареографического уровня // Зоол. журн., в печати.
 15. Свирежнев Ю.М., 1987. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М.: Наука. 368 с.
 16. Сидоров И. С., Гуков А.Ю., 1992. Влияние кислородного режима на условия существования зообентоса в прибрежной зоне моря Лаптевых // Океанология. Т.32. Вып.5. С.902-904.
 17. Удалов А.А., Бурковский И.В., Столяров А.П., Колобов М.Ю., 1999. Влияние организмов мейобентоса на молодь брюхоного моллюска *Hydrobia ulvae* в сообществе песчано-илистой литорали Белого моря // Океанология. Т.39. № 1. С.93.
 18. Aarnio K., Bondsorff E, Norkko A., 1998. Role of *Halicryptus spinulosus* (Priapulida) in structuring meiofauna and setting macrofauna // Mar. Ecol. Prog. Ser. V. 163. P. 145-153.
 19. Armonies W., Hellwig-Armonies M., 1992. Passive settlement of *Macoma balthica* spat on tidal flats of the Wadden sea and subsequent migration of juveniles.// Neth. J. of Sea Res.
 20. V. 29. No 4. P. 371-378.
 21. Bagarinao T., 1992. Sulfide as an environmental factor and toxicant tolerance and adaptations in aquatic organisms // J. Aquatic Toxicology. V. 24 № 1-2. P. 21-62.
 22. Barabasi A.-L., Albert R., 1999. Emergence of scaling in random networks // Science. V. 286. P. 509-511.
 23. Barabasi A.-L., Albert R., Jeong H., 1999. Mean-field theory for scale-free random networks // Physica (Amsterdam). V. 272. P. 173-187.
 24. Bleil D.F., Gunn M.E., 1978. Submergence avoidance behavior in the periwinkle *Littorina irrorata* is not due to threat of drowning // Estuaries. V. 1. № 4. P. 267.
 25. Fox L.R., 1975. Cannibalism in natural population // Ann. Rev. Ecol. Syst. V.6. P.87-106.
 26. Polis G.A., McCormick S.J., 1987. Intraguild predation and competing among desert scorpions // Ecology. V.68. No 2. P.332-343.
 27. Polis G.A., Myers C.A., Holt R.D., 1989. The ecology and evolution of intraguild predation - potential competitors that eat each other // Ann.

Rev. Ecol. Syst. V.20. P. 297-330.

28. *Wynne-Edwards V.C.*, 1962. Animal dispersion in relation to social behaviour. N.-Y.: Hafier Publ. Co., 653 p.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.intechopen.com/books/international-conference-on-applied-life-sciences/assessment-of-environmental-quality-of-coastal-fishpond-areas-using-macrobenthic-structure-multivari>

<http://www.intechopen.com/books/biodiversity-the-dynamic-balance-of-the-planet/marine-ecosystem-diversity-in-the-arabian-gulf-threats-and-conservation>

<http://www.intechopen.com/books/diversity-of-ecosystems/ecological-research-of-arctic-restricted-exchange-environments>

<http://www.intechopen.com/books/ecological-water-quality-water-treatment-and-reuse/interplay-of-physical-chemical-and-biological-components-in-estuarine-ecosystem-with-special-referen>

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Информационная база данных по морским организмам MarineSpeciesPortal(<http://species-identification.org>)

Информационная база идентификации морских организмов WorldRegisterofMarineSpecies (WoRMS) (<http://www.marinespecies.org>)

Информационная база Arctic Ocean Diversity (<http://www.arcodiv.org>)

Описание материально-технической базы.

Кафедра гидробиологии биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): старший научный сотрудник кафедры гидробиологии М.Ю. Колобов,
старший научный сотрудник кафедры гидробиологии Н.Ю. Днестровская.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Современные представления о структуре и функционировании сообществ первичных продуцентов в водных экосистемах»
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1, 0	2 1-29	3 30-59	4 60-89	5 90-100	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- - индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: технологиями оценки результатов	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет

коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)						
Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

Абиотические факторы среды и биотические факторы - матрица существования донных сообществ. Экологические группы гидробионтов. Размерные и таксономические группы бентоса. Понятие и типы донных биотопов. Влияние солености, глубины, освещенности, течения, температуры, кислородного режима, кислотности и солевого состава. Гидрохимия и физика моря.

ОРГАНИЗАЦИЯ СООБЩЕСТВ И ЭКОСИСТЕМ

Размерность - микробентос, мейобентос, макробентос. Континуум. Фракталы. Упорядоченность и хаос в организации экосистем. Факторы структурирующие экосистему. Эмерджентные свойства экосистемы. Сообщества литорали, сублиторали, абиссали, общая схема распределения морского бентоса по глубине. Сообщества илов и песков, камней и скал, коралловых рифов. Фауна мягких субстратов - илистая и илисто-песчаная литораль и сублитораль. Сообщества хемобиоса.

СТРУКТУРНАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ.

Пространственная организация экосистем. Временная организация экосистем. Экологическая сукцессия и колонизация. Самоорганизация экосистем. Уровни организма, популяции, сообщества и экосистемы. Особенности обитания на дне и в толще воды. Типы питания и приспособления к ним. Автотрофы: фото- и хемоавтотрофы. Гетеротрофы: фитофаги и соскребатели, фильтраторы, собирающие детритофаги, грунтоеды, хищники.

ЭКОМОРФОЛОГИЯ И АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ СРЕДЫ

Фауна твердых субстратов - каменистая и каменисто-песчаная литораль и сублитораль, скалы. Адаптация к мощным течениям и истиранию. Адаптация к дефициту кислорода и мягким/илистым субстратам. Особенности морфологии и физиологии организмов бентоса для существования в сублетальных и летальных концентрациях токсических веществ. Дыхание донных организмов, проблемы и приспособления.

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ

Роль внутренних и внешних факторов в функционировании популяций и экосистем. Основные географические тенденции распределения бентоса. Внутривидовые и межвидовые взаимодействия. Устойчивость экосистем. Конкуренция. Симбиоз. Паразитизм. Кооперация. Функционирование и структура популяций при высокой и низкой плотности.

ПРОГРАММА
зачета по спецкурсу «СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МОРСКИХ БЕНТОСНЫХ СООБЩЕСТВ»

1. Абиотические факторы среды как неотъемлемый элемент формирования популяций и сообществ морских донных организмов. Синергия - кумулятивный эффект воздействия нескольких факторов одновременно. Эффект компенсации факторов, закон взаимозаменяемости факторов, закон Рюбеля. Относительность компенсации фундаментальных факторов (физиологических факторов) факторов - закон незаменимости факторов Вильямса. Биотические факторы. Закон ограничивающего (лимитирующего) фактора, или закон минимума Либиха.
2. Экологические группы гидробионтов. Относительность деления на экологические группы. Нектон. Нейстон. Плейстон. Планктон. Деление планктона на бактериопланктон, зоопланктон и фитопланктон. Размерная градация планктона - фемтопланктон, пикопланктон, нанопланктон, микропланктон, мезопланктон, и мегапланктон. Организмы, входящие в выделяемые группы. Бентос и перифитон. Борьба с обрастаниями.
3. Размерные и таксономические группы бентоса. Разделение бентоса по местообитанию: обитающие в толще грунта – инфауна, передвигающиеся по поверхности грунта – онфауна, прикрепляющиеся к субстрату – эпифауна, плавающие вблизи дна – нектобентос. Деление бентоса на фитобентос и зообентос. Понятие и типы донных биотопов. Разделения организмов бентоса по размерам на микробентос, мейобентос и макробентос.
4. Адаптации бентосных организмов к разнообразным значениям солености, глубины, освещенности, скорости течения, температуры, концентрации кислорода, кислотности и солевого состава. Морфологические, физиологические или поведенческие механизмы адаптации. Гидрохимия и физика моря.
5. Особенности континуального распределения организмов. Причины возникновения континуумов. Спор между сторонниками теорий дискретного и континуального распределения видов вдоль градиентов внешней среды. Континуумы в экологической нише. Особенности фрактальной пространственной структуры популяций или сообществ. Факторы ответственные за возникновение фрактальности. Упорядоченность и хаос в организации экосистем. Факторы, структурирующие экосистему.
6. Сообщества литорали, сублиторали, батииали, абиссали, общая схема распределения морского бентоса по глубине. Сообщества илов и песков, камней и скал, коралловых рифов. Фауна мягких субстратов - илистая и иристо-песчаная литораль и сублитораль. Большой барьерный риф. Мезоамериканский барьерный риф. Амазонский коралловый риф. Сообщества хемобиоса.

7. Пространственная организация экосистем. Временная организация экосистем. Экологическая сукцессия и колонизация. Самоорганизация экосистем. Особенности обитания на дне и в толще воды.
8. Типы питания и приспособления к ним. Автотрофы: фото- и хемоавтотрофы. Гетеротрофы: фитофаги и соскребатели, фильтраторы, собирающие детритофаги, грунтоеды, хищники.
9. Взаимосвязь между бентосными сообществами и климатом Земли. Влияние изменений климата на морские донные сообщества в геологическом масштабе времени. Эффект Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Гибель коралловых рифов. «Coral bleaching» и закисление вод Мирового океана. Факторы ответственные за обесцвечивание и гибель коралловых рифов.
10. Фауна твердых субстратов - каменистые и каменисто-песчаные субстраты, скалы. Особенности морфологии и физиологии организмов бентоса - адаптация к мощным течениям и истиранию.
11. Фауна мягких субстратов - илистые и илисто-песчаные субстраты. Адаптация к дефициту кислорода и мягким/илистым субстратам. Особенности морфологии и физиологии организмов бентоса для существования в сублетальных и летальных концентрациях токсических веществ. Дыхание донных организмов, проблемы и приспособления.
12. Роль внутренних и внешних факторов в функционировании популяций и экосистем. Основные географические тенденции распределения бентоса. Внутривидовые и межвидовые взаимодействия. Устойчивость экосистем. Конкуренция. Симбиоз. Паразитизм. Кооперация. Функционирование и структура популяций при высокой и низкой плотности.