



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы

Богатыренко Е.А.


(подпись)

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Директор выпускающего
структурного подразделения

Винников К.А.


(подпись)

(И.О. Фамилия)

20 12 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метагеномный анализ микробных сообществ

*Направление подготовки 06.04.01 Биология
магистерская программа «Морская микробиология»
Форма подготовки очная*

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями *Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 06.04.01 Биология утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от «11» августа 2020 г. № 934*

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры биоразнообразия и морских биоресурсов протокол от «5» декабря 2022 г. № 4
Директор Департамента реализующего структурного подразделения
Винников К.А.

Составители: к.б.н., профессор Е.А. Богатыренко, Т.И. Дункай

Оборотная сторона титульного листа РПД

Рабочая программа пересмотрена на заседании
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на
заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного
подразделения), протокол от «___» _____202__г. №

Рабочая программа пересмотрена на заседании
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на
заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного
подразделения), протокол от «___» _____202__г. №

Рабочая программа пересмотрена на заседании
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на
заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного
подразделения), протокол от «___» _____202__г.

Рабочая программа пересмотрена на заседании
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на
заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного
подразделения), протокол от «___» _____202__г.

Рабочая программа пересмотрена на заседании
Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на
заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного
подразделения), протокол от «___» _____202__г.

Аннотация дисциплины «Метагеномный анализ микробных сообществ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы / 108 академических часа. Является дисциплиной вариательной части ОП, формируемой участниками образовательных отношений, входит в основной профессиональный модуль специальных дисциплин Б1.В.01.04, изучается на 2 курсе и завершается *зачетом* в 3 семестре. Учебным планом предусмотрено проведение практических занятий *34 часа*, а также выделены часы на самостоятельную работу студента – *74 часа*.

Язык реализации: Русский

Цель освоения дисциплины «Метагеномный анализ микробных сообществ» состоит в ориентации студентов в методах метагеномного анализа структуры и функциональных особенностей микробных сообществ.

Задачи:

1. Изучить вопросы подготовки метагеномных проб и особенностей их анализа;
2. Рассмотреть математические подходы, лежащие в основе созданных специально для этого типа данных программных продуктов;
3. Проанализировать методы секвенирования и сборки метагеномов, их аннотации и применения.

Для успешного изучения дисциплины «Метагеномный анализ микробных сообществ» должны быть сформированы следующие предварительные компетенции (уровня бакалавриата):

ОПК-2 Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания;

ОПК-3 Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности;

ОПК-4 Способен осуществлять мероприятия по охране, использованию, мониторингу и восстановлению биоресурсов, используя знание закономерностей и методов общей и прикладной экологии;

ОПК-5 Способен применять в профессиональной деятельности современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;

ОПК-6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

ОПК-8 Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.

Изучение «Метагеномный анализ микробных сообществ» фундаментально связано с другими вариативными дисциплинами ОП. Предшествующие дисциплины бакалавриата: общая биология, микробиология, биохимия, генетика и др.

Дисциплина «Метагеномный анализ микробных сообществ» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Морские микробные сообщества», «Молекулярная биология», «Биоинформатика», «Молекулярная генетика и геномика микроорганизмов» и др. дисциплинами по выбору части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Курс познакомит студентов с разнообразием данных, производимых с помощью новых технологий геномного секвенса, их особенностями, и способами их использования в решении как исследовательских, так и практических задач. Для приобретения практических навыков и более глубокого понимания теоретических основ, студентам будут даны практические задания, направленные на анализ реальных лабораторных и клинических данных.

Компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения

по дисциплине

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи	Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований Владеет навыком формулирования вывода из исследований
		УК-1.2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи	Знает отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов Умеет использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов Владеет методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов
		УК-1.3 Формирует возможные варианты решения задач	Знает основные принципы анализа и теоретические основы базовых методов метагеномного анализа; современные методы метагеномного анализа с использованием геномных прочтений; программное обеспечение, необходимое для обработки экспериментальных результатов и оформления этих результатов в виде отчетов, статей и т. п. Умеет решать различные задачи (учебные или возникающие в процессе исследовательской работы) с использованием базовых знаний по дисциплине, способность делать выводы из имеющихся данных (теоретических, экспериментальных), позволяющие прийти к решению проблемы учебного или практического плана Владеет навыками решения типовых задач по дисциплине; способность формулировать выводы из полученных обучающимся экспериментальных данных; навык самостоятельного анализа имеющейся информации; навык корректного интерпретирования экспериментального материала
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его	УК-2.1 Участвует в управлении проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных компьютерных технологий, необходимые для освоения дисциплин профессионального цикла; современные методы статистической обработки

	жизненног о цикла		<p>биологических экспериментальных данных</p> <p>Умеет формулировать проблему и предлагать пути ее решения с использованием биотехнологических методов и подходов</p> <p>Владеет навыками составления творческих проектов; навыком самостоятельного осуществления проектирования биотехнологических процессов и поиска методов решения практических задач, применения различных методов познания</p>
		<p>УК-2.2 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение</p>	<p>Знает основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности; основы проектирования и методы контроля биотехнологических процессов</p> <p>Умеет применять на практике базовые теоретические знания современной биологии, методологии современных биологических исследований; новейших достижений в области биологических исследований; использовать теоретические знания и экспериментальные навыки для самостоятельного планирования и проведения эксперимента, анализа и оформления полученных результатов</p> <p>Владеет навыками современными компьютерными технологиями при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации; приемами и методами для выполнения и решения новых идей</p>
		<p>УК-2.3 Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения</p>	<p>Знает основополагающие концепции биоинформатики и круг основных задач, которые решаются в рамках биоинформатики</p> <p>Умеет использовать основные подходы и методы биоинформатического анализа генома для решения конкретных научно-исследовательских и профессиональных задач; применять полученные знания в области молекулярной биологии и молекулярной генетики, пользоваться научной и справочной литературой в библиографических базах данных Интернета</p> <p>Владеет навыками самостоятельного анализа имеющейся информации; навык корректного интерпретирования экспериментального материала</p>

I. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: ориентация студентов студентов в методах метагеномного анализа структуры и функциональных особенностей микробных сообществ.

Задачи:

1. Изучить вопросы подготовки метагеномных проб и особенностей их анализа;
2. Рассмотреть математические подходы, лежащие в основе созданных специально для этого типа данных программных продуктов;
3. Проанализировать методы секвенирования и сборки метагеномов, их аннотации и применения.

Место дисциплины в структуре ОПОП ВО (в учебном плане): часть ОПОП, формируемая участниками образовательных отношений

Профессиональные компетенции студентов, индикаторы их достижения и результаты обучения по дисциплине

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи	Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований Владеет навыком формулирования вывода из исследований
		УК-1.2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи	Знает отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов Умеет использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов Владеет методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов
		УК-1.3 Формирует возможные варианты решения задач	Знает основные принципы анализа и теоретические основы базовых методов метагеномного анализа; современные методы метагеномного анализа с использованием геномных прочтений; программное обеспечение, необходимое для обработки экспериментальных результатов и оформления этих результатов в виде отчетов, статей и т. п. Умеет решать различные задачи (учебные или возникающие в процессе исследовательской работы) с использованием базовых знаний по дисциплине, способность делать выводы из имеющихся данных (теоретических, экспериментальных), позволяющие прийти к решению проблемы учебного или практического

			<p>плана</p> <p>Владеет навыками решения типовых задач по дисциплине; способность формулировать выводы из полученных обучающимся экспериментальных данных; навык самостоятельного анализа имеющейся информации; навык корректного интерпретирования экспериментального материала</p>
Разработка и реализация проектов	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Участвует в управлении проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>Знает методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных компьютерных технологий, необходимые для освоения дисциплин профессионального цикла; современные методы статистической обработки биологических экспериментальных данных</p> <p>Умеет формулировать проблему и предлагать пути ее решения с использованием биотехнологических методов и подходов</p> <p>Владеет навыками составления творческих проектов; навыком самостоятельного осуществления проектирования биотехнологических процессов и поиска методов решения практических задач, применения различных методов познания</p>
		УК-2.2 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	<p>Знает основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности; основы проектирования и методы контроля биотехнологических процессов</p> <p>Умеет применять на практике базовые теоретические знания современной биологии, методологии современных биологических исследований; новейших достижений в области биологических исследований; использовать теоретические знания и экспериментальные навыки для самостоятельного планирования и проведения эксперимента, анализа и оформления полученных результатов</p> <p>Владеет навыками современными компьютерными технологиями при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации; приемами и методами для выполнения и решения новых идей</p>
		УК-2.3 Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения	<p>Знает основополагающие концепции биоинформатики и круг основных задач, которые решаются в рамках биоинформатики</p> <p>Умеет использовать основные подходы и методы биоинформатического анализа генома для решения конкретных научно-исследовательских и профессиональных задач; применять полученные знания в области молекулярной биологии и молекулярной генетики, пользоваться научной и справочной литературой в библиографических базах данных Интернета</p> <p>Владеет навыками самостоятельного анализа</p>

		имеющейся информации; навык корректного интерпретирования экспериментального материала
--	--	--

II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часа (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Пр	Практические работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения

III. Структура дисциплины:

Форма обучения – *очная*.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	ОК	СР	Контроль	
1	Тема 1 Скрытый микробный мир	3	0	5					УО-1 (собеседование\устный ответ)
2	Тема 2 Секвенирование: технологии и достижения	3	0	5					
3	Тема 3 Биоинформатические подходы в метагеномике	3	0	5					
4	Тема 4 Статистический анализ микробиома	3	0	5	-	-	74	-	
5	Тема 5 Биоремедиация и метагеномика	3	0	5					
6	Тема 6 Морская метагеномика. Технологические аспекты	3	0	9					
Итого:			0	34		-	74	-	зачет

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции не предусмотрены программой

V. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (34 часов)

ТЕМА 1. СКРЫТЫЙ МИКРОБНЫЙ МИР (5 часов)

1. Новая наука метагеномики.
2. Изучение микробных сообществ в прошлом и настоящем.
3. Обзор используемых молекулярных методов в метагеномике: ПЦР, real-time ПЦР, Флуоресцентная гибридизация in situ (FISH), 16S Barcoding, рестрикционный анализ амплифицированной рибосомной ДНК (ARDRA), анализ рибосомных межгенных спейсеров (RISA), денатурирующий градиентный гель-электрофорез (DGGE) и гель-электрофорез в температурном градиенте (TGGE), полиморфизм длин рестрикционных фрагментов (T-RFLP), анализ случайной амплификации полиморфной ДНК (RAPD), ДНК-микрочип.
4. Биоразведка экологических ниш (ферменты, биосурфактанты, лекарства)

ТЕМА 2. СЕКВЕНИРОВАНИЕ: ТЕХНОЛОГИИ И ДОСТИЖЕНИЯ (5 часов)

1. Важность секвенирования ДНК. Различные подходы к секвенированию: секвенирование по Сэнгеру, Roche 454, Illumina/Solexa, SOLiD, Ion Torrent, HeliScope, Pacific Biosciences (PacBio), Oxford Nanopore.
2. Применение методов секвенирования. Роль в клинической микробиологии, вирусологии и генетике. Таргетное секвенирование, секвенирование транскриптома.

ТЕМА 3. БИОИНФОРМАТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В МЕТАГЕНОМИКЕ (5 часов)

1. Контроль качества. FASTQC, NGS QC Toolkit, Meta-QC-Chain, Genome Analysis Toolkit (GATK).
2. Сборка. Биннинг.
3. Предсказание генов и функциональная аннотация. MetaGene. Orphelia. MetaGeneMark. MetaGun. MG-RAST, Galaxy.

4. Проблемы метагеномики.

ТЕМА 4. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИКРОБИОМА (5 часов)

1. Работа с операционными таксономическими единицами (OTU). Два подхода к идентификации последовательности. Кластеризация для получения OTU. Ограничения подхода к секвенированию 16S рРНК.
2. Инструменты анализа данных биоинформатики. QIIME, mothur.
3. Таблица OTU. Таблица подсчета таксонов. Проблемы моделирования данных микробиома. Филогенетические деревья по данным метагенома.
4. Классические статистические методы и модели в исследовании микробиома.

ТЕМА 5. БИОРЕМЕДИАЦИЯ И МЕТАГЕНОМИКА (5 часов)

1. Поиск генов биодegradации. Скрининг на основе последовательности. Функциональный скрининг.
2. Возможности метагеномики в процессе очищения сточных вод. Поиск фагов, патогенных микроорганизмов, обнаружение антибиотикорезистентности.
3. Поиск микробных сообществ, использующих углеводороды и липиды.
4. Метагеномика в агрокультуре. Метагеномика как инструмент борьбы с сорняками.

ТЕМА 6. МОРСКАЯ МЕТАГЕНОМИКА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ (6 часов)

1. Методы для проведения анализа по 16S рРНК: отбор проб, фильтрация и фиксация материала, выделение ДНК, проведение ПЦР-амплификации гена 16S рРНК с последующим секвенированием нового поколения, анализ данных.
2. Методы проведения Shotgun секвенирования: особенности отбора проб, секвенирования и анализа.

3. High Coverage Expression Profiling (HiCER) микробных сообществ в океане. Метод HiCER анализа: обзор, синтез кДНК и фрагментация, пре-ПЦР фрагментов, профилирование экспрессии генов с помощью гель-электрофореза, профилирование экспрессии генов с помощью высокопроизводительного секвенирования, сравнение двух методов определения профиля экспрессии генов. Применение HiCER к исследованиям метаомики.

4. Горизонтальный перенос генов в морской среде: техническая перспектива. Механизм горизонтального переноса генов у прокариот. Мобильные генетические элементы. Методы прогнозирования горизонтально переносимых генов. Пангеном. Методы обнаружения горизонтального переноса генов и мобильных генетических элементов в метагеномных исследованиях.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Для контроля могут использоваться следующие оценочные средства:

УО-1 – индивидуальное собеседование, в основном на экзамене;

УО-2 – коллоквиум – учебное занятие в виде коллективного собеседования и дискуссии;

ПР-2 - контрольная работа;

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Скрытый микробный мир	ПК-3.1 Проводит исследования, испытания и экспериментальные работы по научно-исследовательской (научно-производственной) тематике в соответствии с утвержденным планом	Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные. Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований. Владеет навыком формулирования вывода из исследований.	УО-2	УО-1 Вопросы к зачету № 1-11

		ПК-5.3 Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных (научно-производственных) результатов	Знает отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Умеет использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Владеет методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов.		
2	Тема 2. Секвенирование: технологии и достижения	ПК-3.1 Проводит исследования, испытания и экспериментальные работы по научно-исследовательской (научно-производственной) тематике в соответствии с утвержденным планом	Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные. Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований. Владеет навыком формулирования вывода из исследований.	УО-2	УО-1 Вопросы к зачету № 12-25
		ПК-5.3 Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных (научно-производственных) результатов	Знает отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Умеет использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Владеет методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов.		
3	Тема 3. Биоинформатические подходы в метагеномике	ПК-3.1 Проводит исследования, испытания и экспериментальные работы по научно-исследовательской (научно-производственной) тематике в соответствии с утвержденным планом	Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные. Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований. Владеет навыком формулирования вывода из исследований.	УО-2	УО-1 Вопросы к зачету № 26-30

		ПК-5.3 Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных (научно-производственных) результатов	Знает отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Умеет использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Владеет методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов.		
4	Тема 4. Статистический анализ микробиома	ПК-3.1 Проводит исследования, испытания и экспериментальные работы по научно-исследовательской (научно-производственной) тематике в соответствии с утвержденным планом	Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные. Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований. Владеет навыком формулирования вывода из исследований.	УО-2	УО-1 Вопросы к зачету № 31-34
		ПК-5.3 Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных (научно-производственных) результатов	Знает отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Умеет использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Владеет методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов.		
5	Тема 5. Биоремедиация и метагеномика	ПК-3.1 Проводит исследования, испытания и экспериментальные работы по научно-исследовательской (научно-производственной) тематике в соответствии с утвержденным планом	Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные. Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований. Владеет навыком формулирования вывода из исследований.	УО-2, ПР-1	УО-1 Вопросы к зачету № 35-42

		ПК-5.3 Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных (научно-производственных) результатов	Знает отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Умеет использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Владеет методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов.		
6	Тема 6. Морская метагеномика. технологические аспекты	ПК-3.1 Проводит исследования, испытания и экспериментальные работы по научно-исследовательской (научно-производственной) тематике в соответствии с утвержденным планом	Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные. Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований. Владеет навыком формулирования вывода из исследований.	УО -2, ПР -1	УО-1 Вопросы к зачету № 43-54
	аспекты	ПК-5.3 Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных (научно-производственных) результатов	Знает отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Умеет использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов. Владеет методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов.		

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в разделе ФОС.

VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студента включает:

- 1) библиотечную или домашнюю работу с учебной литературой и конспектом лекций;
- 2) самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- 3) подготовку к практическим занятиям и лабораторным занятиям;
- 4) подготовку к экзамену.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Порядок выполнения самостоятельной работы должен соответствовать календарно-тематическому плану дисциплины, в котором установлена последовательность проведения лекций, семинаров и контрольных мероприятий.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Морские микробные сообщества»

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 – 3 недели	Работа с литературой. Подготовка к семинару по теме 1	12 ч	Работа на практических занятиях, устный ответ.
2	4 – 6 недели	Работа с литературой. Подготовка к семинару по теме 2	12 ч	Работа на практических занятиях, устный ответ.
3	7 - 9 недели	Работа с литературой. Подготовка к семинару по теме 3	12 ч	Работа на практических занятиях, устный ответ.
4	10 -12 недели	Работа с литературой. Подготовка к семинару по теме 4	12 ч	Работа на практических занятиях, устный ответ.
5	13 - 15 недели	Работа с литературой. Подготовка к семинару по теме 5	12 ч	Работа на практических занятиях, устный ответ.
6	16 - 18 недели	Работа с литературой. Подготовка к семинару по теме 6	14 ч	Работа на практических занятиях, устный ответ.
7	Экзаменационная сессия	Работа с литературой		Зачет
Итого			74 часа	

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы и критерии оценки.

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, подготовки презентаций и защиты рефератов, решения задач.

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы. Преподаватель дает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе (например, подготовка доклада и презентации по одной теме могут делать несколько студентов с разделением своих обязанностей – один готовит научно-теоретическую часть, а второй проводит анализ практики).

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения семинаров-диспутов. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме устного экзамена.

Устный опрос - наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентами, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для оценки количества и качества усвоения студентами учебного материала. Он является наиболее распространенной и адекватной формой контроля знаний учащихся, включает в себя собеседование (главным образом на экзамене и зачете), коллоквиум, доклад.

Методические указания по подготовке к семинарам-диспутам

Семинар-диспут предполагает коллективное обсуждение какой-либо проблемы с целью установления путей ее достоверного решения. Семинар-диспут проводится в форме диалогического общения участников. Он предполагает высокую умственную активность участников, прививает умение вести полемику, обсуждать материал, защищать взгляды и убеждения, лаконично и ясно излагать свои мысли. Часто семинар-диспут базируется на докладах, сообщениях по темам рефератов,

подготовленных студентами заранее, в рамках каждого практического занятия. Преподаватель объявляет вопрос и предлагает сделать сообщение на 5-7 минут одному из студентов – либо по их желанию, либо по своему выбору. После сообщения преподаватель и студенты задают вопросы и выступают с дополнениями и комментариями.

Диспут может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им и образуется как процесс диалогического общения, в ходе которого происходит формирование практического опыта обсуждения теоретических и практических проблем. В ходе полемики студенты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции. На таком семинаре студенты учатся точно выражать свои мысли и аргументировать свою точку зрения, а также выдержано опровергать оппонентов.

По всем вопросам необходимо проработать соответствующий материал из учебника, конспекта лекций, дополнительной литературы и соответствующей лабораторной работы.

Ответы на вопросы, выступления и активность студентов на занятии оцениваются текущей оценкой.

Ответы оцениваются как при устном ответе на занятиях.

Методические указания по подготовке к контрольным работам

К контрольным работам (тестированию) студент должен подготовиться особенно тщательно, так как полученная оценка идет в рейтинг. Необходимо еще раз повторить лекционный материал, прочитать нужный раздел в учебнике, вспомнить семинарскую дискуссию. Для хорошего запоминания формул, схем, терминов их нужно прописать несколько раз на бумаге. Если предполагается решение задач, полезно заранее проработать аналогичные. Рекомендуется использовать подготовленные самостоятельно студентом тезаурусы и интерактивные карты.

В контрольной работе вопросы должны быть освещены кратко, но достаточно полно. В ответе должны содержаться определение явления, процесса, структуры, перечисление наиболее характерных признаков или свойств явления,

процесса, структуры. Приветствуется схематизация ответа в виде рисунка с указанием деталей и связей.

Темы заканчивается подведением итогов преподавателем.

Методические указания по работе с литературой

Надо составить первоначальный список источников. Основой могут стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т. к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, убирать те, которые оказались не соответствующие тематике. Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

VIII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Ребриков Д. В. ПЦР в реальном времени / [Д. В. Ребриков, Г. А. Саматов, Д. Ю. Трофимов и др.]; под ред. Д. В. Ребрикова. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.- 223 с. Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:797531&theme=FEFU>
2. Ребриков Д. В. NGS высокопроизводительное секвенирование / [Д. В. Ребриков, Д. О. Коростин, Е. С. Шубина и др.] ; под ред. Д. В. Ребрикова. - Москва : Лаборатория знаний, 2015.- 232 с. Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:797569&theme=FEFU>

Дополнительная литература

1. Чернов Т.И., Холодов В.А., Когут Б.М., Иванов А.Л. Методология микробиологических исследований почвы в рамках проекта “Микробиом России”. *Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева*. 2017;(87):100-113. <https://bulletin.esoil.ru/jour/article/view/259>
2. Андронов Е.Е., Иванова Е.А., Першина Е.В., Орлова О.В., Круглов Ю.В., Белимов А.А., Тихонович И.А. Анализ показателей почвенного микробиома в процессах, связанных с почвообразованием, трансформацией органического вещества и тонкой регуляции вегетационных процессов. *Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева*. 2015;(80):83-94. <https://bulletin.esoil.ru/jour/article/view/41>
3. Анналин Ы., Кеннет С. Теоретический минимум по Big Data. Всё что нужно знать о больших данных. – Питер, 2018.
4. McGenity T. J. *Microbial Communities Utilizing Hydrocarbons and Lipids: Members, Metagenomics and Ecophysiology*. – Springer International Publishing, 2019.
file:///C:/Users/ASUS/Desktop/2019_Book_MicrobialCommunitiesUtilizingH.pdf
5. Purohit, Hemant. *Optimization and Applicability of Bioprocesses*. – Springer, 2017. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-981-10-6863-8.pdf>
6. Streit W. R., Daniel R. *Metagenomics*. – Springer New York, 2017.
file:///C:/Users/ASUS/Desktop/2017_Book_Metagenomics.pdf

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. www.school.edu.ru
2. www.sbio.info
3. www.cbio.ru
4. www.window.edu.ru
5. www.humanities.edu.ru
6. www.ecosystema.ru
7. www.zipsites.ru/books/microbiol

8. www.biotehnolog.ru
9. <http://www.twirpx.com/file/861788/>

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
4. Проект mothur <https://mothur.org/>
5. MG-RAST сервер с открытым исходным кодом для анализа метагеномных последовательностей <https://www.mg-rast.org/>
6. База данных рРНК SILVA <https://www.arb-silva.de/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. При осуществлении образовательного процесса студенты используют программное обеспечение: MicrosoftOffice (Access, Excel, PowerPoint, Word и др.), электронные ресурсы сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО" доступа к образовательным ресурсам доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ.

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины «Метагеномный анализ микробных сообществ» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного

содержания: обзорные лекции в начале семинарских занятий, семинары-коллоквиумы, самостоятельная работа студентов.

Промежуточной аттестацией по дисциплине «Метагеномный анализ микробных сообществ» является зачет.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

Семинары-диспуты – предполагает коллективное обсуждение какой-либо проблемы с целью установления путей ее достоверного решения. Семинар-диспут проводится в форме диалогического общения участников. Он предполагает высокую умственную активность участников, прививает умение вести полемику, обсуждать материал, защищать взгляды и убеждения, лаконично и ясно излагать свои мысли. Часто семинар-диспут базируется на докладах, сообщениях по темам рефератов, подготовленных студентами заранее, в рамках каждого практического занятия. Диспут может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им и образуется как процесс диалогического общения, в ходе которого происходит формирование практического опыта обсуждения теоретических и практических проблем. В ходе полемики студенты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции. На таком семинаре студенты учатся точно выражать свои мысли и аргументировать свою точку зрения, а также выдержано опровергать оппонентов.

Методические указания по работе с литературой

Надо составить первоначальный список источников. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в

компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т. к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, Первоначальный список литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, подготовки презентаций и защиты рефератов, решения задач.

При организации самостоятельной работы преподаватель должен учитывать уровень подготовки каждого студента и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при выполнении самостоятельной работы. Преподаватель дает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе (например, подготовка доклада и презентации по одной теме могут делать несколько студентов с разделением своих обязанностей – один готовит научно-теоретическую часть, а второй проводит анализ практики).

Задания для самостоятельного выполнения

1. Теоретико-типологический анализ подборки периодической литературы по изучаемой дисциплине. По проработанному материалу должны быть подготовлены 3 сообщения в семестр, которые включаются в общий рейтинг дисциплины.
2. Составление глоссария терминов по изучаемой дисциплине.
3. Подготовка реферата по теме, предложенной преподавателем или самостоятельно выбранной студентом и согласованной с преподавателем. Представление реферата в виде презентаций с использованием мультимедийного оборудования.

Семинары-коллоквиумы – коллективная форма рассмотрения и закрепления учебного материала. Коллоквиумы являются одним из видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проводятся в интерактивном режиме. На занятиях по теме коллоквиума разбираются вопросы, вместе с преподавателем проводится их обсуждение, которое направлено на закрепление материала, формирование навыков вести полемику, развитие самостоятельности и критичности мышления, на способность студентов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины. В качестве методов интерактивного обучения на коллоквиумах используются: развернутая беседа, дискуссия.

Устный опрос - наиболее распространенный метод контроля знаний студентов. При устном опросе устанавливается непосредственный контакт между преподавателем и студентами, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для оценки количества и качества усвоения студентами учебного материала. Он является наиболее распространенной и адекватной формой контроля знаний учащихся, включает в себя собеседование (главным образом на экзамене и зачете), коллоквиум, доклад.

Коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения знаний студентов. На коллоквиумах могут обсуждаться все или отдельные темы, вопросы изучаемого курса.

Критерии оценки за выступления (доклады) на коллоквиумах те же, что и при устном ответе.

Контрольные тесты. Используется бланковое или компьютерное тестирование в режиме выбора правильных ответов, установления соответствия понятий, обозначения деталей на схемах и проч.

Возможны также письменные контрольные работы в форме традиционных письменных ответов на ряд вопросов по пройденной теме, изложенной в лекциях и обсужденной на коллоквиумах. Несмотря на произвольность формы, в ответах

обязательно использование терминов, ключевых слов и понятий, а при необходимости схем и формул. По некоторым темам предлагается решение задач.

Х. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения практических занятий по дисциплине требуется аудитория с мультимедийным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Специализированная лаборатория кафедры БРиМБР: Лаборатория гидробиологических исследований</p> <p>690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L 739 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного и практического типа)</p>	<p>Мультимедийный проектор EPSON EB-2250 U; настенно-потолочный рулонный экран Lumien Master Picture (179x280 см); ноутбук; доска ученическая двусторонняя магнитная для письма мелом и маркером.</p>	<p>Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.</p>
<p>690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10) (аудитории для самостоятельной</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty. Скорость доступа в Интернет 500</p>	

работы)	Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками	
---------	---	--