



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП


(подпись)

Богатыренко Е.А.
(Ф.И.О. рук. ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой биоразнообразия и
морских биоресурсов

(название кафедры)



Адрианов А.В.

« 15 » декабря 2021 г.

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метагеномный анализ микробных сообществ

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

курс 2 семестр 3

лекции _____ час.

практические занятия _____ 34 _____ час.

лабораторные работы _____ час.

в том числе с использованием МАО _____ - / пр. _____ / лаб. _____ / сем. час./

всего часов аудиторной нагрузки 34 час.

в том числе с использованием МАО _____ час.

самостоятельная работа 74 час.

в том числе на подготовку к экзамену _____ час.

контрольные работы (количество) 2

курсовая работа / курсовой проект _____ семестр

зачет 3 семестр

экзамен _____ семестр

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 № 3 от «15» декабря 2021 г.

Заведующий кафедрой А.В. Адрианов

Составитель: к.б.н., доцент Е.А. Богатыренко, Т.И. Дункай

Владивосток

2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Метагеномный анализ микробных сообществ»

Рабочая программа дисциплины «Метагеномный анализ микробных сообществ» разработана для 2 курса направления подготовки 06.04.01 Биология, образовательной программы «Морская микробиология», в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования. Дисциплина «Метагеномный анализ микробных сообществ» входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, основной профессиональный модуль специальных дисциплин Б1.В.01.04.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 З.Е. (108 час.). Учебным планом предусмотрены практические занятия (34 час), и самостоятельная работа студента (74 час). Дисциплина «Метагеномный анализ микробных сообществ» реализуется на 2 курсе, в 3 семестре.

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 сиквенса, 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.

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.

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

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

- способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и знание механизмов гомеостатической регуляции; владеть основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем;

- способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять критический анализ	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи

	проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи
		УК-1.3 Формирует возможные варианты решения задач
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
		УК-2.2 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение
		УК-2.3 Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)	
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

1	Тема 1 Скрытый микробный мир	3	0	5	-	-	74	-	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					
5	Тема 5 Биоремедиация и метагеномика	3	0	5					
6	Тема 6 Морская метагеномика. Технологические аспекты	3	0	9					зачет
Итого:			0	34		-	74	-	

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Метагеномный анализ микробных сообществ» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

Коллоквиум-семинар

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции не предусмотрены программой

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

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 (HiCEP) микробных сообществ в океане. Метод HiCEP 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 HiCEP 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.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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 семинарским занятиям;

Порядок выполнения самостоятельной работы должен соответствовать календарно-тематическому плану дисциплины, в котором установлена последовательность проведения лекций, лабораторных работ, 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.

Критерии оценки устного ответа:

Оценка	Требования
«5 баллов»	выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличается глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, давать

	аргументированные ответы, которые логичны и последовательны.
«4 балла»	выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличаются глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, однако допускается одну-две ошибки в ответах.
«3 балла»	выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые недостаточно полно его раскрывают, отсутствует логическое построение ответа, допускает несколько ошибок.
«2 балла»	» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые показывают, что не владеет материалом темы, не может дать аргументированные ответы, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

Методические рекомендации при работе над конспектом лекций во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий следует обязательно вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. В ходе подготовки к лабораторным занятиям, тестированию и коллоквиумам необходимо изучить рекомендованную основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем

использовать собственные подготовленные учебные материалы при подготовке к коллоквиумам и экзамену.

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.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«5 баллов»	если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Логически корректное и убедительное изложение ответа.
«4 балла»	если он демонстрирует знание узловых проблем программы и основного содержания вопросов. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.
«3 балла»	если он демонстрирует фрагментарные знания, поверхностные знания важнейших вопросов; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.
«2 балла»	за незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе

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.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Для контроля могут использоваться следующие оценочные средства:

УО-1 – индивидуальное собеседование;

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

ПР-1- контрольная работа;

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			тек уц ий кон тро ль	промежуто чная аттестация

1	Тема 1. Скрытый микробный мир	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3	<p>Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные; отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов; правильность применения практических методов для выполнения работ; методы обработки информации, анализа и статистических данных; средства измерения и технологическое оборудование;</p> <p>Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований; использовать отечественные и зарубежных базы данных и системы учета научных результатов; использовать различные методы работы проводит наблюдение в полевых условиях и измерения; анализировать полученные результаты исследования; пользоваться приборами и анализировать полученные с них результаты</p> <p>Владеет навыком формулирования вывода из исследований; методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов; навыками научно-исследовательской работы при наблюдении за разными группами живых организмов на данной местности; методами учета разных групп животных; выбором средств и технологии для проведения статистического анализа эксперимента;</p> <p>применением полученных с прибора или технологического оборудования данными в своей научно-исследовательской работе</p>	УО -2	УО-1 Вопросы к зачету № 1-11
---	--	---	---	----------	---------------------------------------

2	Тема 2. Секвенирование: технологии и достижения	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3	<p>Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные; отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов; правильность применения практических методов для выполнения работ; методы обработки информации, анализа и статистических данных; средства измерения и технологическое оборудование;</p> <p>Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований; использовать отечественные и зарубежных базы данных и системы учета научных результатов; использовать различные методы работы проводит наблюдение в полевых условиях и измерения; анализировать полученные результаты исследования; пользоваться приборами и анализировать полученные с них результаты</p> <p>Владеет навыком формулирования вывода из исследований; методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов; навыками научно-исследовательской работы при наблюдении за разными группами живых организмов на данной местности; методами учетов разных групп животных; выбором средств и технологи для проведения статистического анализа эксперимента;</p> <p>применением полученных с прибора или технологического оборудования данными в своей научно-исследовательской работе</p>	УО -2	УО-1 Вопросы к зачету № 12-25
---	---	---	---	----------	--

3	Тема 3. Биоинформационные подходы в метагеномике	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3	<p>Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные; отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов; правильность применения практических методов для выполнения работ; методы обработки информации, анализа и статистических данных; средства измерения и технологическое оборудование;</p> <p>Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований; использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов; использовать различные методы работы проводит наблюдение в полевых условиях и измерения; анализировать полученные результаты исследования; пользоваться приборами и анализировать полученные с них результаты</p> <p>Владеет навыком формулирования вывода из исследований; методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов; навыками научно-исследовательской работы при наблюдении за разными группами живых организмов на данной местности; методами учета разных групп животных; выбором средств и технологи для проведения статистического анализа эксперимента;</p> <p>применением полученных с прибора или технологического оборудования данными в своей научно-исследовательской работе</p>	УО -2	УО-1 Вопросы к зачету № 26-30
4	Тема 4. Статистический анализ микробиома	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3	<p>Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные; отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов; правильность применения практических методов для выполнения работ; методы обработки информации, анализа и статистических данных; средства измерения и технологическое оборудование;</p> <p>Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований; использовать отечественные и зарубежные базы данных и системы учета</p>	УО -2	УО-1 Вопросы к зачету № 31-34

		<p>научных результатов; использовать различные методы работы проводит наблюдение в полевых условиях и измерения; анализировать полученные результаты исследования; пользоваться приборами и анализировать полученные с них результаты</p> <p>Владеет</p> <p>навыком формулирования вывода из исследований; методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов; навыками научно-исследовательской работы при наблюдении за разными группами живых организмов на данной местности; методами учетов разных групп животных; выбором средств и технологии для проведения статистического анализа эксперимента;</p> <p>применением полученных с прибора или технологического оборудования данными в своей научно-исследовательской работе</p>		
--	--	--	--	--

5	Тема 5. Биоремедиация и метагеномика	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3	<p>Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные; отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов; правильность применения практических методов для выполнения работ; методы обработки информации, анализа и статистических данных; средства измерения и технологическое оборудование;</p> <p>Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований; использовать отечественные и зарубежных базы данных и системы учета научных результатов; использовать различные методы работы проводит наблюдение в полевых условиях и измерения; анализировать полученные результаты исследования; пользоваться приборами и анализировать полученные с них результаты</p> <p>Владеет навыком формулирования вывода из исследований; методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов; навыками научно-исследовательской работы при наблюдении за разными группами живых организмов на данной местности; методами учетов разных групп животных; выбором средств и технологи для проведения статистического анализа эксперимента;</p> <p>применением полученных с прибора или технологического оборудования данными в своей научно-исследовательской работе</p>	УО -2, ПР -1	УО-1 Вопросы к зачету № 35-42
---	--------------------------------------	---	---	-----------------------	----------------------------------

6	Тема 6. Морская метагеномика. технологические аспекты	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3	<p>Знает как с помощью базовой статистики проанализировать данные; отечественные и зарубежные базы данных и системы учета научных результатов; правильность применения практических методов для выполнения работ; методы обработки информации, анализа и статистических данных; средства измерения и технологическое оборудование;</p> <p>Умеет определять объекты исследования и использовать современные методы исследований; использовать отечественные и зарубежных базы данных и системы учета научных результатов; использовать различные методы работы проводит наблюдение в полевых условиях и измерения; анализировать полученные результаты исследования; пользоваться приборами и анализировать полученные с них результаты</p> <p>Владеет навыком формулирования вывода из исследований; методом использования отечественных и зарубежных баз данных и системы учета научных результатов; навыками научно-исследовательской работы при наблюдении за разными группами живых организмов на данной местности; методами учетов разных групп животных; выбором средств и технологи для проведения статистического анализа эксперимента;</p> <p>применением полученных с прибора или технологического оборудования данными в своей научно-исследовательской работе</p>	УО -2, ПР -1	УО-1 Вопросы к зачету № 43-54
---	---	---	---	-----------------------	----------------------------------

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие

процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература (электронные и печатные издания)

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.biotechnolog.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.

VI. 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.

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.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технические средства обеспечения дисциплины:

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
Специализированная лаборатория кафедры БРиМБР: Лаборатория гидробиологических исследований 690001, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ, корпус L 739 (учебная аудитория для проведения занятий)	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.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30.

лекционного и практического типа)		
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 работы)	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 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	

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

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

По изучаемой дисциплине для текущего контроля и промежуточной (семестровой) аттестации используются следующие

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА:

УО-1 – индивидуальное собеседование по итогам презентаций результатов научных исследований;

УО-2 – семинар-диспут;

ПР-1 – контрольные работы.

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.

Критерии оценки устного ответа:

Оценка	Требования
«5 баллов»	выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличается глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, которые логичны и последовательны.
«4 балла»	выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает правильные ответы, которые отличается глубиной и полнотой раскрытия темы, умеет делать выводы и обобщения, однако допускается одну-две ошибки в ответах.
«3 балла»	выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые недостаточно полно его раскрывают, отсутствует логическое построение ответа, допускает несколько ошибок.
«2 балла»	» выставляется студенту, если он на обсуждаемые вопросы дает ответы, которые показывают, что не владеет материалом темы, не может дать аргументированные ответы, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

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.

Письменные работы

Контрольные работы - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Контрольная работа – это промежуточный этап контроля за обучаемыми с целью выявления уровня остаточных знаний. Для учащихся контрольная работа – это хорошая возможность проверить и закрепить свои знания практикой.

Тест содержит список вопросов и различные варианты ответов. Каждый вопрос оценивается в определенное количество баллов. Результат теста зависит от количества вопросов, на которые был дан правильный ответ.

Критерии оценки.

Оценка	Требования
«5 баллов»	если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области.

	Логически корректное и убедительное изложение ответа.
«4 балла»	если он демонстрирует знание узловых проблем программы и основного содержания вопросов. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.
«3 балла»	если он демонстрирует фрагментарные знания, поверхностные знания важнейших вопросов; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.
«2 балла»	за незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе

В качестве заключительного этапа промежуточной (семестровой) аттестации предусмотрен зачет.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Методические указания по сдаче зачета

Зачет – это форма проверки знаний и навыков студентов. Цель зачета – проверить теоретические знания студентов, оценить степень полученных навыков и умений. Тем самым зачеты содействуют решению главной задачи высшего образования – подготовке квалифицированных специалистов.

Зачет, как и всякая иная форма учебного процесса, имеет свои нюансы, тонкости, аспекты, которые студенту необходимо знать и учитывать. Преподаватель на зачете проверяет не столько уровень запоминания учебного материала, сколько то, как студент понимает те или иные вопросы, как умеет мыслить, аргументировать, отстаивать определенную позицию, объяснять заученную дефиницию. Таким образом, необходимо разумно сочетать запоминание и понимание, простое воспроизводство учебной информации и работу мысли.

Для того, чтобы быть уверенным на зачете, необходимо ответы на наиболее трудные, с точки зрения студента, вопросы подготовить заранее и тезисно записать. Запись включает дополнительные ресурсы памяти.

На зачете преподаватель может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Отвечая на конкретный вопрос, необходимо исходить из принципа плюрализма, согласно которому допускается многообразие концепций, суждений и мнений. Это означает, что студент вправе выбирать по дискуссионной проблеме любую точку зрения (не обязательно совпадающую с точкой зрения преподавателя), но с условием ее достаточной аргументации.

Основные критерии оценки ответа:

- 1) правильность ответов на вопросы (верное, четкое и достаточно глубокое изложение идей, понятий, фактов и т.д.);
- 2) полнота и одновременно лаконичность ответа;
- 3) новизна учебной информации, степень использования и понимания научных и нормативных источников;
- 4) умение связывать теорию с практикой, творчески применять знания к неординарным ситуациям;
- 5) логика и аргументированность изложения;
- 6) грамотное комментирование, приведение примеров, аналогий;
- 7) культура речи.

На зачете в качестве оценочного средства применяется собеседование по вопросам билетов, составленных ведущим преподавателем и подписанных заведующим кафедрой. Зачеты принимаются ведущим преподавателем.

Во время проведения зачета студенты могут пользоваться рабочей программой учебной дисциплины. В случае использования студентом средств для списывания, экзаменатор имеет право удалить студента с зачета, а в зачетную ведомость поставить неудовлетворительную оценку.

При промежуточной аттестации установлены оценки: «зачтено» и «не зачтено».

При неявке студента на зачет без уважительной причины в ведомости делается запись «не явился».

Оценки, выставленные экзаменатором по итогам зачетов, не подлежат пересмотру. Студент, не согласный с выставленной оценкой, имеет право подать заявление на имя директора Школы. В случае обоснованности поданного заявления директор Школы создает комиссию в составе трех преподавателей по соответствующей кафедре. Оценка, полученная студентом во время пересдачи экзамена комиссии, является окончательной.

Текущая и промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. В качестве заключительного этапа аттестации предусмотрен зачет.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Основные понятия науки метагеномики.
2. Изучение микробных сообществ в прошлом и настоящем.
3. ПЦР, real-time ПЦР.
4. Флуоресцентная гибридизация in situ (FISH).
5. 16S Barcoding.
6. Рестрикционный анализ амплифицированной рибосомной ДНК (ARDRA).
7. Анализ рибосомных межгенных спейсеров (RISA).
8. Денатурирующий градиентный гель-электрофорез (DGGE) и гель-электрофорез в температурном градиенте (TGGE).
9. Полиморфизм длин рестрикционных фрагментов (T-RFLP).
10. анализ случайной амплификации полиморфной ДНК (RAPD).
11. ДНК-микрочип.
12. Биоразведка экологических ниш (ферменты, биосурфактанты, лекарства).
13. Важность секвенирования ДНК. Различные подходы к секвенированию обзор.
14. Секвенирование по Сэнгеру.
15. Roche 454.
16. Illumina/Solexa.
17. SOLiD.
18. Ion Torrent.
19. HeliScope.

20. Pacific Biosciences (PacBio).
21. Oxford Nanopore.
22. Применение методов секвенирования.
23. Роль в клинической микробиологии, вирусологии и генетике.
24. Таргетное секвенирование.
25. Секвенирование транскриптома.
26. Контроль качества. FASTQC, NGS QC Toolkit, Meta-QC-Chain, Genome Analysis Toolkit (GATK).
27. Основные этапы сборки.
28. Биннинг.
29. Предсказание генов и функциональная аннотация. MetaGene. Orphelia. MetaGeneMark. MetaGun. MG-RAST, Galaxy.
30. Проблемы метагеномики.
31. Два подхода к идентификации последовательности. Кластеризация для получения OTU. Ограничения подхода к секвенированию 16S рРНК.
32. Инструменты анализа данных биоинформатики. QIME, mothur.
33. Таблица OTU. Таблица подсчета таксонов. Проблемы моделирования данных микробиома. Филогенетические деревья по данным метагенома.
34. Классические статистические методы и модели в исследовании микробиома.
35. Поиск генов биодegradации.
36. Скрининг на основе последовательности.
37. Функциональный скрининг.
38. Возможности метагеномики в процессе очищения сточных вод.
39. Поиск фагов, патогенных микроорганизмов, обнаружение антибиотикорезистентности.
40. Поиск микробных сообществ, использующих углеводороды и липиды.
41. Метагеномика в агрокультуре.
42. Метагеномика как инструмент борьбы с сорняками.
43. 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.
44. Методы проведения Shotgun секвенирования: особенности отбора проб, секвенирования и анализа.
45. High Coverage Expression Profiling (HiCEP) микробных сообществ в океане.
46. Метод HiCEP анализа: обзор, синтез кДНК и фрагментация, пре-ПЦР фрагментов, профилирование экспрессии генов с помощью гель-электрофореза,
47. Профилирование экспрессии генов с помощью высокопроизводительного секвенирования, сравнение двух методов определения профиля экспрессии генов.

48. Применение HiCER к исследованиям метаомики.
49. Горизонтальный перенос генов в морской среде: техническая перспектива.
50. Механизм горизонтального переноса генов у прокариот.
51. Мобильные генетические элементы.
52. Методы прогнозирования горизонтально переносимых генов.
53. Пангеном.
54. Методы обнаружения горизонтального переноса генов и мобильных генетических элементов в метагеномных исследованиях.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Оценочные средства для текущей аттестации

Темы для семинаров-диспутов

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 биodeградации. 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 (HiCEP) микробных сообществ в океане. Метод HiCEP анализа: обзор, синтез кДНК и фрагментация, пре-ПЦР фрагментов, профилирование экспрессии генов с помощью гель-электрофореза,

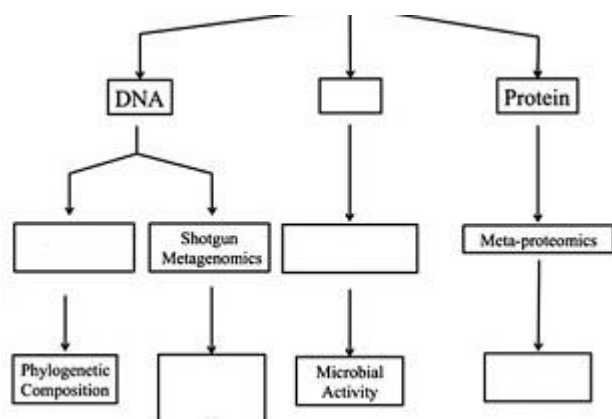
профилирование экспрессии генов с помощью высокопроизводительного секвенирования, сравнение двух методов определения профиля экспрессии генов. Применение HiCER к исследованиям метаомики.

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.

Контрольные работы

Контрольная работа №1:

1. Вставьте пропущенные данные



2. Решите кейсовую задачу.

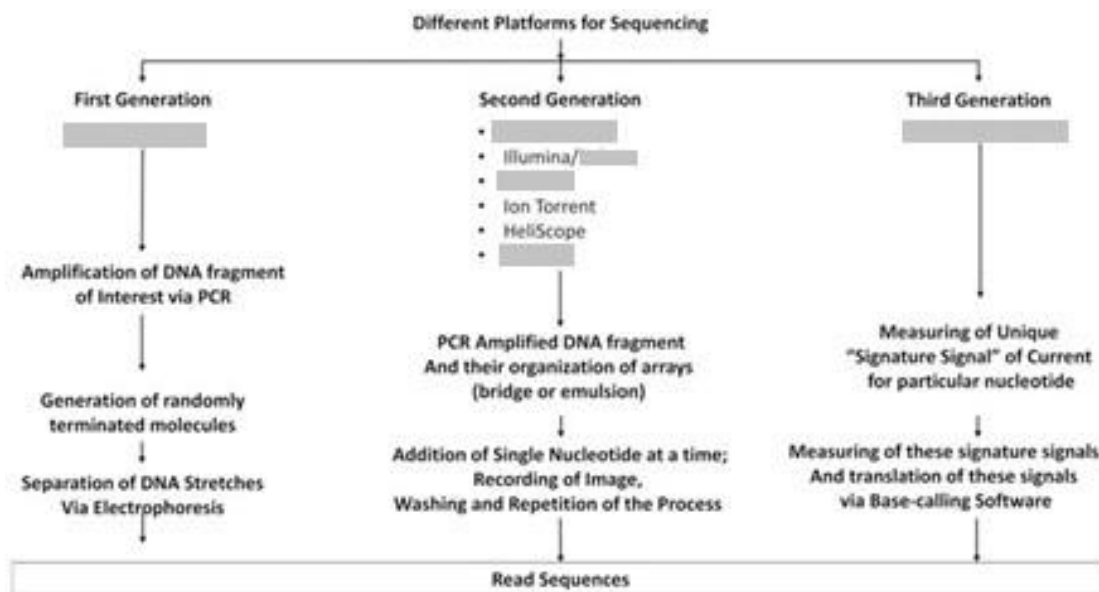
Исследователи сообщили о микробных сообществах химически загрязненных эстуарных отложений рек. Загрязняющие вещества, присутствующие в отложениях, показали, что разнообразие микробного сообщества варьируется от незагрязненных участков до загрязненных отложений. Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и нитробензол нежелательно коррелировали с бактериальной популяцией. Ведущую популяцию в осадках составляли гаммапротеобактерии. Геномная аннотация показала, что профили различных ферментов были доминирующими в эстуарных отложениях, которые значительно увеличились, например, 2-оксоглутаратсинтаза, ацетолактатсинтаза, неорганическая дифосфатаза и

аконитатгидратаза. В чем причина такого разнообразия ферментативной активности и неоднородности микробного профиля?

(Вариант ответа. Химические загрязнители эстуария могут уменьшить естественную изменчивость микробной популяции, существующей среди эстуарных отложений.)

Контрольная работа № 2:

1. Вставьте пропущенные данные



2. Решите кейсовую задачу.

С помощью метагеномного анализа сообщалось об обилии, множественности и распространении генов биodeградации в активном иле двух установок очистки сточных вод. Полученные данные показали, что обилие и множественность генов биodeградации в активном иле различаются в зависимости от очистных сооружений и времени отбора проб. Гены P450 были основными распространенными генами в процессе биodeградации. Было обнаружено, что 87 родов бактерий, которые, возможно, способны разлагать загрязняющие вещества, обычно были связаны с Proteobacteria (59,8%), Bacteroidetes (17,2%) и Actinobacteria (9,2%). Mycobacterium, принадлежащие к Actinobacteria, оказались наиболее многочисленным родом (23,4%). Для чего можно использовать полученные данные?

(Вариант ответа. Настоящий подход можно использовать для мониторинга потенциала активного ила в отношении органических загрязнителей и для оценки эффективности установки по очистке сточных вод.)