

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Теория моделирования морских экосистем» - ознакомление студентов с основными положениями теории построения моделей морской экосистемы с использованием методов системного анализа, получение теоретических основ и практических навыков построения моделей морских систем, освоение методов моделирования экологических процессов, протекающих в естественных условиях и при антропогенном воздействии.

Основные задачи дисциплины «Теория моделирования морских экосистем»:

- ознакомление с основными биохимическими процессами в морских экосистемах и уравнениями роста изолированных популяций;
- изучение этапов построения экологических моделей, методов формального упрощения сложных природных систем и методологических основ построения имитационных моделей морских экосистем;
- получение практических навыков работы с бентосной моделью для изучения биогеохимических процессов в донных отложениях;
- получение навыков работы с моделирующими системами поддержки принятия решений по сохранению морских систем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория моделирования морских экосистем» для направления подготовки 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология», профиль «Морская деятельность и комплексное управление прибрежными зонами» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины».

Дисциплина «Теория моделирования морских экосистем» с 2018 года набора изучается во 2 семестре (очное обучение) или на 2 курсе (заочное обучение) и базируется на знаниях, полученных при изучении комплекса естественнонаучных дисциплин в бакалавриате, а также на знаниях, полученных при изучении дисциплин 1 семестра/1года обучения, таких как «Специальные главы «Физики атмосферы, океана и вод суши», «Дополнительные главы математики» и пр.

Студенты 2016 года и 2017 года набора «Теорию моделирования морских экосистем» на первом курсе. Это позволяло изучать дисциплину после освоения дисциплин естественно научного комплекса бакалавриата. Однако, как показал опыт, имеющейся базовой подготовки после бакалавриата гидрометеорологической направленности или смежных областей науки не достаточно для успешного изучения «Теорию моделирования морских экосистем» уже на первом курсе.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| | |
|-------|--|
| ОК-1 | способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу |
| ОК-3 | готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала |
| ОПК-1 | готовность к коммуникации и представлению результатов в устной и письменной формах на русском и иностранных языках при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-3 | способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ |
| ОПК-4 | способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты |

| | |
|-------|---|
| | исследований |
| ОПК-5 | готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований |
| ПК-1 | понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин |

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Теория моделирования морских экосистем» обучающийся должен:

знать:

- общие понятия биохимии;
- основные положения и уравнения роста изолированной популяции;
- принципы построения имитационных моделей экосистем, подходы к формальному упрощению сложных природных систем.

уметь:

- осуществлять анализ данных наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем;
- формулировать основные уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем;
- выполнять анализ результатов моделирования экосистемных процессов и явлений в морской среде.

владеть:

- навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов;
- навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Теория моделирования морских экосистем» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

| Этап (уровень) освоения компетенции | Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня) | | | | |
|--|---|---|--|--|--|
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| минимальный | не владеет никакими навыками | Имеет слабое представление о биохимических процессах, не владеет терминологией | Способен выделять основные объекты морской системы, однако не может давать обоснование при выборе модели для расчетов. | Владеет полученными при обучении методами анализа данных наблюдений, однако не способен формулировать основные уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем | Способен формулировать основные уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем |
| | не умеет ничего | Не умеет применять знания о биохимических процессах для построения математических моделей | Допускает ошибки при анализе данных наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; не может сформулировать уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем.. | Не уверенно выполняет анализ данных наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; умеет формулировать основные уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем, допускает ошибки в анализе результатов моделирования экосистемных процессов и явлений в морской среде | Умеет анализировать данные наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; умеет формулировать основные уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем, анализировать результаты моделирования экосистемных процессов и явлений в морской среде. |
| | не знает ничего | Допускает грубые ошибки при формулировании | Знает основные физические законы, на основе которых | Знает основные принципы построения математических моделей, | Знает основные принципы построения математических моделей |

| | | | | | |
|---------|------------|--|--|---|---|
| | | уравнений математической модели | записываются уравнения экосистем, не способен применить знания для конкретного процесса в морской экосистеме. | однако не уверено их применяет. | и способен применить знания для конкретного процесса в морской экосистеме. |
| базовый | Не владеет | Не владеет навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов; не владеет навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования. навыками аналитического решения математических уравнений. | Слабо владеет навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов, навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования. | Владеет навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов, но с консультациями у преподавателя, не уверенно владеет навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования. | Владеет навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов; владеет навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования, не уверенно владеет навыками аналитического решения математических уравнений . |
| | Не умеет | Не умеет применять знание биохимических процессов для построения математических моделей. Не умеет выполнить анализ | Допускает ошибки при анализе данных наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; не может правильно сформулировать | Поверхностно выполняет анализ данных наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; умеет формулировать основные уравнения отдельных | Умеет анализировать данные наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; умеет формулировать основные уравнения отдельных модулей |

| | | | | | |
|-------------|------------|--|---|---|--|
| | | данных наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; не может сформулировать уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем. | уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем. | модулей математических моделей морских экосистем, но не всегда понимает их назначение, способен выполнить анализ результатов моделирования экосистемных процессов и явлений в морской среде | математических моделей морских экосистем, умеет анализировать результаты моделирования экосистемных процессов и явлений в морской среде. |
| | Не знает | Не знает уравнений, входящих в состав математической модели морской экосистем | Не уверено знает основные физические законы, на основе которых записываются уравнения экосистем, допускает ошибки при их интерпретации. | Знает основные принципы построения математических моделей, но не способен применить знания для описания конкретного процесса в морской экосистеме. | Знает основные принципы построения математических моделей и способен применить знания для конкретного процесса в морской экосистеме. |
| продвинутый | Не владеет | Не предусматривается | Владеет навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов, но с консультациями у преподавателя, владеет навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования. | Свободно владеет навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов, не уверенно владеет навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования. | Владеет на высоком уровне навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов; владеет навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования, уверенно владеет навыками |

| | | | | | |
|--|----------|----------------------|--|--|---|
| | | | | | аналитического решения математических уравнений . |
| | Не умеет | Не предусматривается | Умеет анализировать данные наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; правильно формулирует уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем, но допускает ошибки. | Уверенно выполняет анализ данных наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; умеет формулировать основные уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем, понимает их назначение, способен выполнить анализ результатов моделирования экосистемных процессов и явлений в морской среде | Умеет выполнить глубокий анализ данных наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; умеет формулировать основные уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем, умеет грамотно и с глубоким пониманием анализировать результаты моделирования экосистемных процессов и явлений в морской среде. |
| | Не знает | Не предусматривается | Не уверено знает теоретические подходы к построению математических моделей водных экосистем. Понимает принципы выделения областей моделирования, но не может применять элементы системного анализа для выделения | Уверено знает теоретические подходы к построению математических моделей водных экосистем. Понимает принципы выделения областей моделирования и может применять элементы системного анализа для выделения области | Уверено знает теоретические подходы к построению математических моделей водных экосистем и способен предложить альтернативные подходы. Свободно знает как применять нужный метод расчета для различных водных |

| | | | | | |
|--|--|--|------------------------|----------------|--------------------------------------|
| | | | области моделирования. | моделирования. | систем. Может подготовить статью. |
|--|--|--|------------------------|----------------|--------------------------------------|

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий
(в академических часах)

| Объём дисциплины | Всего часов | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|
| | Очная форма обучения 2017 г.н. | Очная форма обучения 2018 г.н. | Заочная форма обучения (2016, 2017 г.н.) | Заочная форма обучения (2018 г.н.) |
| | 1 семестр | 3 семестр | 1 курс | 2 курс |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 144 | 144 | 144 | 144 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего: | 54 | 36 | 12 | 14 |
| в том числе: | | | | |
| лекции | 36 | 18 | 4 | 6 |
| практические занятия | 18 | 18 | 8 | 8 |
| Самостоятельная работа (СРС) – всего: | 90 | 108 | 132 | 130 |
| в том числе: | | | | |
| контрольная работа | | | 20 | 20 |
| Вид промежуточной аттестации (экзамен) | экзамен | экзамен | экзамен | экзамен |

4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения (2017 г.н.)

| № п/п | Раздел и тема дисциплины ³ | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. | | | Формы текущего контроля успеваемости | Занятия в активной и интерактивной форме, час. | Формируемые компетенции |
|-------|---|---------|--|----------------------|-----------------|--------------------------------------|--|-------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная | | | |
| 1 | Основные понятия биохимии морской среды и и | 1 | 12 | 8 | 16 | Выступления с докладом (тема №1-4) | 4 | ОК-1 ОК-3 ОПК-1 |

| | | | | | | | | |
|---|--|-----|----|----|----|--|----|---------------------------------|
| | динамики роста популяций | | | | | и участие в дискуссии, расчетная работа №1 | | ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 |
| 2 | Принципы построения имитационных моделей экосистем | 1 | 12 | 6 | 28 | Расчетные работы №2-3 | 4 | ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 |
| 3 | Модели больших морских экосистем | 1 | 12 | 4 | 32 | Выступление с докладом (тема №5-8) и участие в дискуссии | 4 | ОК-1 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 |
| | ИТОГО | 144 | 36 | 18 | 90 | экзамен | 12 | |

Очная форма обучения (2018 г.н.)

| № п/п | Раздел и тема дисциплины ³ | Семестр | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. | | | Формы текущего контроля успеваемости | Занятия в активной и интерактивной форме, час. | Формируемые компетенции |
|-------|--|---------|--|----------------------|-----------------|---|--|---|
| | | | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная | | | |
| 1 | Основные понятия биохимии морской среды и динамики роста популяций | 3 | 6 | 8 | 16 | Выступление с докладом (тема №1-4) и участие в дискуссии, расчетная работа №1 | 4 | ОК-1 ОК-3 ОПК-1 ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 |
| 2 | Принципы построения имитационных моделей экосистем | 3 | 6 | 6 | 28 | Расчетные работы №2-3 | 4 | ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 |
| 3 | Модели больших морских экосистем | 3 | 6 | 4 | 32 | Выступление с докладом (тема №5-8) и участие в дискуссии | 4 | ОК-1 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 |
| | ИТОГО | 144 | 18 | 18 | 108 | экзамен | 12 | |

Заочная форма обучения (2016 г.н., 2017 г.н.)

| № п/п | Раздел и тема дисциплины | Курс | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. | | | Формы текущего контроля успеваемости | Занятия в активной и интерактивной форме, час. | Формируемые компетенции |
|--------------|--|------------|--|----------------------|------------------------|--|--|---|
| | | | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | | | |
| 1 | Основные понятия биохимии морской среды и динамики роста популяций | 1 | | 2 | 44 | Расчетная работа №1, контрольная работа | 2 | ОК-1 ОК-3 ОПК-1 ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 |
| 2 | Принципы построения имитационных моделей экосистем | 1 | 2 | 4 | 44 | Расчетные работы №2-3 | 4 | ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 |
| 3 | Модели больших морских и озерных экосистем. | 1 | 2 | 2 | 44 | Выступление с докладом (тема №5-8) и участие в дискуссии | 2 | ОК-1 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 |
| ИТОГО | | 144 | 4 | 8 | 132 | экзамен | 8 | |

Заочная форма обучения (2018 г.н.)

| № п/п | Раздел и тема дисциплины | Курс | Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час. | | | Формы текущего контроля успеваемости | Занятия в активной и интерактивной форме, час. | Формируемые компетенции |
|-------|---|------|--|----------------------|------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | | | |
| 1 | Основные понятия биохимии морской среды и | 2 | 2 | 2 | 42 | Расчетная работа №1, контрольная | 2 | ОК-1 ОК-3 ОПК-1 |

| | | | | | | | | |
|---|--|------------|----------|----------|------------|--|----------|---------------------------------|
| | динамики роста популяций | | | | | работа | | ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 |
| 2 | Принципы построения имитационных моделей экосистем | 2 | 2 | 4 | 44 | Расчетные работы №2-3 | 4 | ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 |
| 3 | Модели больших морских и озерных экосистем. | 2 | 2 | 2 | 44 | Выступление с докладом (тема №5-8) и участие в дискуссии | 2 | ОК-1 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 |
| | ИТОГО | 144 | 6 | 8 | 130 | экзамен | 8 | |

4.1.1 Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Основные понятия биохимии морской среды и динамики роста популяций

Биохимические круговороты элементов. Вещество и энергия в экосистемах. Особенности протекания биогеохимических реакций. Принцип "узкого места". Фотосинтез. Дыхание. Замкнутая система и хемостат. Основные положения и уравнения роста изолированной популяции. Эффект группы в регуляции плотности популяции. Смена лимитирующего фактора при моделировании роста популяций. Биогеохимические процессы, включенные в диагенетическую модель CANDI.

2. Принципы построения имитационных моделей экосистем

Основные аспекты системного подхода при моделировании экосистем. Классификация моделей экосистем. Описание пространственных потоков вещества и пространственного распределения организмов. Имитационное моделирование. Теоретическое исследование модели. Выявление чувствительности модели к отдельным параметрам, корректировка. Выработка гипотез о причинах изменений в экосистемах и выявление биологических объектов, определяющих течение процесса. Численное экспериментирование с моделью при различных сценариях воздействия на экосистему, прогноз и рекомендации по результатам моделирования.

3. Модели больших морских экосистем.

Модель экосистемы Черного моря. Экосистемная модель Азовского моря. Модель экосистемы Белого моря. Модель эвтрофикации Финского залива Балтийского моря.

4.3. Практические занятия, их содержание

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование практического занятия | Форма проведения | Формируемые компетенции |
|-------|----------------------|--|--|---|
| 1 | 1 | Исследование чувствительности бентосной (диагенетической) модели CANDI – практ.; Принцип "узкого места". Замкнутая система и хемостат. Эффект группы в регуляции плотности популяции. Смена лимитирующего фактора при моделировании роста популяций. | Выступление с докладом (тема №1 4) и участие в дискуссии | ОК-1 ОК-3 ОПК-1 ОПК-3 ОПК-4 ПК-1 |
| 2 | 1 | Моделирование круговорота фосфора с помощью моделирующей системы STEPS | Расчетная работа №1 | ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 |
| 3 | 2 | Моделирование эвтрофикации Балтийского моря с использованием моделирующей системы поддержки принятия решений MARE NEST | Расчетные работы №2-3 | ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 |
| 2 | 3 | Модели больших морских и озерных экосистем: Белого моря, Черного моря, Азовского моря, Финского залива Балтийского моря. | Выступление с докладом (тема №5-8) и участие в дискуссии | ОК-1 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 |

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

5.1 Текущий контроль

В качестве формы текущего контроля знаний студентов используются опрос и выступление с докладами по теме практических занятий, расчётные работы, а также контрольная работа (для заочной формы обучения).

а) Перечень тем докладов для выступления по теме практического занятия

Темы практических занятий (тематики докладов):

1. Принцип "узкого места";
2. Замкнутая система и хемостат;
3. Смена лимитирующего фактора при моделировании роста популяций;
4. Эффект группы в регуляции плотности популяции.;
5. Модель экосистемы Черного моря;
6. Экосистемная модель Азовского моря;
7. Модель экосистемы Белого моря;
8. Модель экосистемы Финского залива Балтийского моря.

Шкала оценивания: двухбалльная.

Критерии оценивания:

- оценка «зачтено»: студент в полном объеме представил материал по теме доклада, привлекал при подготовке к нему дополнительную литературу.

- оценка «не зачтено»: студент лишь на 50% представил материал по теме доклада, не привлекал при подготовке к докладу дополнительную литературу.

б) Расчётные работы

Практическая работа № 1. Исследование чувствительности бентосной (диагенетической) модели CANDI.

Вариант индивидуального задания формируется с учетом:

1. Концентраций химических соединений на границе раздела вода-донные отложения.
2. Заданных значений констант модели (коэффициент биоирригации, скорость протекания химических реакций, пористость донных отложений, константы адсорбции химических соединений, отношение Редфильда и проч.).

Результаты работы: вертикальные профили концентрации фосфатов, нитратов, аммония, сульфатов в поровой воде и железа твердой фазы донных отложений. Результаты предоставляются в виде графиков изменчивости концентраций с глубиной.

Критерии выставления оценки:

- оценка «зачтено»: студент получил индивидуальные значения задаваемых параметров, предоставил отчет, в котором четко сформулировал цель и задачи работы, описал ход выполнения работы, привел результаты расчетов; студент может пояснить способ получения любого результата на графике, выполнена верная интерпретация полученных результатов.

- оценка «не зачтено»: студент не получил индивидуальные значения задаваемых параметров, не предоставил письменный отчет, текст отчета не является оригинальным (является полной или более чем на 50% копией ранее сданных работ), в отчете не сформулированы цель и задачи работы, не описан ход выполнения работы, не приведены результаты расчетов; студент не может пояснить способ получения любого результата на графике, не выполнен анализ полученных результатов.

Практическая работа № 2. Исследование круговорота фосфора на основе программного пакета “ STEPS ”

Вариант индивидуального задания формируется с учетом:

1. Задания расхода притока воды в озеро.
2. Задания коэффициента икстинкции.

Результаты работы: графики изменения во времени концентраций растворенного фосфора фосфатов, рассчитанного по 4-м видам модели: простой модели, модели с учетом детрита, с учетом фитопланктона и зоопланктона.

Критерии выставления оценки:

- оценка «зачтено»: студент получил индивидуальные значения задаваемых параметров, предоставил отчет, в котором четко сформулировал цель и задачи работы, описал ход выполнения работы, привел результаты расчетов; студент может пояснить способ получения любого результата на графике, выполнена верная интерпретация полученных результатов.

- оценка «не зачтено»: студент не получил индивидуальные значения задаваемых параметров, не предоставил письменный отчет, текст отчета не является оригинальным (является полной или более чем на 50% копией ранее сданных работ), в отчете не сформулированы цель и задачи работы, не описан ход выполнения работы, не приведены результаты расчетов; студент не может пояснить способ получения любого результата на графике, не выполнен анализ полученных результатов.

Практическая работа № 3. Исследование эвтрофикации Балтийского моря с использованием моделирующей системы принятия решений MARE-NEST

Вариант индивидуального задания формируется с учетом:

3. Задания района исследований в Балтийском море.
4. Задания потоков биогенных соединений, поступающих с речным стоком с водосборной территории.
5. Задания периода проведения модельных расчетов.

Результаты работы: таблицы с расчетными данными по биохимическим потокам и величинам прозрачности вод и карты пространственного распределения биохимических характеристик в районах исследований.

Шкала оценивания: двухбалльная.

Критерии оценивания:

- оценка «зачтено»: студент получил индивидуальные значения задаваемых параметров, предоставил отчет, в котором четко сформулировал цель и задачи работы, описал ход выполнения работы, привел результаты расчетов; студент может пояснить способ получения любого результата на графике, выполнена верная интерпретация полученных результатов.

- оценка «не зачтено»: студент не получил индивидуальные значения задаваемых параметров, не предоставил письменный отчет, текст отчета не является оригинальным (является полной или более чем на 50% копией ранее сданных работ), в отчете не сформулированы цель и задачи работы, не описан ход выполнения работы, не приведены результаты расчетов; студент не может пояснить способ получения любого результата на графике, не выполнен анализ полученных результатов.

в) Содержание контрольной работы (для студентов заочной формы обучения)

Включает письменные ответы на вопросы:

1. Объяснить принцип "узкого места";
2. Дать характеристику замкнутой системе и хемостатам;
3. Рассмотреть смену лимитирующего фактора при моделировании роста популяций;
4. Охарактеризовать эффект группы в регуляции плотности популяции.

Шкала оценивания: двухбалльная.

| Критерии оценивания | Оценка |
|---|------------|
| Цель контрольной работы не достигнута, ответы на вопросы содержат отрывочные сведения, изложение материала носит несистематизированный характер, фрагментарные знания не позволяют сформировать общую картину знаний. | не зачтено |
| Цель контрольной работы достигнута, ответы полные, излагаемый материал носит систематизированный характер. | зачтено |

5.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

| Вид учебных занятий | Организация самостоятельной работы студента |
|---------------------------------------|--|
| Лекции | Проработка теоретического материала по конспектам и с использованием дополнительной литературы. Записать вопросы, вызывающие трудности, либо непонимание и задать их преподавателю на практическом занятии |
| Расчетные работы | Проработать теоретическую часть задания. Выполнить расчеты, построить графики и провести анализ полученных результатов. Подготовить отчет по работе, использовать при подготовке отчета дополнительную литературу соответствующей тематики. |
| Практические занятия | Выбрать тему из предлагаемых преподавателем. Осуществить поиск литературных источников. Использовать информационную среду океанологического факультета, созданную на базе платформы SAKAI (предварительно зарегистрироваться в SAKAI у преподавателя), профильные Интернет сайты и строго научную литературу. Подготовить материал доклада и презентацию. При подготовке презентации придерживаться определенной структуры доклада. Презентацию разместить в SAKAI |
| Контрольная работа (заочное обучение) | Подготовить письменные ответы на вопросы, опираясь на рекомендованную литературу. Предоставить материалы контрольной работы на проверку в начале сессии. В случае возврата на доработку, необходимо сдать исправленную контрольную работу на повторную проверку до экзамена. |
| Подготовка к экзамену | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекции, использовать презентации практических занятий, расчетные работы, дополнительные литературные источники. |

5.3. Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины

Цель промежуточной аттестации по дисциплине «Теория моделирования морских экосистем» оценить уровень освоения компетенций и знаний, полученных в результате изучения дисциплины. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Итоги промежуточной аттестации в виде соответствующей ведомости предоставляются в деканат для учета общей успеваемости студента. Основным критерием оценки знаний и уровня освоенности компетенций, полученных студентом в течение семестра, является умение студента оперировать знаниями и навыками, полученными в процессе изучения дисциплины для решения конкретных задач устойчивого развития прибрежных зон.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Особенности протекания биогеохимических реакций. Принцип "узкого места".
2. Перечислить основные лимитирующие рост фитопланктона факторы и пояснить их действие.
3. Замкнутая система и хемостат
4. Принцип минимума и смена лимитирующего фактора
5. Эффект группы в регуляции плотности популяции
6. Основные шаги, необходимые для построения математической экосистемной модели

7. Уравнение Моно
8. Динамические процессы, включенные в модель CANDI
9. Что такое биотурбация и биоирригация?
10. Способы задания изменения коэффициента биотурбации с глубиной
11. Диагенез соединений фосфора и железа в окислительных и восстановительных условиях.
12. Окисление органического вещества согласно схеме Моно.
13. На каких моделях основана система принятия решений NEST и что можно моделировать с ее помощью.
14. Какой параметр является характеристикой эвтрофикации вод в системе NEST и какие меры могут привести к улучшению состояния морской среды Балтийского моря.
15. Модель переноса детрита (на примере изучения радиоактивности в районе затонувшей подводной лодки).
16. Основные положения модели экосистемы Черного моря
17. Экосистемная модель Азовского моря
18. Основные положения модели экосистемы Белого моря
19. Модель экосистемы Финского залива Балтийского моря

Образцы билетов к экзамену.

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ОКЕАНОГРАФИИ ЮНЕСКО МОК И ОХРАНЫ
ПРИРОДНЫХ ВОД**

Дисциплина: Теория моделирования экосистем

Экзаменационный билет № 1

1. Особенности протекания биохимических реакций. Принцип «узкого места».
2. Уравнение Моно и его применение.

Заведующий каф. ПО ЮНЕСКО МОК и ОПВ
Т.Р. Ерёмина

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ОКЕАНОГРАФИИ ЮНЕСКО МОК И ОХРАНЫ
ПРИРОДНЫХ ВОД**

Дисциплина: Теория моделирования экосистем

Экзаменационный билет № 2

1. Эффект группы в регуляции плотности популяции.
2. Моделирование с помощью системы поддержки принятия решений NEST.

Заведующий каф. ПО ЮНЕСКО МОК и ОПВ

Т.Р. Ерёмина

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ОКЕАНОГРАФИИ ЮНЕСКО МОК И ОХРАНЫ
ПРИРОДНЫХ ВОД**

Дисциплина: Теория моделирования экосистем

Экзаменационный билет № 3

1. Механизмы биотурбации и биоирригации донных отложений.
2. Влияние физических факторов среды на эколого-физиологические характеристики популяций.

Шкала оценивания: четырехбалльная.

| Критерии оценивания | Оценка |
|--|---------------------|
| Тема не раскрыта, ответ на один из вопросов отсутствует | неудовлетворительно |
| Тема раскрыта не полностью, ответы на наводящие вопросы позволяют раскрыть тему полностью | удовлетворительно |
| Тема экзаменационных вопросов раскрыта полностью, ответы на дополнительные вопросы не полные, имеет место нечеткость формулировок. | хорошо |
| Тема раскрыта полностью, ответы на дополнительные вопросы отражают понимание роли и места обсуждаемой проблемы в системе берегопользования | отлично |

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**а) основная литература:**

1. *Алексеев В.В., Крышев И.И., Сазыкина Т.Г.* Физическое и математическое моделирование экосистем - СПб.: Гидрометеиздат, 1992.- с.313 – 323.

б) дополнительная литература:

1. *Залесный В.Б.* Моделирование морской экосистемы высокого пространственного разрешения с помощью гидроэкологической модели FRESKO [Электронный ресурс] / В.Б. Залесный, Р. Тамсалу // Известия Российской академии наук. Серия ФАО. - 2009. - Т. 45. № 1.- С. 108-122. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11687627>
2. *Леонов А.В.* Математическое моделирование трансформации и рециклинга биогенных веществ в субтропической прибрежной морской экосистеме [Электронный ресурс] / А.В. Леонов, В.И. Сухорук, М.В. Баркова // Океанология. - 2008. - Т. 48. № 4. - С. 537-552. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11032006>

в) программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7
2. Пакет прикладных программ MS Office

г) Интернет-ресурсы не предусмотрены

1. Информационная среда платформы SAKAI. Режим доступа: <http://sakai.rshu.ru>

д) профессиональные базы данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary (Договор № SU-18-12/2017-1 с ООО «РУНЭБ» от 18 декабря 2017 года)
2. Базы данных Web of Science и данных Scopus (до 31.12.2018)

е) информационные справочные системы не предусмотрены**7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|---------------------|--|
| Лекции | Написание конспекта лекции: кратко, схематично, фиксировать основные положения и выводы. Отметить трудные и/или не понятные места в объяснении преподавателем. Задать вопросы преподавателю на практическом занятии. |
| Расчетные | Записать основные цели и задачи работы. Получить индивидуальное |

| | |
|---------------------------------------|--|
| работы | задание. Проработать теоретическую часть задания. Выполнить расчеты, построить графики и провести анализ полученных результатов. Подготовить отчет по работе, использовать при подготовке отчета дополнительную литературу соответствующей тематики. |
| Практические занятия | Выбрать тему из предлагаемых преподавателем. Осуществить поиск литературных источников. Использовать информационную среду океанологического факультета, созданную на базе платформы SAKAI (предварительно зарегистрироваться в SAKAI у преподавателя), профильные Интернет сайты и строго научную литературу. Подготовить материал доклада и презентацию. При подготовке презентации придерживаться определенной структуры доклада. Презентацию разместить в SAKAI |
| Контрольная работа (заочное обучение) | Подготовить письменные ответы на вопросы, опираясь на рекомендованную литературу. Предоставить материалы контрольной работы на проверку в начале сессии. В случае возврата на доработку, необходимо сдать исправленную контрольную работу на повторную проверку до экзамена. |
| Подготовка к экзамену | При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д. |

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

| Тема (раздел) дисциплины | Образовательные и информационные технологии | Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем |
|--|---|--|
| Основные понятия биохимии морской среды и динамики роста популяций | Лекции с использованием презентаций Практические занятия Выступления с докладами Самостоятельная работа с использованием ресурсов Интернет, баз данных | Учебные материалы в информационной среде платформы SAKAI. Операционная система Windows 7 Пакет прикладных программ MS Office Электронно-библиотечная система eLibrary (Договор № SU-18-12/2017-1 с ООО «РУНЭБ» от 18 декабря 2017 года) Базы данных Web of Science и данных Scopus (до 31.12.2018) |
| Основные понятия биохимии морской среды и динамики роста популяций | Лекции с использованием презентаций Практические занятия Выступления с докладами Самостоятельная работа с | Учебные материалы в информационной среде платформы SAKAI. Операционная система Windows 7 |

| | | |
|--|---|--|
| | использованием ресурсов Интернет, баз данных Математическое моделирование | Пакет прикладных программ MS Office Электронно-библиотечная система eLibrary (Договор № SU-18-12/2017-1 с ООО «РУНЭБ» от 18 декабря 2017 года) Базы данных Web of Science и данных Scopus (до 31.12.2018) Моделирующая программная система STEPS |
| Принципы построения имитационных моделей экосистем | Лекции с использованием презентаций Практические занятия Выступления с докладами Самостоятельная работа с использованием ресурсов Интернет, баз данных Математическое моделирование | Учебные материалы в информационной среде платформы SAKAI. Операционная система Windows 7 Пакет прикладных программ MS Office Электронно-библиотечная система eLibrary (Договор № SU-18-12/2017-1 с ООО «РУНЭБ» от 18 декабря 2017 года) Базы данных Web of Science и данных Scopus (до 31.12.2018) Моделирующая программная система "MARE NEST" |

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором мультимедийного демонстрационного оборудования.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Аудитория для проведения индивидуальных консультаций, оборудована мебелью, компьютером, рабочим центром "WORKCENTER PRO 123" для печатания и копирования учебных материалов.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования, хранения учебных материалов, литературы, ноутбука, переносного экрана, проектора.

Помещение для самостоятельной работы студентов оснащено специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью доступа в Интернет и электронную информационно-образовательную среду ВУЗа.