

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и охраны природных вод

Рабочая программа по дисциплине

## ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):

**Морская деятельность и комплексное управление прибрежными зонами**

Квалификация:

**Магистр**

Форма обучения

**Очная/заочная**

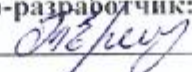
Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Морская деятельность и комплексное  
управление прибрежными зонами»

 Н.Л. Плиник

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
11 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
16 05 2019 г., протокол № 9  
Зав. кафедрой  Еремина Т.Р.

Автор-разработчик:  
 Еремина Т.Р.

Санкт-Петербург 2019

## 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» базируется на знаниях, полученных при изучении комплекса естественнонаучных дисциплин в бакалавриате, а также на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Специальные главы «Физики атмосферы, океана и вод суши», «Дополнительные главы математики» и других.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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)			
	2.	3. (минимальный)	4. (базовый)	5. (продвинутый)
ОПК-1 готовность к коммуникации и представлению результатов в устной и письменной формах на русском и иностранных языках при решении задач профессиональной деятельности	Не имеет представление о правилах изложения результатов в устной и письменной формах на русском языке при решении задач профессиональной деятельности	имеет представление о правилах изложения результатов в устной и письменной формах на русском языке при решении задач профессиональной деятельности	знает правила представления результатов в устной и письменной формах на русском языке при решении задач профессиональной деятельности	знает правила представления результатов в устной и письменной формах на русском и иностранных языках при решении задач профессиональной деятельности
	Не способен представить результаты профессиональной деятельности в устной форме на русском языке, но испытывает затруднения при изложении их в письменной форме	способен представить результаты профессиональной деятельности в устной форме на русском языке, но испытывает затруднения при изложении их в письменной форме	способен представить результаты профессиональной деятельности в устной и письменной формах на русском языке, но испытывает затруднения при изложении их в на иностранном языке	способен представить результаты профессиональной деятельности в устной и письменной формах на русском и иностранных языках
	Не владеет базовыми навыками коммуникаций в профессиональной деятельности	владеет базовыми навыками коммуникаций в профессиональной деятельности	владеет навыками эффективных коммуникаций в профессиональной деятельности	владеет навыками и имеет опыт использования эффективных коммуникаций в профессиональной деятельности

<p>ОПК-3 – способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ.</p>	<p>Имеет слабое представление о биохимических процессах, не владеет терминологией</p>	<p>Способен выделять основные объекты морской системы, однако не может давать обоснование при выборе модели для расчетов.</p>	<p>Владеет полученными при обучении методами анализа данных наблюдений, однако не способен формулировать основные уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем</p>	<p>Способен формулировать основные уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем</p>
	<p>Не умеет применять знания о биохимических процессах для построения математических моделей</p>	<p>Допускает ошибки при анализе данных наблюдений для решения конкретных задач по моделированию экосистем; не может сформулировать уравнения отдельных модулей математических моделей морских экосистем..</p>	<p>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</p>	<p>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.</p>
	<p>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.</p>	<p>Слабо владеет навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов, навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования.</p>	<p>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.</p>	<p>Владеет навыками работы с программными пакетами по моделированию экосистемных процессов; владеет навыками составления рекомендаций по использованию результатов моделирования, не уверенно владеет навыками аналитического</p>

				решения математических уравнений .
ОПК-4 способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований.	Не знает основную цель экспериментальной работы и суть решаемой проблемы в рамках моделирования морских экосистем	знает основную цель экспериментальной работы и суть решаемой проблемы в рамках моделирования морских экосистем	знает суть решаемой проблемы, возможные методы экспериментальной работы и представления результатов исследований в рамках моделирования морских экосистем	знает суть решаемой проблемы, возможные методы экспериментальной работы, способы интерпретации и представления результатов исследований в рамках моделирования морских экосистем
	Не умеет формулировать цель и задачи экспериментальной работы, испытывает затруднение при выборе метода экспериментальной работы в рамках моделирования морских экосистем	умеет формулировать цель и задачи экспериментальной работы, испытывает затруднение при выборе метода экспериментальной работы в рамках моделирования морских экосистем	умеет ставить цель и задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы в рамках моделирования морских экосистем	умеет ставить цель и задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы и планировать ожидаемые результаты исследований в рамках моделирования морских экосистем
	Не владеет навыками представления результатов исследований в рамках моделирования морских экосистем	владеет навыками представления результатов исследований в рамках моделирования морских экосистем	владеет навыками представления и обобщения результатов исследований в рамках моделирования морских экосистем	владеет навыками обобщения, систематизации, интерпретации и представления результатов исследований в рамках моделирования морских экосистем

ОПК-5 готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	Не имеет представление о правилах предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования в рамках моделирования морских экосистем	имеет представление о правилах предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования в рамках моделирования морских экосистем	знает правила предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования в рамках моделирования морских экосистем	знает правила предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования и направления ее возможного внедрения в рамках моделирования морских экосистем
	Не умеет делать выводы, но испытывает затруднения при разработке практических рекомендации по использованию результатов научных исследований в рамках моделирования морских экосистем	умеет делать выводы, но испытывает затруднения при разработке практических рекомендации по использованию результатов научных исследований в рамках моделирования морских экосистем	умеет делать выводы и разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований в рамках моделирования морских экосистем	умеет аргументированно делать выводы, разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований и готов способствовать их внедрению в рамках моделирования морских экосистем
	Не владеет профессиональной терминологией в рамках моделирования морских экосистем	владеет профессиональной терминологией в рамках моделирования морских экосистем	владеет профессиональной терминологией и навыками разработки практических рекомендации по использованию результатов научных исследований в рамках моделирования морских экосистем	владеет профессиональной терминологией и навыками разработки и внедрения практических рекомендации по использованию результатов научных

				исследований в рамках моделирования морских экосистем
ПК-1 Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин	Не знает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимые при моделировании морских экосистем	знает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимые при моделировании морских экосистем	знает и понимает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимые при моделировании морских экосистем	знает и понимает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин и дисциплин из смежных областей, необходимые при моделировании морских экосистем
	Не умеет применить в научной деятельности знания фундаментальных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимые при моделировании морских экосистем	умеет применить в научной деятельности знания фундаментальных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимые при моделировании морских экосистем	умеет применить в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимые при моделировании морских экосистем	умеет использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин во взаимосвязи с другими областями знаний, необходимые при моделировании морских экосистем
	Не владеет терминологией фундаментальных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимой при моделировании морских экосистем	Владеет терминологией фундаментальных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимой при моделировании морских экосистем	владеет навыками применения и творческого использования в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимых при моделировании морских экосистем	владеет комплексным подходом к использованию в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимых при моделировании морских экосистем



	экосистем	моделировании морских экосистем	прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимые при моделировании морских экосистем	фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин, необходимые при моделировании морских экосистем
--	-----------	---------------------------------	---	---

#### 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	Заочная форма обучения
	3 семестр	2 курс
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>56</b>	<b>16</b>
в том числе:		
лекции	<b>28</b>	<b>8</b>
практические занятия	<b>28</b>	<b>8</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>88</b>	<b>128</b>
в том числе:		
контрольная работа		<b>20</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (экзамен)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

#### 4.1. Структура дисциплины

##### Очная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	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	СРС			

1	Основные понятия биохимии морской среды и динамики роста популяций	3	8	8	24	Выступление с докладом (тема №1-4) и участие в дискуссии, расчетная работа №1	2	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4;
2	Принципы построения имитационных моделей экосистем	3	8	6	16	Расчетная работа №2	2	ОПК-1 ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-1
3	Моделирование диагенеза в донных отложениях	3	6	6	16	Расчетная работа №3	2	ОПК-1 ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-1
4	Модели больших морских экосистем	3	6	8	32	Выступление с докладом (тема №5-8) и участие в дискуссии	2	ОПК-1; ОПК-3
	ИТОГО	144	28	28	88	экзамен	8	

#### Заочная форма обучения

№ 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	СРС			
1	Основные понятия биохимии морской среды и динамики роста популяций	2	2	2	32	Расчетная работа №1, контрольная работа	2	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4;
2	Принципы построения имитационных моделей экосистем	2	2	2	32	Расчетная работа №2	4	ОПК-1 ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-1

3	Моделирование диагенеза в донных отложениях		2	2	32	Расчетная работа №3		ОПК-1 ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-1
4	Модели больших морских и озерных экосистем.	2	2	2	32	Выступление с докладом (тема №5-8) и участие в дискуссии	2	ОПК-1; ОПК-3
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>128</b>	экзамен	<b>8</b>	

## 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.

### 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. Моделирование диагенеза в донных отложениях

Основные понятия и определения. Диагенез соединений фосфора и железа в окислительных и восстановительных условиях. Биогеохимические процессы, включенные в диагенетическую модель CANDI. Динамические процессы, включенные в модель CANDI. Биотурбация и биоирригация. Изменения коэффициента биотурбации с глубиной. Окисление органического вещества согласно схеме Моно.

### 4. 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	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	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4;
2	1	Моделирование круговорота фосфора с помощью моделирующей системы STEPS	Расчетная работа №1	ОПК-1 ОПК-4; ПК-1
3	2	Моделирование эвтрофикации Балтийского моря с использованием моделирующей системы поддержки принятия решений MARE NEST	Расчетная работа №2	ОПК-1 ОПК-4; ПК-1
4	3	Исследование чувствительности бентосной (диагенетической) модели CANDI – практ.;	Расчетная работа №3	ОПК-1; ОПК-3
2	4	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	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4;

## 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 (тематика 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 круговорота фосфора на основе программного пакета “ STEPS ”**

**Вариант индивидуального задания формируется с учетом:**

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

**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 № 2. 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 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.

**Практическая работа № 3.** 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.

-

### 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 моделирования морских экосистем.

#### 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

**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
2. Базы данных WebofScience и данных Scopus

### 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 работы	Записать основные цели и задачи работы. Получить индивидуальное 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 Базы данных WebofScience и данных Scopus

<p>Принципы построения имитационных моделей экосистем</p>	<p>Лекции с использованием презентаций          Практические занятия          Выступления с докладами          Самостоятельная работа с использованием ресурсов          Интернет, баз данных          Математическое моделирование</p>	<p>Учебные материалы в информационной среде платформы SAKAI.          Операционная система Windows 7          Пакет прикладных программ MS Office          Электронно-библиотечная система eLibrary          Базы данных WebofScience и данных Scopus          Моделирующая программная система STEPS</p>
<p>Моделирование диагенеза в донных отложениях</p>	<p>Лекции с использованием презентаций          Практические занятия          Выступления с докладами          Самостоятельная работа с использованием ресурсов          Интернет, баз данных          Математическое моделирование</p>	<p>Учебные материалы в информационной среде платформы SAKAI.          Операционная система Windows 7          Пакет прикладных программ MS Office          Электронно-библиотечная система eLibrary          Базы данных WebofScience и данных Scopus          Моделирующая программная система "MARE NEST"</p>
<p>Модели больших морских и озерных экосистем.</p>	<p>Лекции с использованием презентаций          Практические занятия          Выступления с докладами          Самостоятельная работа с использованием ресурсов          Интернет, баз данных          Математическое моделирование</p>	<p>Учебные материалы в информационной среде платформы SAKAI.          Операционная система Windows 7          Пакет прикладных программ MS Office          Электронно-библиотечная система eLibrary          Базы данных WebofScience и данных Scopus</p>

## **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.

**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.

## **10. 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