

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра комплексного управления прибрежными зонами

Рабочая программа по дисциплине

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

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»

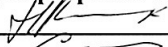
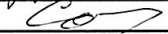
 Н.Л. Плиник

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
14 апреля 2018 г., протокол № 8
Зав. кафедрой  Плиник Н.Л.

Авторы-разработчики:

 Плиник Н.Л.
 Софьина Е.В.

Санкт-Петербург 2018

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Моделирование природных процессов» является формирование у студентов комплекса научных знаний о международных и национальных оперативных океанографических системах как современной технологии обеспечения пользователей прогностической информацией, а также формирование у студентов целостного подхода к анализу и моделированию волновых процессов в прибрежной зоне.

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление со структурой и отдельными модулями оперативной океанографической системы;
- получение представлений о различных типах гидрометеорологических данных доступных в режиме близком к реальному времени и о способах хранения, обработки и обмена информацией;
- получение представления о гидродинамическом подходе к предсказанию гидрофизических процессов в море;
- изучение основных методов ассимиляции данных наблюдений в океанологии
- изучение закономерностей формирования волновых полей в прибрежной зоне;
- изучение факторов трансформации длинных гравитационных при их выходе на мелководье;
- рассмотрение особенностей формирования волновых полей в пограничных областях океана;
- приобретение практических навыков расчета волн и волнового воздействия в прибрежной зоне;
- приобретение навыков использования практических выводов волновой теории для океанологического обеспечения хозяйственной деятельности в прибрежной зоне.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование природных процессов» для направления подготовки 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология», профиль «Морская деятельность и комплексное управление прибрежными зонами» относится к дисциплинам базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Специальные главы «Физики атмосферы, океана и вод суши», «Дополнительные главы математики».

Дисциплина «Моделирование природных процессов» читается одновременно с дисциплинами «Основы КУПЗ», «Экономика прибрежной зоны». Результаты освоения дисциплины могут быть использованы при прохождении производственной практики (научно-исследовательской работы) и для подготовки магистерской диссертации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ПК-1	понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидро-

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Моделирование природных процессов» обучающийся должен:

Знать:

- общую структуру оперативной океанографической системы и назначение ее отдельных модулей;
- современные методы сбора и передачи в режиме реального времени гидрометеорологической информации;
- основные методы и подходы к ассимиляции (усвоению) гидрометеорологических данных наблюдений;
- закономерности формирования волновых процессов в прибрежной зоне;
- влияние основных факторов трансформации волн при их выходе на мелководье;
- особенности формирования береговой зоны под воздействием волновых процессов.

Уметь:

- обработать и подготовить данные судовых наблюдений для оценки качества результатов гидродинамических прогнозов;
- выполнить ассимиляцию данных наблюдений, основанную на простых релаксационных схемах;
- оценить эффективность применяемой ассимиляционной процедуры;
- использовать практические выводы волновой теории для решения конкретных задач, связанных с обеспечением хозяйственной деятельности в прибрежной и шельфовой зоне Мирового океана;
- производить расчеты параметров ветрового волнения и его воздействия на формирования морфометрических характеристик береговой зоны;
- рассчитывать характеристики трансформации волн при подходе их к берегу;
- оценивать влияние различных факторов трансформации параметров длинных волн, необходимых для решения различных задач по океанологическому обеспечению народного хозяйства, включая задачу по обеспечению устойчивости функционирования хозяйственных объектов и безопасности населения в случае экстремальных подъемов уровня, вызванных морскими стихийными бедствиями.

Владеть:

- навыками использования систем управления гидрометеорологическими данными;
- навыками реализации гидродинамического подхода к предсказанию гидрофизических процессов в море;
- современными методами ассимиляции данных наблюдений используемых в действующих оперативных океанографических системах;
- методами расчета параметров ветровых волн в береговой зоне- методами расчета величины вдольбереговых и поперечных наносов;
- навыками управления рисками негативного воздействия от морских стихийных бедствий;
- целостными представлениями о картине формирования волновых процессов с учетом возможности качественных изменений волновых свойств при различных пространственно-временных масштабах.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Моделирование природных процессов» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Компетенция	Типы навыков	Минимальный уровень	Базовый уровень	Продвинутый уровень
ОК-1 Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать	имеет представление о принципах абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических проблем, закономерностях формирования волновых процессов в прибрежной зоне	знает принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических проблем, в том числе, закономерностей формирования волновых процессов в прибрежной зоне с учетом нелинейных и дисперсионных свойств	понимает и свободно использует принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических проблем, в том числе закономерности формирования волновых процессов в прибрежной зоне, влияние основных факторов трансформации волн при их выходе на мелководье, особенности формирования береговой зоны под воздействием волновых процессов
	уметь	имеет представление об использовании абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических проблем	умеет использовать абстрактное мышление, анализ и синтез в изучении гидрометеорологических проблем, оценивать влияние различных факторов трансформации параметров длинных волн, необходимых для решения различных задач по океанологическому обеспечению народного хозяйства	умеет и свободно применяет навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, оценивать влияние различных факторов трансформации параметров длинных волн, необходимых для решения различных задач по океанологическому обеспечению народного хозяйства, включая задачу по обеспечению устойчивости функционирования хозяйственных объектов и безопасности населения в случае экстремальных подъемов уровня, вызванных морскими стихийными бедствиями
	владеть	имеет представление подходов к анализу и синтезу в изучении гидрометеорологических проблем	владеет навыками абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических проблем	владеет и способен развивать собственные навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических проблем

ПК-1 Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин	знать	знает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин, имеет представление об общей структуре оперативной океанографической системы и назначение ее отдельных модулей;	знает и понимает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин, включая современные методы сбора и передачи в режиме реального времени гидрометеорологической информации;	знает и понимает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин и дисциплин из смежных областей, применительно к задаче, включая современные методы сбора и передачи в режиме реального времени гидрометеорологической информации; основные методы и подходы к ассимиляции (усвоению) гидрометеорологических данных наблюдений; структуру оперативной океанографической системы и назначение ее отдельных модулей.
	уметь	умеет применить в научной деятельности знания фундаментальных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин: - обработать и подготовить данные судовых наблюдений для оценки качества результатов гидродинамических прогнозов.	умеет применить в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин: - обработать и подготовить данные судовых наблюдений для оценки качества результатов гидродинамических прогнозов; - выполнить ассимиляцию данных наблюдений, основанную на простых релаксационных схемах.	умеет использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин во взаимосвязи с другими областями знаний: - обработать и подготовить данные судовых наблюдений для оценки качества результатов гидродинамических прогнозов; - выполнить ассимиляцию данных наблюдений, основанную на простых релаксационных схемах; - оценить эффективность применяемой ассимиляционной процедуры
	владеть	владеет навыками применения и творческого использования в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов, в том числе навыками обработки и подготовки данные судовых наблю-	владеет навыками применения и творческого использования в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов: - навыками использования систем управления гидрометеороло-	владеет комплексным подходом к использованию в научной деятельности, знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин:

		дений для оценки качества результатов гидродинамических прогнозов.	гическими данными; - современными методами ассимиляции данных наблюдений используемых в действующих оперативных океанографических системах.	- навыками использования системам управления гидрометеорологическими данными; - навыками реализации гидродинамического подхода к предсказанию гидрофизических процессов в море; - современными методами ассимиляции данных наблюдений используемых в действующих оперативных океанографических системах.
--	--	--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 216 часов, 6 зачетных единиц. Читается в течение двух семестров (курсов).

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

Объем дисциплины	Всего часов					
	Очная форма обучения		Заочная форма обучения (2016 г.н., 2017 г.н.)		Заочная форма обучения (2018 г.н.)	
	2 семестр	3 семестр	1 курс	2 курс	1 курс	2 курс
Общий объем дисциплины (часы)	108	108	108	108	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	48	36	8	12	10	12
в том числе:						
лекции	16	18	4	4	6	4
практические занятия	32	-	-	8	-	8
лабораторные работы	-	18	4	-	4	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	60	72	100	96	98	96
в том числе:						
контрольная работа			20	20	20	20
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	экзамен	экзамен	экзамен	экзамен

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	Лабораторные работы, практические занятия	Самостоятельная работа			
Часть 1. «Оперативная океанология»								
1	Оперативные океанографические системы	2	4	- 8	12	Выступление с докладом	8	ОК-1, ПК-1
2	Современные системы сбора и передачи гидрометеорологических данных. Базы океанографических данных и системы управления данными.	2	4	- 8	14	Выступление с докладом	6	ОК-1, ПК-1
3	Основные принципы гидродинамического подхода к предсказанию океанологических процессов	2	4	- 8	10	Выступление с докладом	6	ОК-1, ПК-1
4	Основные факторы трансформации длинных волн при их выходе на мелководье	2	4	- 8	24	Выступление с докладом	6	ОК-1, ПК-1
Часть 2. «Волновые процессы в прибрежной зоне»								
5	Шельф как топографическая пограничная область океана	3	6	6 -	20	Выступление с докладом	6	ОК-1, ПК-1
6	Роль волновых процессов в формировании морфометрических характеристик прибрежной зоны	3	4	4 -	18	Выступление с докладом	4	ОК-1, ПК-1
7	Основы гидродинамического моделирования волновых процессов	3	2	4 -	16	Лабораторная работа №1	2	ОК-1, ПК-1
8	Проблема затоп-	3	6	4 -	18	Лабораторная	2	ОК-1, ПК-1

	ления сухого берега					торная работа №2		
	ИТОГО		34	18 32	132		40	

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	Лабораторные работы, практические занятия	Самостоятельная работа			
Часть 1. «Оперативная океанология»								
1	Оперативные океанографические системы	1	2		50	Задание №1 контрольной работы		ОК-1, ПК-1
2	Современные системы сбора и передачи гидрометеорологических данных. Базы океанографических данных и системы управления данными.	1	2	4 –	50	Задание №2 контрольной работы, лабораторная работа №3	4	ОК-1, ПК-1
3	Основные принципы гидродинамического подхода к предсказанию океанологических процессов	1			50	задание №3 контрольной работы		ОК-1, ПК-1
4	Основные факторы трансформации длинных волн при их выходе на мелководье	1			50	Задание №4 контрольной работы		ОК-1, ПК-1
Часть 2. «Волновые процессы в прибрежной зоне»								

5	Шельф как топографическая пограничная область океана	2	2	– 4	24	Выступление с докладом	4	ОК-1, ПК-1
6	Роль волновых процессов в формировании морфометрических характеристик прибрежной зоны	2		– 4	24	Выступление с докладом	4	ОК-1, ПК-1
7	Основы гидродинамического моделирования волновых процессов	2	2		24	Контрольная работа (Ч.2)		ОК-1, ПК-1
8	Проблема затопления сухого берега	2			24	Контрольная работа (Ч.2)		ОК-1, ПК-1
ИТОГО			8	12	196		12	

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	Лабораторные работы, практические занятия	Самостоятельная работа			
Часть 1. «Оперативная океанология»								
1	Оперативные океанографические системы	1	2		48	Задание №1 контрольной работы		ОК-1, ПК-1
2	Современные системы сбора и передачи гидрометеорологических данных. Базы океанографических данных и системы управле-	1	2	4 -	50	Задание №2 контрольной работы, лабораторная работа	4	ОК-1, ПК-1

	ния данными.					№3		
3	Основные принципы гидродинамического подхода к предсказанию океанологических процессов	1	2		50	задание №3 контрольной работы		ОК-1, ПК-1
4	Основные факторы трансформации длинных волн при их выходе на мелководье	1			50	Задание №4 контрольной работы		ОК-1, ПК-1
Часть 2. «Волновые процессы в прибрежной зоне»								
5	Шельф как топографическая пограничная область океана	2	2	- 4	24	Выступление с докладом	4	ОК-1, ПК-1
6	Роль волновых процессов в формировании морфометрических характеристик прибрежной зоны	2		- 4	24	Выступление с докладом	4	ОК-1, ПК-1
7	Основы гидродинамического моделирования волновых процессов	2	2		24	Контрольная работа (Ч.2)		ОК-1, ПК-1
8	Проблема затопления сухого берега	2			24	Контрольная работа (Ч.2)		ОК-1, ПК-1
	ИТОГО		10	4 8	194	экзамен	12	

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 с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

4.2. Содержание разделов дисциплины

Часть 1. «Оперативная океанология»

1. Оперативные океанографические системы

Оперативная океанографическая система - современная технология обеспечения информацией о состоянии океанов и морей в удобной для пользователя форме. Общая структура оперативной океанографической системы. Оперативные системы наблюдения за океаном. Глобальная и региональные оперативные системы наблюдений за океаном.

2. Современные системы сбора и передачи гидрометеорологических данных. Базы океанографических данных и системы управления данными

Данные наблюдений научно-исследовательских судов, специализированных океанологических экспериментов. Дрифтеры (Argo, SVP), данные буйковых измерений. Наблюдения от сети гидрометеорологических прибрежных станций и постов, рейдовых станций. Автоматизированные системы измерений («АКВАЛОГ»), в том числе устанавливаемых на регулярно курсирующих паромах (Ferry Boxes). Данные спутникового зондирования: видимый, ИК, радиолокационный диапазоны, альтиметрия. Передача данных в режиме близком к реальному времени. Базы океанографических данных, МЕТА данные, базы спутниковых данных измерений, информационные продукты. Системы обмена и управления данными наблюдений.

3. Основные принципы гидродинамического подхода к предсказанию океанологических процессов

Система оперативного прогнозирования: ансамбли гидродинамических моделей, ассимиляция натурных данных, оценка качества и оправданности прогнозов. Гидродинамические модели прогноза различных элементов морских систем: термохалинных полей и структуры, течений, волнения, ледовых явлений. Примеры использования гидродинамических моделей для прогноза в конкретных географических объектах. Концепция проблемы ассимиляции (усвоения) данных наблюдений. Основные понятия и определения. Современные методы ассимиляции данных. Усвоение спутниковой информации. Примеры ассимиляции гидрометеорологических данных в существующих оперативных системах.

4. Основные факторы трансформации длинных волн при их выходе на мелководье

Уравнение бегущей волны. Прогрессивные и стоячие волны. Общие волновые свойства. Фазовая и групповая скорости. Глубокое и мелкое море. Рефракция и ее роль в формировании волнового режима в прибрежной зоне. Лучевая теория и построение рефракционных диаграмм. Отражение. Резонансные эффекты. Эффект Грина. Схема цунамирайонирования, как инструмент управления рисками.

Часть 2. «Волновые процессы в прибрежной зоне»

5. Шельф как топографическая пограничная область океана

Гравитационные и градиентно-вихревые волны. Роль вращения Земли в формировании волновых процессов. Баротропный и бароклинный радиус деформации Россби. Дисперсионное соотношение волн с учетом вращения. Короткие и длинные волны Пуанкаре. Соотношение фазовых и групповых скоростей, кинетической и потенциальной энергии для коротких и длинных волн Пуанкаре. Понятие о пограничных областях Мирового океана. Топографическая, фронтальная и экваториальная пограничные области. Принципы их выделения. Механизмы топографического захвата волновой энергии. Теория баротропных волн у прямолинейного берега. Захваченные и излученные волны. Обобщенная дисперсионная диаграмма и ее анализ. Свойства краевых и шельфовых волн

6. Роль волновых процессов в формировании морфометрических характеристик прибрежной зоны

Основные морфометрические элементы прибрежной зоны. Типы волнового воздействия. Статистическое описание ветрового волнения. Режимные характеристики ветрового волнения и их использование для расчетов потока наносов. Зона волнового обрушения. Зона прибоя. Понятие критической глубины. Поперечный поток наносов. Нейтральная линия. Профиль равновесия. Волновая составляющая вдольберегового потока наносов. Особенно-

сти формирования береговой зоны в приливных морях.

7. Основы гидродинамического моделирования волновых процессов

Уравнения теории мелкой воды. Формулирование длинноволновой модели. Типы граничных условий. Условия непротекания и излучения. Вариационное граничное условие подвижной стенки. Вывод неоднородного граничного условия для жидкого контура. Пример задания начальных условий с учетом подвижки дна (моделирование цунами). Примеры конечно-разностных схем для численного моделирования линейных волн. Понятие об устойчивости и сходимости.

8. Проблема затопления сухого берега

Математическая постановка волновой задачи. Накат длинных волн на сухой берег. Критерий обрушения волны и его физический смысл. Линейная теория наката волн на сухой берег. Особенности численного моделирования наката волн. Управление рисками экстремальных подъемов уровня. Зонирование береговой зоны.

4.3. Практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины (тема)	Тематика практических, лабораторных занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Действующие оперативные океанографические системы Балтийского моря	Выступление с докладом, обсуждение	ОК-1, ПК-1
2	2	Контактные и дистанционные данные наблюдений	Выступление с докладом, обсуждение	ОК-1, ПК-1
3	2	Мировые базы океанографических данных	Выступление с докладом, обсуждение	ОК-1, ПК-1
4	3	Гидродинамическое прогнозирование и проблема ассимиляция данных наблюдений	Выступление с докладом, обсуждение	ОК-1, ПК-1
5	4	Океанологические аспекты проблемы цунами	Выступление с докладом, обсуждение	ОК-1, ПК-1
6	5	Краевые и шельфовые волны Обобщенная дисперсионная диаграмма длинноволновых движений в океане.	Выступление с докладом, обсуждение	ОК-1, ПК-1
7	6	Роль океанологических процессов в формировании прибрежных ландшафтов.	Выступление с докладом, обсуждение	ОК-1, ПК-13
8	7	Разработка численной модели для расчета распространения длинной волны в канале переменного сечения.	Лабораторная работа №1	ОК-1, ПК-1
9	8	Оценка затопления сухого берега при выходе волны цунами на сухой берег	Лабораторная работа №2	ОК-1, ПК-1
1	2	Анализ гидрологических данных доступных в режиме близком к реальному времени	Лабораторная работа №3 (для за-	ОК-1, ПК-1

			очной формы обучения)	
--	--	--	----------------------------------	--

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Программой дисциплины «Моделирование природных процессов» в целях проверки качества усвоения материала студентами предусматривается проведение текущего контроля и промежуточной аттестации.

Целью текущего контроля является определение степени достижения учебных целей по дисциплине. В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются результаты выступления на практических занятиях, выполнения лабораторных работ. Проведение практических занятий носит интерактивный характер, что позволяет использовать их как инструмент оценки текущего уровня освоения материала.

Промежуточная аттестация по итогам освоения разделов дисциплины «Моделирование природных процессов» проводится в виде двух экзаменов, соответственно во 2-ом и 3-ем семестрах для очной формы обучения и на 1 и 2 курсах заочной формы обучения. Результаты экзаменов оцениваются по четырехбалльной системе и заносятся в соответствующие ведомости по учету успеваемости, хранящиеся в деканате.

В рамках самостоятельной работы студенты осуществляют подготовку к практическим занятиям, оформление результатов лабораторных работ, а также выполнение контрольной работы (для студентов заочной формы обучения).

5.1. Текущий контроль

Целью текущего контроля является определение степени достижения учебных целей по дисциплине. В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются результаты выступления с докладом, выполнение лабораторных работ, а также контрольная работа (для студентов заочной формы обучения).

а) Перечень тем докладов по дисциплине «Моделирование природных процессов»

Часть 1. «Оперативная океанология»

1. Тема практического занятия: Действующие оперативные океанографические системы Балтийского моря. **Темы докладов:**

- Оперативная океанографическая система Балтийского моря BOOS;
- Гидродинамическая модель HIROMB (SMHI) Шведского метеорологического и гидрологического института;
- Гидродинамическая модель BSHcmод (DMI) Датского метеорологического института;
- Атмосферная модель HIRLAM;
- Оперативная океанографическая система Финского залива GULFOOS;
- Модели ледового блока;
- Перспективы развития новой оперативной системе на основе модели NEMO.

2. Тема практического занятия: Контактные и дистанционные данные наблюдений. **Темы**

докладов:

- Автономные буйковые станции;
- Флот Argo;
- Дрифтеры;
- Спутниковая поверхностная температура моря (SST);
- Спутниковая альтиметрия;
- Средняя динамическая топография поверхности моря.

3. Тема практического занятия: Мировые базы океанографических данных. **Темы докладов:**

- Основные принципы, структура цели и задачи построения мировых баз данных океанологической информации;
- ЕСИМО;
- MyOcean;
- SeaDataNet;
- AVISO;
- OceanColor.

4. Тема практического занятия: Гидродинамическое прогнозирование и проблема ассимиляции данных наблюдений. **Темы докладов:**

- Понятие о системе оперативного прогнозирования;
- Гидродинамические модели прогноза ветрового волнения, используемые в оперативной океанологии;
- Гидродинамическая модель прогноза ледовых условий;
- Современные методы ассимиляции данных;
- Использование метода эмпирических ортогональных функций;
- Понятие радиуса корреляции;
- Трехмерная ассимиляционная схема.

5. Тема практического занятия: Океанологические аспекты проблемы цунами. **Темы докладов:**

- Причины возникновения цунами;
- Основные факторы трансформации волн цунами при подходе к берегу;
- Основные принципы управления рисками;
- Управление рисками экстремальных подъемов уровня;
- Цунамирайонирование.

Часть 2. «Волновые процессы в прибрежной зоне»

6. Тема практического занятия: Краевые и шельфовые волны. Обобщенная дисперсионная диаграмма длинноволновых движений в океане. **Темы докладов:**

- Физические механизмы захвата волновой энергии на шельфе;
- Роль отражения и рефракции. Полное внутреннее отражение;
- Резонансные эффекты на шельфе;
- Волна Кельвина;
- Обобщенная дисперсионная диаграмма длинноволновых движений;
- Специфические особенности шельфовых волн (фазовая и групповая скорость);

- Использование обобщенной дисперсионной диаграммы для структурного анализа приливов;
- Вклад шельфовых волн в мезомасштабную изменчивость термохалинной структуры океана.

7. Тема практического занятия: Роль океанологических процессов в формировании прибрежных ландшафтов. **Темы докладов:**

- Основные формы рельефа дна Мирового океана и их классификация;
- Основные элементы ландшафта прибрежной зоны;
- Рельефообразующие факторы, эндогенные и экзогенные проявления;
- Типизация и региональное распределение морских отложений;
- Общие представления о морских наносах;
- Общая теория поперечных перемещений наносов. Формирование равновесного профиля и его связь с наклоном дна и крупностью донных осадков;
- Продольное перемещение наносов;
- Основные характеристики потока наносов (емкость, мощность, степень насыщения) и методы их вычисления;
- Элементарные аккумулятивные формы;
- Профиль абразионного берега.

Шкала оценивания – двухбалльная «зачтено/ не зачтено».

Критерии оценивания	Оценка
Тема не раскрыта, изложение материала носит несистематизированный характер, фрагментарные знания не позволяют сформировать общую картину, не определены роль и место в общей системе океанологических процессов.	Не зачтено
Излагаемый материал носит систематизированный характер, выявлены роль и место в общей системе океанологических процессов, присутствуют элементы собственной оценки, ответы на вопросы и высказываемое мнение хорошо аргументированы.	Зачтено

б) Перечень тем и порядок выполнения лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Разработка численной модели для расчета распространения длинной волны в канале переменного сечения.

Целью выполнения практической работы 4 является получения навыков и компетенций по использованию метода численного моделирования для решения практических задач, связанных с трансформацией и воздействием длинных волн на берег. Работа включает несколько этапов, в том числе:

- Физическую формулировку задачи и планирование численного эксперимента;
- Математическую постановку задачи, включая формулировку граничных условий;
- Конечно-разностную аппроксимацию уравнений и граничных условий, разработку алгоритма расчета;
- Программную реализацию численной модели;
- Проведение численных экспериментов;
- Анализ результатов и выводы.

При выполнении практической работы студент самостоятельно планирует численный эксперимент, определяет способ решения поставленной задачи и конкретную его реализацию на основе изучения различных альтернативных вариантов решения задачи. Такой подход должен способствовать развитию требуемых компетенций:

- готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований (ОПК-5);
- умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность (ПК-3);
- способность к разработке вариантов решения гидрометеорологических задач, анализу этих вариантов, прогнозированию последствий, планированию реализации проекта (ПК-13).

Практическая работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, направленным на решение конкретной задачи, связанной с оценкой различных факторов трансформации длинных волн в прибрежной зоне.

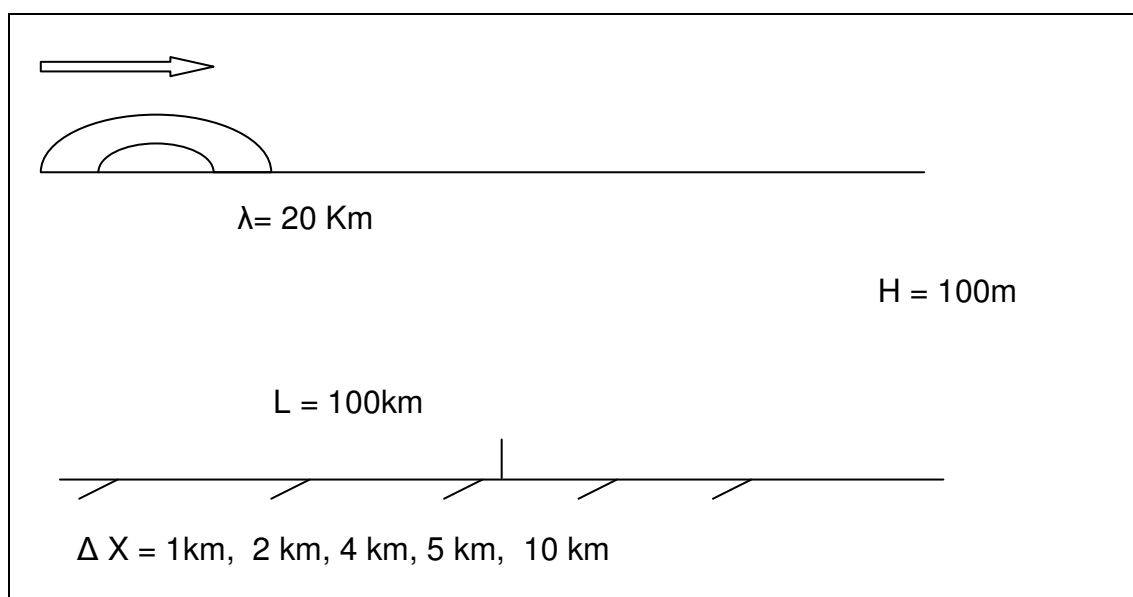
Отчетный материал:

Результаты выполнения практического задания оформляются в виде Отчета о работе, который должен включать:

- Физико-математическую постановку задачи и ее конечно-разностное представление (сетка, аппроксимация уравнений и граничных условий);
- Программу расчета;
- Результаты численных экспериментов, включая графический материал;
- Анализ результатов численных экспериментов и выводы.

Вариант индивидуального задания для выполнения практической работы 3 (все варианты представлены в ФОС):

1. Исследование вычислительной дисперсии



Задание. Построить график изменения высоты волны в зависимости от величины пространственного шага (шаг по времени взять постоянным) в трех точках $L=20$, $L=50 \text{ km}$ и $L = 100 \text{ km}$

Лабораторная работа №2. Оценка затопления сухого берега при выходе волны цунами на сухой берег.

Целью работы является оценка величины вертикального заплеска, вызванного выходом волны цунами на сухой берег, на основе линейной теории наката.

Исходными данными для выполнения практической работы являются: навигационные карты морей Курило-Камчатской зоны, Каталог цунами Тихого океана. Оценка выполняется на примере конкретных участков побережья Курильских островов.

Отчетный материал:

Результаты выполнения практического задания оформляются в виде Отчета о работе, который должен включать:

- Краткое изложение линейной теории наката длинных волн на сухой берег;
- Описание исходных данных, использованных при расчетах (морфометрия и характеристики волны цунами);
- Результаты расчетов и их анализ;
- Анализ и количественная оценка ограничений (пределов использования линейной теории).

Лабораторная работа №3 (для студентов заочной формы обучения). Анализ гидрологических данных доступных в режиме близком к реальному времени. Выполняется в групповой форме.

Цель работы - проанализировать доступность в режиме близком к реальному времени гидрологических данных из различных источников.

Задачи работы:

- познакомиться со структурой гидрологической информации и формой ее представления в зависимости от способа ее получения;
- оценить задержку по времени в предоставлении гидрологической информации в зависимости от способа ее получения.

Источники данных:

- Автономные буйковые станции;
- Буи Argo;
- Дрифтеры;
- Спутниковая поверхностная температура моря (SST);
- Спутниковая альтиметрия;
- Средняя динамическая топография поверхности моря.

Коллективный отчет по лабораторной работе включает краткую характеристику структуры гидрологической информации и формы ее представления, а также оценку задержки по времени в предоставлении информации в зависимости от способа ее получения.

Работа студента по выполнению лабораторной работы оценивается по двухбалльной системе: зачтено/ не зачтено. Для допуска к экзамену студент должен получить зачеты по всем лабораторным работам.

Критерии оценивания	Оценка
Цель лабораторной работы не достигнута, отчет по работе содержит отрывочные сведения, изложение материала носит несистематизированный характер, фрагментарные знания не позволяют сформировать общую картину знаний, результаты выполнения лабораторной работы небрежно оформлены.	Не зачтено
Цель лабораторной работы достигнута, излагаемый материал но-	Зачтено

сит систематизированный характер, в работе содержатся оригинальные результаты и выводы, анализ результатов лабораторной работы хорошо аргументирован, отчет о лабораторной работе хорошо оформлен.	
--	--

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

Как форма промежуточного контроля выполнение контрольной работы позволяет оценить уровень самостоятельного изучения разделов дисциплины, умение самостоятельно исследовать проблему на основе научных методик, логично аргументировать собственные умозаключения и выводы, умение критически анализировать источники, использовать справочную и энциклопедическую литературу, собирать и систематизировать эмпирический материал. Контрольная работа предоставляется в начале сессии, может быть возвращена на доработку и должна быть завершена до экзамена.

Выполнение контрольной работы (Часть 1. «Оперативная океанология», 1 год обучения) включает выполнение заданий №1-4 в письменном виде.

Задание №1. Описать действующие оперативные океанографические системы Балтийского моря, их особенности, преимущества и недостатки (BOOS, HIROMB (SMHI), BSHcmод (DMI), HIRLAM, GULFOOS, Модели ледового блока, NEMO).

Задание №2. Рассмотреть мировые базы океанографических данных, их содержание (ЕСИМО, MyOcean, SeaDataNet, AVISO, OceanColor).

Задание №3. Рассмотреть в качестве примера использования в интересах оперативной океанологии гидродинамические модели ветрового волнения (SWAN, WAM).

Задание №4. Волны цунами (определение, причины возникновения, районы, подверженные воздействию волн цунами).

Выполнение контрольной работы (Часть 2. «Волновые процессы в прибрежной зоне», 2 год обучения) включает выполнение работ:

Работа №1. Разработка численной модели для расчета распространения длинной волны в канале переменного сечения.

Работа №2. Оценка затопления сухого берега при выходе волны цунами на сухой берег.

Описание работ №1и №2 приведено в разделе 5.1б.

Работа студента по выполнению контрольной работы оценивается по двухбалльной системе: зачтено/ не зачтено

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

Вид учебных занятий	Организация самостоятельной работы студента
Лекции	Проработать материал лекций по конспектам. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.

	Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Самостоятельная работа по темам	Проработать самостоятельно теоретический материал по темам по рекомендованной литературе. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические, лабораторные занятия	При подготовке к практическим занятиям проработать соответствующий теоретический материал по конспекту лекций, просмотреть рекомендуемую литературу и иные источники. Оформление результатов лабораторных работ, в том числе с использованием численной модели для анализа распространения длинной волны в канале переменного сечения. Численная модель формулируется и разрабатывается студентом самостоятельно на основе заданных индивидуальных параметров задачи.
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, типовые экзаменационные задания, а также материалы практических занятий. Повторить решение задач, рассмотренных на практических занятиях.

5.3 Промежуточная аттестация по итогам освоения разделов дисциплины

Промежуточная аттестация проводится в обоих семестрах (курсах) в форме экзамена.

1. Перечень вопросов итогового экзамена по 1-ой части дисциплины «Оперативная океанология» (2 семестр (1 курс)):

1. Понятие оперативной океанографической системы, ее основные компоненты.
2. Общая структура ООС, прогностический цикл.
3. Гидродинамический модуль, как основа ООС.
4. Начальные и граничные условия гидродинамической модели.
5. Региональные оперативные океанографические системы.
6. Данные контактных измерений доступных в режиме близком к реальному времени.
7. Данные спутникового зондирования.
8. Базы океанографических данных.
9. Понятие об ассимиляции (усвоения) данных гидрометеорологических наблюдений.
10. Статистические и вариационные методы ассимиляции.
11. Особенности усвоения различных типов данных наблюдений.
12. Ассимиляция гидрометеорологических данных в существующих оперативных системах.
13. Общая постановка задачи о моделировании природных процессов. Понятие численного эксперимента.
14. Физическая интерпретация основных факторов трансформации длинных волн (отражение, рефракция, полное внутреннее отражение, эффект Грина)

2. Перечень вопросов итогового экзамена по 2-ой части дисциплины «Волновые процессы в прибрежной зоне» (3 семестр (2 курс)):

1. Понятие о пограничных областях океана. Оценка ширины пограничной области геострофического захвата (на примере волны Кельвина)
2. Математическая модель цунами с учетом подвижки дна (вывод уравнений, постановка задачи, численная реализация).
3. Волны Пуанкаре. Короткие и длинные волны Пуанкаре и их свойства.
4. Теория захваченных баротропных волн у прямолинейного берега.
5. Обобщенная дисперсионная кривая. Структурный анализ приливных колебаний с учетом дисперсионных свойств шельфа.
6. Общая теория поперечных перемещений наносов. Формирование равновесного профиля и его связь с наклоном дна и крупностью донных осадков;
7. Продольное перемещение наносов;
8. Рельефообразующие факторы, эндогенные и экзогенные проявления. Общие представления о морских наносах;
9. Типизация и региональное распределение морских отложений;
10. Основные элементы ландшафта прибрежной зоны;
11. Граничные условия при моделировании длинных волн (математическая формулировка и численная реализация).
12. Линейная теория наката волн на сухой берег.
13. Основные подходы к совершенствованию численных схем для моделирования волновых процессов. Понятие о критериях устойчивости и сходимости.
14. Управление рисками экстремальных подъемов уровня.

Шкала оценивания: четырехбалльная.

Критерии оценки ответа	Оценка
Тема не раскрыта, ответ на один из вопросов экзаменационного билета 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 КУПЗ	отлично

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Оперативное океанографическое обслуживание / *З.К. Абузяров, О.И. Думанская, Е.С. Нестеров.*- М.; Обнинск: «ИГ-СОЦИН», 2009.- 288 с.
2. *Рябченко В.А. и др.* Прогноз погоды и состояния водных объектов Северо-Западного региона России на базе комплекса гидродинамических моделей. – СПб.: Нестор-История, 2008. – 60 с.
3. Практикум по динамике океана / под ред. *А.В. Некрасова, Е.Н. Пелиновского.*– СПб.: Гидрометеиздат, 1992
4. Волны в пограничных областях океана/под ред. *В.В. Ефимова.* – Л.:Гидрометеиздат, 1985 –250 с.

5. *А. Гилл* Динамика атмосферы и океана.– М.: «Мир», том 1,1986, 396с
6. Смирнов Г.Н. Океанология : Учебник для Вузов – М. Изд. «Высшая школа», 1987 .407 с.

б) дополнительная литература:

1. Гидрометеорологические прогнозы. Под ред. *Е.С. Нестерова*.- Труды ГУ ГНИИЦ РФ, вып 345, 2011.-232 с.
2. *Педлоски Дж.* Геофизическая гидродинамика. Том 1/ пер. с англ. – М.: Мир, 1984.
3. *Педлоски Дж.* Геофизическая гидродинамика. Том 2./ пер. с англ. – М.: Мир, 1984.
4. *Ле Блон П., Майсек Л.* Волны в океане. Ч. 1/ Пер. с англ.–М.: Мир.1981.
5. *Ле Блон П., Майсек Л.* Волны в океане.ч.2. / Пер. с англ.–М.: Мир.1981.
6. *Марчук Ан.Г., Чубаров Л.Б., Шокин Ю.И.* Численное моделирование волн цунами. – Новосибирск, Наука, 1983, 175с.

в) программное обеспечение

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

г) Интернет-ресурсы:

1. Кейс стадии “Long wave theory”, авторы Альфредо Искуиердо, Н. Плинк - интернет ресурс. Режим доступа:http://eu-comet2.rshu.ru/outputs/coaststudy/index_rus.htm
2. Кейс стадии “Management of Risks Related to Long Wave Impact and Oil Spills”, автор Н.Плинк - интернет ресурс. Режим доступа: http://eu-comet2.rshu.ru/outputs/coaststudy/index_rus.htm
3. Сайт PAN-EUROPEAN INFRASTRUCTURE FOR OCEAN & MARINE DATA MANAGEMENT. Режим доступа:www.seadatanet.org ;
4. Сайт SATIN. Режим доступа:<http://satin.rshu.ru/>
5. Сайт OceanColor. Режим доступа:<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/browse.pl>
6. Сайт проекта «Арго». Режим доступа: <http://rus.ferhri.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

Освоение дисциплины «Моделирование природных процессов» проходит в течение двух семестров (курсов) и состоит из двух тематически связанных частей: «Оперативная океанология» и «Волновые процессы в прибрежной зоне».

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
----------------------------	--

Лекции (разделы №1-8)	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p>
Практические, лабораторные занятия (разделы №1-8)	<p>Выступление с докладом. Подготовка презентации в виде 10-15 слайдов. Время выступления определяется докладчиком, в зависимости от темы и содержания доклада.</p> <p>Обсуждения докладов. Вопросы к докладчику. Дискуссия.</p> <p>Всем участникам практического занятия рекомендуется конспектировать основные тезисы доклада и выводы, сформулированные в результате дискуссии, для дальнейшего использования в ходе обучения и практической деятельности.</p> <p>Выполнение лабораторных работ, используя конспекты лекций, интернет-ресурсы, базы данных, работа с программами.</p>
Самостоятельная работа (подготовка докладов)	<p>Поиск литературы и составление библиографии по теме, использование от 5 научных работ.</p> <p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену.</p>

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
Разделы 1- 4	<ul style="list-style-type: none"> - Классические лекции - Использование презентаций - Занятия в компьютерном зале - Использование баз данных и данных наблюдений для выполнения практических заданий. 	<p>Операционная система Windows 7</p> <p>Пакет прикладных программ Microsoft Office</p> <p>Сайт PAN-EUROPEAN INFRASTRUCTURE FOR OCEAN & MARINE DATA MANAGEMENT.</p>

	- Самостоятельная работа с использованием ресурсов Интернет, ЭБС	Сайт SATIN. Сайт OceanColor. Сайт проекта «Арго» Электронно-библиотечная система e-library (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)
Разделы 5-8	- Классические лекции - Использование презентаций - Использование кейсов и презентаций по теории волновых процессов. - Выполнение программирования и разработка численной модели в рамках самостоятельной работы студента. - Самостоятельная работа с использованием ресурсов Интернет, ЭБС	Операционная система Windows 7 Пакет прикладных программ Microsoft Office Кейс стадии “Long wave theory” Кейс стадии “Management of Risks Related to Long Wave Impact and Oil Spills” Электронно-библиотечная система e-library (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)

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 ин-

формационно-образовательную среду ВУЗа.