

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Теория прогнозирования океанологических процессов»:

– формирование у студентов комплекса научных знаний о закономерностях и механизмах процессов и явлений в гидросфере и атмосфере и методах прогнозирования в океанологии и смежных науках.

Основные задачи дисциплины «Теория прогнозирования океанологических процессов»:

– изучение закономерностей развития гидрометеорологических процессов и методов их анализа,

– изучение методов морских гидрологических прогнозов различной заблаговременности, их современное развитие и совершенствование,

– рассмотрение особенностей физико-статистического, статистико-вероятностного и гидродинамического подходов к прогнозированию;

– приобретение практических навыков прогнозирования характеристик морской среды различной заблаговременности и оценки их качества.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВПО

Дисциплина «Теория прогнозирования океанологических процессов» относится к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению подготовки 05.04.05 – «Прикладная гидрометеорология», направленность (профиль) – Морская деятельность и комплексное управление прибрежными зонами.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить дисциплины: «Физика океана», «Динамика океана», «Физика атмосферы», «Климатология», «Морские гидрологические прогнозы» ОПОП направления 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология, профиль «Прикладная океанология» или иных смежных направлений подготовки.

Одновременно с ней изучаются дисциплины «Специальные главы "Физики атмосферы, океана и вод суши", «Специальные главы статистического анализа процессов и полей», «Дополнительные главы математики»

Дисциплина является базовой для дисциплины «Программно-информационные средства промыслового прогнозирования», выполнения НИР и при подготовке ВКР магистров, специализирующихся в области морских наук.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Теория прогнозирования океанологических процессов» формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-3	способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ

ОПК-5	готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований
ПК-3	умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность
ПК-4	готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать – закономерности развития гидрометеорологических процессов различного масштаба и

методы их анализа,

– физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов,

– особенности физико-статистического, статистико-вероятностного и гидродинамического подходов к прогнозированию;

уметь – производить анализ и обработку пространственно-временных рядов, подбирать

предикторы для прогнозирования,

– определять подходы к прогнозированию океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности, – разрабатывать методы прогноза гидрометеорологических характеристик;

владеть методами оценки качества прогнозов различной заблаговременности;

иметь представление – о проблемах прогнозирования в смежных гидрометеорологических науках и науках о Земле,

– о социально-экономической значимости теории прогнозирования гидрометеорологических процессов,

– о космогеофизических связях, их влиянии на процессы в атмосфере и гидросфере и возможности использования для прогнозирования.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Теория прогнозирования океанологических процессов» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

		минимальный	базовый	продвинутый
ОК-1 Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать	имеет представление о принципах абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, включая особенности физико-статистического, статистико-вероятностного и гидродинамического подходов к прогнозированию	знает принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем, включая особенности физико-статистического, статистико-вероятностного и гидродинамического подходов к прогнозированию	понимает и свободно использует принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических проблем, включая особенности физико-статистического, статистико-вероятностного и гидродинамического подходов к прогнозированию
	уметь	имеет представление об использовании абстрактного мышления, анализа и синтеза для развития методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	умеет использовать абстрактное мышление, анализ и синтез в изучении гидрометеорологических проблем, методы краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	умеет и свободно применяет навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза, методы краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов, формулировать корректные начально-краевые задачи, строить конечно-разностные аппроксимации.
	владеть	имеет представление о подходах к анализу и синтезу в изучении гидрометеорологических проблем методами краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	владеет навыками абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических проблем методами краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	владеет и способен развивать собственные навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических проблем, связанных с многомерными краевыми задачами и вычислительными граничными условиями, а также методами краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов

ОПК-3 Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ	знать	имеет представление о естественнонаучной сущности проблем, возникающих в сфере гидрометеорологии	знает естественнонаучную сущность проблем, возникающих в сфере гидрометеорологии	знает и понимает комплексность задач выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в сфере гидрометеорологии, способы разностной аппроксимации дифференциальных уравнений, оценки их точности и методы анализа и обработки пространственно-временных рядов, подбирать предикторы для прогнозирования
	уметь	умеет выполнять стандартный качественно-количественный анализ при решении задач методами анализа и обработки пространственно-временных рядов, подбирать предикторы для прогнозирования	умеет выбрать метод и самостоятельно провести качественно-количественный анализ при решении задач методами анализа и обработки пространственно-временных рядов, подбирать предикторы для прогнозирования, с учетом космогеофизических связей	умеет выбрать метод, самостоятельно провести качественно-количественный анализ и обобщить его результаты при решении задач в сфере гидрометеорологии, методами анализа и обработки пространственно-временных рядов, подбирать предикторы для прогнозирования, с учетом космогеофизических связей
	владеть	имеет представление от подходах и методах качественно-количественного анализа при решении задач методами анализа и обработки пространственно-временных рядов, подбирать предикторы для прогнозирования	владеет подходами и методами численного решения систем дифференциальных уравнений при решении задач методами анализа и обработки пространственно-временных рядов, подбирать предикторы для прогнозирования	владеет и корректно применяет методы численного моделирования при решении задач методами анализа и обработки пространственно-временных рядов, подбирать предикторы для прогнозирования
ОПК-5 готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	знать	имеет представление о правилах предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования, на основе	знает правила предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования, на основе знаний о	знает правила предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования и направления ее возможного внедре-

		знаний о закономерностях развития гидрометеорологических процессов различного масштаба и методов их анализа	закономерностях развития гидрометеорологических процессов различного масштаба и методов их анализа	ния, на основе знаний о закономерностях развития гидрометеорологических процессов различного масштаба и методов их анализа
	уметь	умеет делать выводы, но испытывает затруднения при разработке практических рекомендации по использованию результатов научных исследований, на основе знаний о закономерностях развития гидрометеорологических процессов различного масштаба и методов их анализа	умеет делать выводы и разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований, на основе знаний о закономерностях развития гидрометеорологических процессов различного масштаба и методов их анализа	умеет аргументированно делать выводы, разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований и готов способствовать их внедрению, на основе знаний о закономерностях развития гидрометеорологических процессов различного масштаба и методов их анализа
	владеть	владеет профессиональной терминологией о проблемах прогнозирования, в том числе в смежных гидрометеорологических науках и науках о Земле	владеет профессиональной терминологией и навыками разработки практических рекомендации по использованию результатов научных исследований, в том числе в смежных гидрометеорологических науках и науках о Земле	владеет профессиональной терминологией и навыками разработки и внедрения практических рекомендации по использованию результатов научных исследований, в том числе в смежных гидрометеорологических науках и науках о Земле
ПК-3 Умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность	знать	имеет представление о современных технологиях обработки и анализа результатов научно-исследовательских работ, физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	знает современные технологии обработки и анализа результатов научно-исследовательских работ, физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	знает современные, инновационные технологии обработки и анализа результатов научно-исследовательских работ, физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов
	уметь	умеет анализировать, обобщать и систематизировать с примене-	умеет анализировать, обобщать и систематизировать с примене-	умеет анализировать, обобщать и систематизировать с применением

		нием традиционных технологий результаты научно-исследовательских работ, физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	нием традиционных и современных технологий результаты научно-исследовательских работ, физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	традиционных , современных и инновационных технологий результаты научно-исследовательских работ, физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов
	владеть	владеет традиционными технологиями обработки и анализа результатов научно-исследовательских работ, физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	владеет традиционными и современными технологиями обработки и анализа результатов научно-исследовательских работ, физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов	владеет традиционными, и современными и инновационными технологиями обработки и анализа результатов научно-исследовательских работ, физические основы, пути развития и современное состояние методов краткосрочного, долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования океанологических процессов
ПК-4 готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах	знать	Недостаточно знает о современных технологиях к прогнозированию океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности	Хорошо разбирается в современных технологиях прогнозирования океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности	Отлично разбирается в современных технологиях прогнозирования океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности
	уметь	Затрудняется с использованием современных технологии применительно к прогнозированию океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности	Умеет использовать современные технологии применительно к прогнозированию океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности	Умеет свободно использовать современные технологии применительно к прогнозированию океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности

	владеть	Недостаточно владеет современными технологиями в области прогнозирования океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности	Хорошо владеет современными технологиями в области прогнозирования океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности	Свободно владеет современными технологиями в области прогнозирования океанологических процессов в зависимости от характера имеющейся информации и необходимой заблаговременности
--	---------	--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Объём дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 час при очной и заочной формах обучения.

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

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения		Заочная форма обучения
	1 семестр	2 семестр	1 курс
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	216
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	42	18
в том числе:			
лекции	14	14	10
практические занятия	28	28	14
семинарские занятия			
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66	66	192
в том числе:			
контрольная работа			20
Вид промежуточной аттестации:	зачет	экзамен	экзамен

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение

№ 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	Методологические основы прогнозирования	1	2	4	16	Доклады с обсуждением Тестирование		ОК-1 ПК-3 ПК-4

2	Краткосрочные морские прогнозы и прогнозы малой заблаговременности	1	10	14	26	Доклады с обсуждением Тестирование	6	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
3	Долгосрочные и сверхдолгосрочные морские прогнозы	1	2	10	24	Доклады с обсуждением Тестирование	4	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
4	Методологические основы сверхдолгосрочных статистических прогнозов	2	6	10	22	Доклады с обсуждением Практические работы Тестирование.	6	ОК-1 ПК-4 ПК-3
5	Сверхдолгосрочные прогнозы детерминированных компонент	2	4	10	22	Доклады с обсуждением Практические работы Тестирование	4	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ПК-4
6	Сверхдолгосрочные прогнозы случайных компонент	2	4	8	22	Доклады с обсуждением Тестирование.	6	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ПК-4
ИТОГО			28	56	132		26	

Заочное обучение

№ 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	Методологические основы прогнозирования	1	1	2	28	Контрольная работа		ОК-1 ПК-3 ПК-4
2	Краткосрочные морские прогнозы и прогнозы малой заблаговременности	1	2	2	40	Контрольная работа	2	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
3	Долгосрочные и сверхдолгосрочные морские прогнозы	1	1	2	40	Контрольная работа		ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
4	Методологические основы сверхдолгосрочных статистических прогнозов	1	1	2	30	Контрольная работа		ОК-1 ПК-4 ПК-3

5	Сверхдолгосрочные прогнозы детерминированных компонент	1	1	2	30	Контрольная работа	2	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ПК-4
6	Сверхдолгосрочные прогнозы случайных компонент	1		2	30	Контрольная работа		ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ПК-4
ИТОГО			6	12	198		4	216

4.2. Содержание разделов дисциплины

Методологические основы прогнозирования. Оценка качества методов и оправдываемости прогнозов

Основные принципы разработки методов морских гидрологических прогнозов. Два направления в разработке методов прогнозирования природных явлений: физико-статистические и гидродинамические методы морских прогнозов.

Этапы разработки физико-статистических методов прогноза. Устойчивость и надежность связи предикторов и предиктанта. Линейные и нелинейные связи. Стационарность и эргодичность. Система уравнений гидротермодинамики и ее приложение к морским прогнозам отдельных элементов. Численная реализация уравнений гидротермодинамики. Внедрение гидродинамических методов прогнозирования в оперативную службу (практику). Современная оперативная океанография. Модель HIROMB для Балтийского моря.

Краткосрочные морские прогнозы и прогнозы малой заблаговременности

Особенности краткосрочной изменчивости океанологических характеристик. **Прогнозы уровня моря.** Причины кратковременных колебаний уровня моря Сгонно-нагонные явления. Физико-статистические методы прогноза сгонно-нагонных колебаний уровня: градиентный метод, метод, основанный на разложении полей в ряды. Численные методы прогноза сгонно-нагонных колебаний уровня моря. Природа невиских наводнений и их прогноз. **Прогноз температуры воды.** Причины, обуславливающие изменения температуры воды в море. Расчет составляющих уравнения теплового баланса моря. Упрощенный метод расчета теплового баланса поверхности моря. Прогноз температуры поверхностного слоя океана. Прогноз потоков тепла на поверхности океана на основе моделей циркуляции атмосферы. Прогноз распределения температуры воды по вертикали. Автоматизированные системы краткосрочного прогноза термической структуры деятельного слоя океана. Численные методы расчета температуры воды. **Прогнозы морских течений.** Некоторые выводы из теории морских течений, используемые в морских прогнозах. Эмпирические соотношения для расчета скорости течений по скорости ветра, физико-статистический метод прогноза течений. Прогноз течений в проливах и заливах. Использование теории Экмана. Численные методы расчета течений. **Прогноз ветрового волнения.** Основные характеристики ветрового волнения. Методы статистического описания и спектр волнения. Методы прогноза элементов волн, основанные на решении уравнения энергетического баланса. Физико-статистический метод прогноза высот волн. Определение штормовых зон в океане по картам нефанализа. Численные методы прогноза, основанные на решении уравнения переноса двумерного спектра волнения. Модели, используемые в Европейском центре среднесрочных прогнозов, в Службе прогнозов США и в

ГМЦ РФ. Модель SWAN/ Использование прогнозов высот волн для расчета наивыгоднейших курсов. Карты прогноза волнения в сети Интернет. **Прогнозы ледовых явлений.** Прогноз сроков появления льда в прибрежной зоне и в открытом море. Прогноз сроков замерзания моря. Прогноз сроков вскрытия припая и очищения моря ото льда. Прогноз динамики льдов.

Долгосрочные и сверхдолгосрочные морские прогнозы

Физические основы долгосрочных и сверхдолгосрочных морских прогнозов. Закономерности используемые для долгосрочного прогнозирования. Выяснение природы цикличности в системе океан-атмосфера. Эль-Ниньо, Северо-Атлантическое колебание. Автоколебательные системы. **Прогноз температуры воды.** Физико-статистические методы: метод Белинского, динамико-статистический метод (метод Алехина), компонентно-гармонический, генетический методы. Гидродинамический метод: модели Калацкого и Нестерова, Доронина и Адема. **Ледовые прогнозы.** Прогнозы сроков начала осенних ледовых явлений, и сроков прекращения навигации. Прогнозы нарастания льда и перемещения кромки льда. Прогнозы начала весенних ледовых явлений и начала навигации. Прогноз толщины льда. Прогноз ледовитости и положения кромки льда. **Прогнозы колебания уровня моря.** Метод прогноза сезонного хода уровня Каспийского моря. Прогнозы уровня Каспийского моря с заблаговременностью 5-6 лет. Сверхдолгосрочные (перспективные) прогнозы уровня Каспийского моря.

Методологические основы сверхдолгосрочных статистических прогнозов

Основные принципы разработки статистических методов сверхдолгосрочных прогнозов. Предпрогнозный анализ. Этапы разработки статистических методов прогноза. Виды и типы процессов поддающихся их описанию статистическими методами прогноза. Полосовая фильтрация статистических компонент из исходного временного ряда. Наивные статистические методы сверхдолгосрочного прогнозирования.

Сверхдолгосрочные прогнозы детерминированных компонент

Выделение (отфильтровывание) детерминированных компонент из исходного временного ряда. Прогнозирование трендовой компоненты. Прогнозирование периодической компоненты. Прогнозирование полигармонических компонент. Оценка качества методических прогнозов детерминированных компонент.

Сверхдолгосрочные прогнозы случайных компонент

Выделение (отфильтровывание) случайных компонент из исходного временного ряда. Прогнозирование квазипериодической компоненты. Прогнозирование циклической компоненты. Прогнозирование полициклической компоненты. Прогнозирование компонент типа «красный шум». Оценка качества методических прогнозов случайных компонент.

4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Заблаговременность морских и метеорологических прогнозов	Доклады с обсуждением	ОК-1 ОК-3 ПК-3
2	1	Оценка качества и оправдываемости морских прогнозов.	Доклады с обсуждением	ОК-1 ОК-3 ПК-3
3	1	Предсказуемость гидрометеорологических элементов. Предел предсказуемости гидродинамических моделей	Доклады с обсуждением	ОК-1 ОК-3 ПК-3
4	1	Источники г/м (морской) информации Платформы	Доклады	ОК-1 ОК-3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
		сбора данных наблюдений (ПСД)	с обсуждением	ПК-3
5	2	Особенности краткосрочных морских прогнозов	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
6	2	Невские наводнения . История и прогнозирование.	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
7	2	Защитные сооружения от подъемов уровня	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
8	2	Тропические ураганы и тайфуны. Катастрофы. Прогнозирование	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
9	2	Явление тягуна в портах. Методы прогноза в портах России.	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
10	2	Явление цунами. Прогноз цунами в РФ. Служба предупреждения о цунами (СПЦ) в РФ.	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
11	2	Опасные и катастрофические цунами в последние 20 лет	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
12	2	Объективный анализ полей гидрометеорологических элементов	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
13	2	Краткосрочный прогноз уровня и течений в Каспийском море (модель ГМЦ РФ)	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
14	2	Прогноз колебаний уровня в Финском заливе: модель ААНИИ и модель КАРДИНАЛ-Софт	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
15	2	Краткосрочный прогноз уровня в бухтах и заливах ДВ морей	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
16	3	Долгосрочный прогноз температуры воды (и толщины ВКС) в Северной Атлантике.	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
17	3	Сверхдолгосрочные прогнозы изменений уровня Каспийского моря	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
18	4	Методы и способы определения наличия закономерностей в изменчивости процесса. Алгоритмы расчета и их использование в анализе временных серий.	Доклады с обсуждением	ОК-1 ОК-3 ПК-3
19	4	Физико-статистические модели прогноза. Меры связи (сходства) используемые при разработке по-	Доклады с обсуж-	ОК-1 ОК-3 ПК-3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
		добных схем.	дением	
20	4	Алгоритм и основные этапы анализа временных серий. Различия и сходства при обработке гидрометеорологических и промышленных выборок.	Доклады с обсуждением	ОК-1 ОК-3 ПК-3
21	4	Основы работы в пакетах программ «АСАП+» и «ПРИЗМА»	Практические работы №№1-3	ПК-4
22	4	Подготовка временных рядов к статистическому сверхдолгосрочному прогнозированию	Практические работы №№1-3	ПК-4
23	5	Основные квазипериодические составляющие внутривековой изменчивости гидрометеорологических и биолого-промышленных параметров. Физическая интерпретация.	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
24	5	Способы оценки нестационарности течения процессов. Аналитическая ценность и возможность использования при составлении прогнозов.	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
25	5	Выделение и прогнозирование детерминированных компонент временного ряда	Практическая работа №1, 3	ОПК-5 ПК-3 ПК-4
26	5	Выделение и прогнозирование случайных компонент временного ряда	Практическая работа №2,3	ОПК-5 ПК-3
27	5, 6	Оценка качества прогнозирования и составление итогового прогноза	Практические работы №№1-3	ОПК-5 ПК-3 ПК-4
28	6	Виды и типы полосовых фильтров. Области их применения, достоинства и недостатки.	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ПК-4
29	6	Теория катастроф. Основные положения и прогностическое применение.	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3
30	6	Теория странных аттракторов. Возможность прогностического применения.	Доклады с обсуждением	ОПК-3 ОПК-5 ПК-3

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

5.1. Текущий контроль

Доклады на практических занятиях и практические работы с защитой результатов (5 работ) для очного обучения.

а) Тематика докладов на практических занятиях

- 1 Заблаговременность морских и метеоролог прогнозов
- 2 Оценка качества и оправдываемости морских прогнозов
- 3 Предсказуемость гидрометеорологических элементов. Предел предсказуемости гидродинамических моделей
- 4 Источники гидрометеорологической (морской) информации /4/. Платформы сбора данных наблюдений (ПСД)
- 5 Особенности краткосрочных морских прогнозов
- 6 Невские наводнения. История и прогнозирование
- 7 Защитные сооружения от подъемов уровня
- 8 Тропические ураганы и тайфуны. Катастрофы. Прогнозирование
- 9 Явление тягуна в портах. Методы прогноза в портах России
- 10 Явление цунами. Прогноз цунами в РФ. Служба предупреждения о цунами (СПЦ) в РФ
- 11 Опасные катастрофические цунами в последние 20 лет.
- 12 Объективный анализ полей гидрометеорологических элементов
- 13 Краткосрочный прогноз уровня и течений в Каспийском море (модель ГМЦ РФ)
- 14 Прогноз колебаний уровня в Финском заливе: модель ААНИИ и модель КАРДИНАЛ-Софт
- 15 Краткосрочный прогноз уровня в бухтах и заливах ДВ морей
- 16 Долгосрочный прогноз температуры воды (и толщины ВКС) в Северной Атлантике
- 17 Сверхдолгосрочные прогнозы изменений уровня Каспийского моря

Критерии выставления оценки за выступление на семинаре

- **оценка «зачтено»:** доклад выполнен, презентация или текст доклада представлены и переданы на носителе информации, даны ответы на вопросы слушателей;
- **оценка «не зачтено»:** нет презентации (нет текста доклада), доклад не выполнен.

б). Образцы практических расчетных работ

Практическая работа №1 Выполнить сверхдолгосрочное прогнозирование временного ряда содержащего детерминированную компоненту (например, уровень Мирового океана).

Практическая работа №2 Выполнить сверхдолгосрочное прогнозирование временного ряда содержащего случайную компоненту (например, температура воздуха по п. Санкт-Петербург).

Практическая работа №3 Выполнить сверхдолгосрочное прогнозирование временного ряда содержащего детерминированную и случайную компоненты (например, ледовитость Баренцева моря).

Критерии выставления оценки за практические расчетные работы (задания):

- оценка «зачтено»: расчет выполнен, числовые ответы верны, ответы на контрольные вопросы верны;

- оценка «не зачтено»: не выполнено любое из условий.

в) Образец контрольной работы для заочной формы обучения

Контрольная работа по дисциплине «Теория прогнозирования океанологических процессов»

Вариант 1

m

1. При оценке качества прогноза в выражении R^2 — величина m — это ... n
2. Предиктор — это
3. Приведите общий вид уравнения множественной линейной регрессии.
4. Для чего применяется объективный анализ данных наблюдений?
5. Приведите формулу для прогностического значения члена ряда с номером $(n+1)$, вычисленного климатологическим методом.
6. В классификации Вангенгейма-Гирса тип W характеризует какой преобладающий перенос в атмосфере?
7. Назовите 5 опасных явлений, о которых передаются штормовые предупреждения в Северо-Западном районе РФ.
8. Что характеризует меридиональный индекс Каца?
9. Назовите заблаговременность краткосрочных морских прогнозов.
10. Сверхдолгосрочный морской прогноз считается оправдавшимся, если фактическое значение отличается от прогнозированного не более, чем ... (на какую величину?)

Критерии выставления оценки за контрольную работу при заочном обучении:

- оценка «зачтено»: верные ответы на 7 и более вопросов контрольной работы;

- оценка «не зачтено»: верные ответы на менее чем 7 вопросов

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Вид учебных занятий	Организация самостоятельной работы студента
---------------------	---

Лекции	<p>Проработать теоретический материал по конспектам лекций. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Для лучшего восприятия использовать материалы сайта «Ocean forecasting» и других разделов платформы Sakai.</p>
Практические занятия (доклады с обсуждением)	Подготовить доклад по материалам лекций, литературным источникам и рекомендованным информационно справочным системам
Контрольная работа (при заочной форме обучения)	Проработать теоретический материал по конспектам лекций и литературным источникам. Подготовить письменные ответы на поставленные вопросы
Практические работы	<p>Проработать теоретический материал по конспектам лекций, ознакомиться с инструкцией по работе с авторскими программными пакетами, выполнить расчеты и анализ результатов.</p> <p>Контрольные вопросы и рекомендации для самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины контроля (2 семестр очного обучения)</p> <p>1. Как формулируется итоговый прогноз временного ряда? а) $X_{np}(t)=Tr_{np}(t)+\Pi_{np}(t)+C_{np}(t)$, б) $X_{np}(t)=Tr_{np}(t)$, в) $X_{np}(t)=\Pi_{np}(t)$, г) $X_{np}(t)=C_{np}(t)$</p> <p>2. Климатическая модель НЕ может использоваться как: а) репер для оценки эффективности разработанных моделей прогноза, б) основной метод прогноза, в) метод прогноза случайного процесса, г) метод прогноза инерционного процесса.</p> <p>3. Эффективность разработанной статистической модели оценивается на основании: а) сравнения с климатическим методом прогноза, б) методической оправдываемости прогнозов по модели, в) лучшей оправдываемости прогнозов по сравнению с другими моделями, г) совершенства алгоритма расчета.</p>

5.3. Промежуточный контроль:

- зачет в 1 семестре и экзамен в 2 семестре при очной форме обучения.

К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, успешно прошедшие все виды текущего контроля. Время подготовки к ответу на один вопрос в ходе зачета составляет 30 минут, в ходе экзамена на один билет – 60 минут.

5.3.1. Зачет в 1 семестре проводится в формате электронного тестирования на базе платформы SAKAI (сайт «Ocean forecasting»).

Тест состоит из 24 вопросов.

Образцы вопросов теста промежуточного контроля

1. Дан ряд значений случайной величины 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3.

Будет ли успешным климатологический прогноз?

а) да, б) нет, в) ответ неоднозначен

2. Тип западной зональной циркуляции в классификации Вангенгейма обозначается буквой
а) Z б) E в) C г) W
3. Какой из перечисленных методов прогноза наводнения в Петербурге имеет максимальную заблаговременность прогноза
а) метод Бельского, б) Метод Клеванного, в) метод Попкова, г) метод Фрейдзона
4. Численный прогноз температуры воды основывается на
а) уравнениях гидро- и термодинамики, б) физической гипотезе и статистических связях, в) учете внутренней структуры исходного ряда, г) опыте специалиста
5. Для сверхдолгосрочных методов прогноза температуры воды в качестве допустимой погрешности (ошибки) принимают
а) $\pm 0,674s_t$, б) $\pm 0,8s_t$, в) $\pm s_t$, г) $\pm 2s_t$

Шкала оценивания зачета в виде теста- двухбалльная.

Оценка «зачтено» - даны правильные ответы на 2/3 вопросов теста (16 и больше из 24 или балл не ниже 3.52)

Оценка не «не зачтено» - правильные ответы даны менее, чем на 2/3 вопросов теста (15 и меньше из 24 или балл ниже 3.5)

5.3.2. Экзамен при очной форме обучения проводится в виде устного ответа на вопросы билетов.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Заблаговременность морских гидрологических прогнозов. Сравнение с заблаговременностью метеопрогнозов по ВМО.
2. Предсказуемость гидрометеорологических процессов. Предел предсказуемости.
3. Оценка качества метода и оправдываемости прогнозов. Ошибка (абсолютная и относительная), СКО, невыход ошибки за интервал, оправдываемость по знаку аномалии, к-т корреляции. Зависимый и независимый ряд наблюдений.
4. Климатологический и инерционный прогнозы. Нормальный закон распределения.
5. Учет атмосферной циркуляции в морских прогнозах. Типизация атмосферных процессов по Вангенгейму и Гирсу.
6. Закономерности взаимодействия атмосферы и океана в морских прогнозах.
7. Использование преемственности и цикличности гидрометеорологических процессов в морских прогнозах.
8. Гидродинамические модели в морских прогнозах.
9. Физико-статистические методы в морских прогнозах.
10. Парная и множественная корреляция. Уравнения регрессии.
11. Кратковременная изменчивость гидрометеорологических элементов. Краткосрочные прогнозы. Роль метеорологических прогнозов.
12. Использование уравнения энергетического баланса в краткосрочных прогнозах. Методы расчета потоков тепла через поверхность океана.
13. Непериодические колебания уровня. Классификация. Механизмы формирования. Градиентный метод прогноза сгонно-нагонных колебаний уровня.
14. Численные методы прогноза сгонно-нагонных колебаний уровня.

15. Физические гипотезы причин высоких поднятий уровня в вершине Финского залива.
16. Методы прогноза Невских наводнений.
17. Краткосрочные прогнозы температуры воды. Причины, обуславливающие изменения т-ры воды. Прогнозы температуры воды в прибрежных районах.
18. Прогнозы температуры воды в период осенне-зимнего охлаждения.
19. Прогнозы вертикального распределения температуры воды.
20. Прогнозы распределения температуры воды по площади. Использование разложения данных в ряды.
21. Численные методы прогноза температуры воды в океане.
22. Эмпирические методы предвычисления течений.
23. Расчет поверхностных течений в открытом море по полю атмосферного давления.
24. Расчет и прогноз течений численными методами.
25. Прогнозы волнения. Параметры волн. Волнообразующие факторы.
26. Методы расчета элементов волн глубокого и мелкого моря. Уравнение В.М. Маккавеева. Метод В.В.Шулейкина.
27. Физико-статистические методы прогноза волнения. Комплексный метод прогноза волнения.
28. Карты волнения. Оперативная работа по составлению прогнозов волнения. Оценка оправдываемости прогноза волнения.
29. Рекомендованные курсы плавания судов в океане.
30. Краткосрочные прогнозы ледовых явлений. Прогнозы осенних ледовых явлений.
31. Дрейф льда в Арктическом бассейне. История исследований. Прогноз дрейфа льда.
32. Прогноз нарастания толщины льда.
33. Прогнозы весенних ледовых явлений.
34. Прогнозы обледенения судов.
35. Долгосрочный и сверхдолгосрочный прогнозы колебаний уровня Каспийского моря.
36. Водобалансовая модель изменений уровня Каспия, связь с изменениями климата.
37. Тропические циклоны. Природа, методы прогноза, способы оповещения.
38. Закономерности, используемые в процессах большой заблаговременности. Инерция, преемственность, цикличность, автоколебания.
39. Систематические наблюдения в особых зонах океана. Программа «Разрезы».
40. Долгосрочные прогнозы температуры воды, основанные на учете взаимодействия атмосферы и океана.
41. Компонентно-гармонический и динамико-статистический методы сверхдолгосрочного прогноза температуры воды.
42. Методы прогноза ледовых явлений в Балтийском море
43. Алгоритм подготовки временных рядов к статистическому прогнозированию.
44. Наивные методы прогноза.
45. Полосовая фильтрация компонент из исходного временного ряда.
46. Прогнозирование детерминированной компоненты.
47. Прогнозирование случайной компоненты.
48. Различие СПФ детерминированных и случайных компонент.

49. Различие АКФ детерминированных и случайных компонент.
50. Методическое прогнозирование детерминированных и случайных компонент статистическими методами.

Шкала оценивания - четырехбалльная.

- оценка «отлично»: первый и второй основные вопросы – «отлично», 1 дополнительный вопрос – «отлично», второй дополнительный вопрос – не ниже «хор»;
- оценка «хорошо»: 1-й, 2-й и 1 дополнительный вопросы не ниже «хорошо», 2-й дополнительный вопрос не ниже «удовлетворительно»;
- оценка «удовлетворительно»: 1-й, 2-й основные вопросы не ниже «удовлетворительно», дополнительный вопрос может быть «неудовлетворительно»;
- оценка «неудовлетворительно»: любой из основных вопросов - «неудовлетворительно»;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Руководство по морским гидрологическим прогнозам.– СПб.: Гидрометеиздат, 1994.– Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417190302.pdf
2. Наставление по службе прогнозов. Раздел 3. Часть III. «Служба морских гидрологических прогнозов».- Москва, ТРИАДА ЛТД, 2011.- Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-10775.pdf
3. Монин А.С. Вращение Земли и климат.– Л.: Гидрометеиздат, 1972.
4. Монин А.С. Моделирование гидрофизических полей и процессов в океане. Под ред. Мониной А.С. – М., 1986.
5. Сеидов Д.Г. Моделирование синоптической и климатической изменчивости океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1985.
6. Абузяров З.К., Думанская О.И., Нестеров Е.С. Оперативное океанографическое обслуживание / - М.; Обнинск: «ИГ-СОЦИН», 2009.
7. Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морских отраслей экономики.- Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2009
8. Абузяров З.К. и др. Морские прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат, 1988.
9. Методические рекомендации по использованию метода сверхдолгосрочного прогнозирования гидрометеорологических элементов (МСПГЭ) и программного комплекса «Призма». – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. – 40 с.

б) дополнительная литература:

1. Гидрометеорологические прогнозы. Под ред. Е.С. Нестерова.- Труды ГУ ГНИИЦ РФ, вып 345, 2011 -232 с.
2. Ocean Forecasting. Conceptual Basis and Applications. Editors: Nadia Pinardi, John Woods – Springer, 2003
3. Нестеров Е.С. О прогнозе характеристик атмосферы и океана на основе ансамблевого подхода [Электронный ресурс] / Е.С. Нестеров // Труды Гидрометеороло-

гического научно-исследовательского центра Российской Федерации. - 2016. – Вып. 362. - С. 5-18. – URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1683032>

4. Нестеров Е.С. Оперативные системы прогноза параметров морской среды для европейских морей [Электронный ресурс] / Е.С.Нестеров // Метеорология и гидрология. - 2005. - № 1.- С. 121-126. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12810657>

5. Система усвоения океанографических данных и ретроспективный анализ гидрофизических полей Мирового океана [Электронный ресурс] / А.А. Зеленко [и др.] // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана.- 2016. - Т. 52. № 4. - С. 501-513. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26497741>

в) программное обеспечение:

1. операционная система Windows 7
2. пакет прикладных программ Microsoft Office,
3. Программный комплекс CARDINAL
4. Программно-методический ресурс - платформа Sakai в сети РГГМУ
5. Авторский программный комплекс «АСАП+».
6. Авторский программный комплекс «ПРИЗМА».

г) Интернет-ресурсы:

Архив метеорологической информации с АРМ «Weather».

д) профессиональные базы данных не предусмотрены

е) информационные справочные системы не предусмотрены

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 практическом занятии.</p> <p>Компьютерные презентации лекционного курса. Проводятся с целью повышения уровня наглядности и лучшего усвоения лекционного материала. Презентации могут размещаться на специализированном сайте РГГМУ.</p>
Практические занятия (расчетные задания)	<p>Выполнение практических работ. Освоение предлагаемого программного обеспечения, следуя инструкциям, для выполнения практических работ. Защита результатов практических работ. Дополнительные вопросы. Дискуссия.</p>
Практические занятия (доклады с обсуждением)	<p>Подготовить доклад по материалам лекций, литературным источникам и рекомендованным информационно справочным системам</p>

Контрольная работа (при заочной форме обучения)	Проработать теоретический материал по конспектам лекций и литературным источникам. Подготовить письменные ответы на поставленные вопросы
Самостоятельная работа	<p><u>Подготовка отчетов по практическим работам.</u> Получить индивидуальное задание у преподавателя. Выполнить задание на занятии. Самостоятельно проверить полученные результаты. Повторить выполнение задания при обнаружении ошибок. Подготовить графические материалы. Составить отчет по результатам практической работы, используя теоретический материал лекций и рекомендованных источников.</p> <p><u>Подготовка к тестированию.</u> Проработать материал, изученный на лекциях по конспекту и (или) рекомендованным источникам. При пропуске занятий восстановить конспект лекций на основе рекомендованных источников.</p>
Подготовка к зачету и экзамену	Проработать материал, изученный на лекциях по конспекту и (или) рекомендованным источникам. При пропуске занятий восстановить конспект лекций на основе рекомендованных источников.

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

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Методологические основы прогнозирования	<ul style="list-style-type: none"> – классические и проблемные лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – самостоятельная работа в ЭБС 	Программно-методическая платформа Sakai в сети РГГМУ. Программные средства "Windows" (EXCEL, Word)
Краткосрочные морские прогнозы и прогнозы малой заблаговременности	<ul style="list-style-type: none"> – классические и проблемные лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – компьютерное тестирование – самостоятельная работа в ЭБС 	Программно-методическая платформа Sakai в сети РГГМУ. Программные средства "Windows" (EXCEL, Word)
Долгосрочные и сверхдолгосрочные морские прогнозы	<ul style="list-style-type: none"> – классические и проблемные лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – компьютерное тестирование – самостоятельная работа в ЭБС 	Программно-методическая платформа Sakai в сети РГГМУ. Программные средства "Windows" (EXCEL, Word). Авторские пакеты

Методологические основы сверхдолгосрочных статистических прогнозов	<ul style="list-style-type: none"> – классические и проблемные лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – практическая работа (расчетное задание) – компьютерное тестирование – самостоятельная работа в ЭБС 	Программно-методическая платформа Sakai в сети РГГМУ. Программные средства "Windows" (EXCEL, Word)
Сверхдолгосрочные прогнозы детерминированных компонент	<ul style="list-style-type: none"> – классические и проблемные лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – практическая работа (расчетное задание) – компьютерное тестирование – самостоятельная работа в ЭБС 	Программно-методическая платформа Sakai в сети РГГМУ. Программные средства "Windows" (EXCEL, Word) Авторские пакеты
Сверхдолгосрочные прогнозы случайных компонент	<ul style="list-style-type: none"> – классические и проблемные лекции – лекции-визуализации по отдельным темам (чтение лекций проводится с использованием слайд-презентаций) – практическая работа (расчетное задание) – компьютерное тестирование – самостоятельная работа в ЭБС 	Программно-методическая платформа Sakai в сети РГГМУ. Программные средства "Windows" (EXCEL, Word) Авторские пакеты

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 – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (проектор).

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, в том числе необходимым количеством компьютеров с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения оборудования (ноутбук, проектор и переносной экран).

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