

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**ПОДГОТОВКА НАЧАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению
подготовки

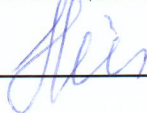
05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Авиационная метеорология


Квалификация:
Бакалавр


Форма обучения
Очная


Согласовано
Руководитель ОПОП
«Авиационная метеорология»

 Неёлова Л.О.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
 22 09 2020 г., протокол № 1

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
29 мая 2020 г., протокол № 14
И.о.зав. кафедрой  Анискина О.Г.

Авторы-разработчики:
 Смышляев С.П.

Составил: С.П. Смышляев, д. ф.-м. н., профессор кафедры метеорологических прогнозов
РГГМУ

© Смышляев С.П. 2020
© РГГМУ, 2020.

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Подготовка начальных данных для гидродинамического моделирования» - подготовка бакалавров по направлению 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология, обучающихся по профилю подготовки – Авиационная метеорология, владеющих знаниями в объёме, необходимом для глубокого понимания принципов совместного использования результатов измерений и моделирования, способных грамотно использовать как результаты моделирования, так и наблюдения.

Основная задача дисциплины «Подготовка начальных данных для гидродинамического моделирования» связана с освоением:

- математических основ методов пространственной интерполяции гидрометеорологических данных,
- статистической структуры гидрометеорологических полей,
- численных методов объективного сравнения результатов измерений и моделирования,
- методов инициализации гидродинамических моделей атмосферы.

Дисциплина изучается студентами очной форм обучения, обучающимися по программе подготовки академического бакалавра на метеорологическом факультете.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Подготовка начальных данных для гидродинамического моделирования» для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки Авиационная метеорология относится к дисциплинам по выбору общеобразовательного цикла.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин «Физика», «Математика», «Информатика», «Иностранный язык».

Параллельно с дисциплиной «Подготовка начальных данных для гидродинамического моделирования» изучаются «Численные методы математического моделирования (Гидродинамическое моделирование атмосферных процессов)», «Численные методы, используемые в атмосферных моделях».

Дисциплина «Подготовка начальных данных для гидродинамического моделирования» является базовой для освоения дисциплин «Моделирование атмосферных процессов», «Усвоение данных наблюдений гидродинамическими моделями».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	способность к эффективной коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранном языке
ОПК-6	способность к самообразованию, саморазвитию и самоконтролю, приобретению новых знаний, повышению своей квалификации
ОПК-1	способностью представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук, физики и математики
ОПК-2	способностью анализировать и интерпретировать данные

	натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования
ПК-2	способностью прогнозировать основные параметры атмосферы, океана и вод суши на основе проведенного анализа имеющейся информации

В результате изучения дисциплины «Подготовка начальных данных для гидродинамического моделирования» формируются следующие компетенции:

Знать:

- основные законы физики и математики;
- методы математического описания фундаментальных законов;
- методы численного решения уравнений в частных производных;
- методы параметризации процессов подсеточного масштаба;
- методы решения систем алгебраических уравнений;

Уметь:

- разрабатывать алгоритмы усвоения данных гидродинамическими моделями атмосферы;
- выбирать оптимальные схемы ассимиляции гидрометеорологических данных;
- разрабатывать методологию модельных численных экспериментов; анализировать результаты модельных экспериментов

Иметь представление о перспективных направлениях развития методов модельной ассимиляции гидрометеорологических данных, повышающих качество моделирования атмосферных процессов.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Подготовка начальных данных для гидродинамического моделирования» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 минимальный	4 базовый	5 продвинутый
Третий этап (уровень) ОПК-1	Владеть: навыками анализа атмосферных процессов с помощью уравнений гидро- и термодинамики.	Не владеет: навыками анализа атмосферных процессов с помощью уравнений гидро- и термодинамики.	Слабо владеет: навыками анализа атмосферных процессов с помощью уравнений гидро- и термодинамики.	Слабо владеет: навыками анализа атмосферных процессов с помощью уравнений гидро- и термодинамики.	Свободно владеет: навыками анализа атмосферных процессов с помощью уравнений гидро- и термодинамики.
	Уметь: - использовать основные законы физики и гидротермодинамики для описания динамики атмосферы; - создавать математические модели атмосферных процессов; - объяснять процессы, происходящие в различных слоях атмосферы (приземном, пограничном и свободной атмосфере) с помощью полученных уравнений.	Не умеет: - использовать основные законы физики и гидротермодинамики для описания динамики атмосферы; - создавать математические модели атмосферных процессов; - объяснять процессы, происходящие в различных слоях атмосферы (приземном, пограничном и свободной атмосфере) с помощью полученных уравнений.	Затрудняется: - использовать основные законы физики и гидротермодинамики для описания динамики атмосферы; - создавать математические модели атмосферных процессов; - объяснять процессы, происходящие в различных слоях атмосферы (приземном, пограничном и свободной атмосфере) с помощью полученных уравнений.	Хорошо умеет: - использовать основные законы физики и гидротермодинамики для описания динамики атмосферы; - создавать математические модели атмосферных процессов; - объяснять процессы, происходящие в различных слоях атмосферы (приземном, пограничном и свободной атмосфере) с помощью полученных уравнений.	Отлично умеет: - использовать основные законы физики и гидротермодинамики для описания динамики атмосферы; - создавать математические модели атмосферных процессов; - объяснять процессы, происходящие в различных слоях атмосферы (приземном, пограничном и свободной атмосфере) с помощью полученных уравнений.
	Знать: - основные законы, используемые при описании динамики атмосферы; - механизмы формирования широкого спектра атмосферных процессов; - особенности преобразования различных	Не знает: - основные законы, используемые при описании динамики атмосферы; - механизмы формирования широкого спектра атмосферных процессов; - особенности преобразования различных	Плохо знает: - основные законы, используемые при описании динамики атмосферы; - механизмы формирования широкого спектра атмосферных процессов; - особенности преобразования различных форм энергии в атмосфере.	Хорошо знает: - основные законы, используемые при описании динамики атмосферы; - механизмы формирования широкого спектра атмосферных процессов; - особенности	Отлично знает: - основные законы, используемые при описании динамики атмосферы; - механизмы формирования широкого спектра атмосферных процессов; - особенности

	форм энергии в атмосфере.	форм энергии в атмосфере.		преобразования различных форм энергии в атмосфере.	преобразования различных форм энергии в атмосфере.
Второй этап (уровень) ОПК-5	Владеть: - анализом мезомасштабных явлений, - навыками работы с электронными базами данных	Не владеет: - анализом мезомасштабных явлений, - навыками работы с электронными базами данных	Недостаточно владеет: - анализом мезомасштабных явлений, - навыками работы с электронными базами данных	Хорошо владеет: - анализом мезомасштабных явлений, - навыками работы с электронными базами данных	Свободно владеет: - анализом мезомасштабных явлений, - навыками работы с электронными базами данных
	Уметь: грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы	Не умеет: обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы	Затрудняется: обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы	Умеет с помощью преподавателя: обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы	Умеет самостоятельно: грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы
	Знать: основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	Не знает: основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	Плохо знает: основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	Хорошо знает: основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	Отлично знает: основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.
Второй этап (уровень) ОПК-6	Владеть: методами решения стандартных задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности	Не владеет: методами решения стандартных задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности	Недостаточно владеет: методами решения стандартных задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности	Хорошо владеет: методами решения стандартных задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности	Свободно владеет: методами решения стандартных задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности
	Уметь: Решать задачи ассимиляции данных	Не умеет: Решать задачи ассимиляции данных	Затрудняется: Решать задачи ассимиляции данных гидрометеорологических	Умеет с помощью преподавателя: Решать задачи ассимиляции	Умеет самостоятельно: Решать задачи ассимиляции

	гидрометеорологических измерений	гидрометеорологических измерений	измерений	данных гидрометеорологических измерений	данных гидрометеорологических измерений
	Знать: основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений	Не знает: основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений	Плохо знает: основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений	Хорошо знает: основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений	Отлично знает: основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений
Второй этап (уровень) ППК-1	Владеть: Методами получения и контроля качества оперативных гидрометеорологических данных.	Не владеет: Методами получения и контроля качества оперативных гидрометеорологических данных.	Недостаточно владеет: Методами получения и контроля качества оперативных гидрометеорологических данных.	Хорошо владеет: Методами получения и контроля качества оперативных гидрометеорологических данных.	Свободно владеет: Методами получения и контроля качества оперативных гидрометеорологических данных.
	Уметь: применять современные методы анализа и аппаратные средства обработки информации при работе с текущими и архивными данными	Не умеет: применять современные методы анализа и аппаратные средства обработки информации при работе с текущими и архивными данными	Затрудняется: применять современные методы анализа и аппаратные средства обработки информации при работе с текущими и архивными данными	Умеет с помощью преподавателя: применять современные методы анализа и аппаратные средства обработки информации при работе с текущими и архивными данными	Умеет самостоятельно: применять современные методы анализа и аппаратные средства обработки информации при работе с текущими и архивными данными
	Знать: основные принципы контроля качества данных измерений	Не знает: основные принципы контроля качества данных измерений	Плохо знает: основные принципы контроля качества данных измерений	Хорошо знает: основные принципы контроля качества данных измерений	Отлично знает: основные принципы контроля качества данных измерений
Второй этап (уровень) ПК-2	Владеть: Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.	Не владеет: Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований	Недостаточно владеет: Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований	Хорошо владеет: Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований	Свободно владеет: Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований
	Уметь: излагать и критически анализировать базовую	Не умеет: излагать и критически анализировать базовую	Затрудняется: излагать и критически анализировать базовую	Умеет с помощью преподавателя: излагать и критически	Умеет самостоятельно: излагать и критически

	информацию	информацию	информацию	анализировать базовую информацию	анализировать базовую информацию
	<p>Знать: основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.</p>	<p>Не знает: основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.</p>	<p>Плохо знает: основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.</p>	<p>Хорошо знает: основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.</p>	<p>Отлично знает: основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	
	2020 г. набора	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	
в том числе:		
Лекции	14	
практические занятия	0	
лабораторные занятия	28	
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66	
в том числе:		
курсовая работа	-	
контрольная работа	-	
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачёт	

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	Семиры Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Методы пространственной интерполяции гидрометеорологических данных	7	2	2	4	Тестовые вопросы		ОПК-1 ОПК-3 ОК-3 ПК-3
2	Объективное сравнение результатов моделирования и наблюдений	7	2	2	4	Тестовые вопросы		ОПК-1 ППК-1 ОК-2 ПК-3
3	Метод последовательных приближений	7	0	2	4	Тестовые вопросы		ОПК-1 ОПК-2 ОК-2 ОК-3
4	Статистическая структура метеорологических полей	7	0	2	4	Тестовые вопросы		ППК-1 ОПК-3 ОК-5 ПК-3
5	Статистическая	7	0	2	4	Тестовые вопросы		ОПК-1

	интерполяция гидрометеорологических данных							ОПК-2 ОК-2 ОК-3
6	Одновременная интерполяция нескольких метеорологических переменных	7	0	2	4	Тестовые вопросы		ОПК-1 ППК-1 ПК-3 ОК-5
7	Вероятностные методы ассимиляции данных	7	2	2	6	Тестовые вопросы		ППК-1 ОК-3 ОК-5 ПК-3
8	Дискретные и непрерывные методы ассимиляции данных	7	2	2	4	Тестовые вопросы		ОПК-1 ОПК-3 ОК-2 ПК-3
9	Использование фоновых оценок для ассимиляции гидрометеорологических данных	7	2	2	6	Тестовые вопросы		ОПК-1 ППК-1 ОК-2 ОК-3
10	Методы обновления фоновой информации при ассимиляционном цикле	7	2	2	6	Тестовые вопросы		ОПК-1 ОПК-3 ПК-3
11	Проблема инициализации гидродинамических моделей	7	0	2	6	Тестовые вопросы		ОПК-1 ППК-1 ОК-5
12	Использование методов релаксации для ассимиляции гидрометеорологической информации	7	2	2	6	Тестовые вопросы		ОПК-1 ОПК-3 ОК-3 ОК-5
13	Ре-анализ гидрометеорологических данных	7	0	2	6	Тестовые вопросы		ОПК-3 ППК-1 ПК-3
14	Перспективы развития методов модельной ассимиляции результатов наблюдений.	7	0	2	6	Тестовые вопросы		ОПК-1 ППК-1 ПК-3 ОК-5
ИТОГО:			14	28	66			

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Методы пространственной интерполяции гидрометеорологических данных

Проблема прогноза погоды как детерминистская задача с начальными условиями. Организация системы наблюдений. Анализ результатов наблюдений как подготовка к прогностической части.

Значение пространственного анализа полей гидрометеорологических данных. Линейные и нелинейные методы интерполяции. Интерполяция с использованием базисных функций. Сплайн интерполяция.

4.2.2 Объективное сравнение результатов моделирования и наблюдений

Соотносимость результатов наблюдений и моделирования. Ошибки наблюдений и моделирования. Сравнение ошибок наблюдений и моделирования. Последовательная ассимиляция результатов измерений. Базовое уравнение обновления результатов моделирования с учетом результатов измерений на основе сравнения ошибок наблюдений и моделирования.

4.2.3 Метод последовательных приближений

Использование предварительной информации для ассимиляции и ее последовательное уточнение на основе анализа данных измерений. Использование в качестве первого приближения климатологических значений, прогноза с предыдущего модельного шага и их комбинации. Последовательное уточнение результатов ассимиляции.

4.2.4 Статистическая структура метеорологических полей

Пространственные и временные связи между метеорологическими переменными. Ошибки наблюдений и моделирования. Связи между ошибками и ковариационные матрицы ошибок. Методы определения ковариационных матриц.

4.2.5 Статистическая интерполяция гидрометеорологических данных

Постановка задачи статистической интерполяции. Использование априорных и апостериорных весов. Проблема минимизации матрицы ошибок. Ошибка анализа в статистической интерполяции.

4.2.6 Одновременная интерполяция нескольких метеорологических переменных

Задача оптимального оценивания нескольких метеорологических переменных. Матричная реализация алгоритма оптимальной интерполяции нескольких метеорологических переменных.

4.2.7 Вероятностные методы ассимиляции данных

Вероятностный подход к ассимиляции данных. Проблема нахождения минимальных и максимальных значений быстроменяющихся функций. Постановка задачи вариационной ассимиляции данных. Построение функционалов качества применительно к проблеме инициализации атмосферных моделей.

4.2.8 Дискретные и непрерывные методы ассимиляции данных

Проблема несовпадения времени измерений и результатов моделирования. Окно ассимиляции. Учет изменения ассимилируемой величины в течение цикла ассимиляции. Четырехмерные методы ассимиляции данных.

4.2.9 Использование фоновых оценок для ассимиляции гидрометеорологических данных

Проблема соотношения точности измерений и моделирования. Фоновые оценки связей между метеорологическими величинами. Роль корректной оценки фоновых ошибок.

4.2.10 Методы обновления фоновой информации при ассимиляционном цикле

Влияние изменчивости фоновых оценок на качество ассимиляции метеорологических данных. Концепция обновления фоновых оценок в процессе ассимиляции. Методы использования результатов ассимиляции для обновления ковариационных матриц фоновых ошибок.

4.2.11 Проблема инициализации гидродинамических моделей

Пространственные и временные масштабы атмосферных процессов. Синоптические и планетарные процессы в проблеме ассимиляции атмосферных данных. Проблема фильтрации шумов в ассимиляционных моделях.

4.2.12 Использование методов релаксации для ассимиляции гидрометеорологической информации

Анализ различий между результатами измерений и моделирования. Физический подход к оценке различий измерений и расчетов. Корректировка уравнений модели с учетом измерений.

4.2.13 Ре-анализ гидрометеорологических данных

Применение методов ассимиляции для оперативного прогноза погоды и ретроспективных расчетов. Особенности ассимиляции данных наблюдений при ретроспективных расчетах. Преимущества ре-анализа по сравнению с модельными расчетами без ассимиляции результатов наблюдений. Погрешности и неточности данных ре-анализа. Существующие базы данных ре-анализа ERA-Interim, MERRA, JRA, MetOffice b lh/

4.2.14 Перспективы развития методов модельной ассимиляции результатов наблюдений

Методы ассимиляции в оперативных моделях прогноза погоды. Вычислительные сложности использования методов ассимиляции. Ансамблевые подходы к оценкам результатов моделирования. Перспективные методы ассимиляции гидрометеорологической информации.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Линейная интерполяция метеорологических полей	Практическая работа	ОПК-1,

2	2	Квадратичная интерполяция метеорологических полей	Практическая работа	ОПК-3, ППК-1
3	3	Интерполяция метеорологических полей сплайнами	Практическая работа	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3
4	4	Полиномиальная интерполяция метеорологических полей	Практическая работа	ОПК-3, ОК-3
5	5	Оптимальная интерполяция метеорологических полей	Практическая работа	ОПК-1, ОПК-3, ОК-5,
6	6	Метод наискорейшего спуска для метеорологических полей	Практическая работа	ППК-1, ОК-3, ОК-5
7	7	Применение фильтра Калмана для метеорологических полей	Практическая работа	ОПК-1, ППК-1, ПК-3

Семинарских и лабораторных занятий учебным планом не предусмотрено.

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

5.1. Текущий контроль

5.1.1. Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующей лекции.

5.1.2. Беседа со студентами (коллоквиум)

5.1.3. Прием и проверка отчета по каждой практической работе.

а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

- 1) Какие задачи решаются ассимиляцией гидрометеорологических данных?
 - а) Анализа результатов наблюдений
 - б) Подготовка начальных данных для гидродинамической модели
 - с) Прогноза погоды
 - д) Приспособления измерений для анализа

- 2) Чем отличаются субъективный и объективный анализ метеорологических полей?
 - а) Автоматизации процесса анализа независимо от конкретного исследователя
 - б) Использованием или неиспользованием компьютера

- c) Выбором метода анализа на усмотрение исследователя или из общих принципов
 - d) Выбором данных на усмотрение исследователя
- 3) Где применяются среднеквадратические оценки в метеорологии
- a) Для вычисления средних квадратов измерений
 - b) Используются квадраты площади, на которой усредняются результаты измерений
 - c) На основе предположения нормальности распределения минимизируется сумма квадратов отклонений
 - d) В квадрат возводятся отклонения измерений от моделирования
- 4) Метод динамической релаксации применяется для
- a) уменьшения ошибок ассимиляции
 - b) сближения результатов моделирования и измерений
 - c) усиления роли динамических процессов при ассимиляции результатов измерений
 - d) уменьшения ошибок моделирования
- 5) Идея метода последовательных уточнений заключается в
- a) уточнении результатов измерений путем сравнения с соседними станциями
 - b) многократном уточнении первого приближения анализа
 - c) введения более мелких шагов по времени при моделировании
 - d) увеличении количества измерений на станциях
- 6) Что есть общего в оптимальной интерполяции и вариационном анализе?
- a) Ничего.
 - b) Ничем не отличаются.
 - c) Результат анализа.
 - d) Метод ассимиляции.
- 7) В трехмерном вариационном анализе
- a) Минимизируется расхождение между анализом, измерениями и моделированием во временном окне ассимиляции
 - b) Суммируется расхождение между измерениями и моделированием по трем направлениям
 - c) Оценка функционала качества осуществляется три раза
 - d) Рассчитываются три разные вариации

б). Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов, эссе и докладов по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

в). Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу, предоставленные преподавателем презентации лекций. Освоение материалов и выполнение практических работ проходит при регулярных консультациях с преподавателем, для чего предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

5.3. Промежуточный контроль: экзамен

Перечень вопросов к экзамену:

1. Концепция и задачи модельной ассимиляции данных;
2. Субъективный анализ метеорологических полей и первые шаги развития объективного анализа;
3. Ассимиляции данных как часть прогностической системы;
4. Линейная и квадратичная интерполяция функции, заданной в узлах;
5. Интерполяция сплайнами;
6. Локальная полиномиальная аппроксимация метеополей;
7. Среднеквадратические оценки в метеорологии;
8. Многомерная интерполяция с разложением по базисным функциям
9. Метод динамической релаксации (nudging);
10. Метод последовательных уточнений;
11. Итерационный цикл в методе последовательных уточнений;
12. Однокомпонентная оптимальная интерполяция;
13. Ошибка анализа в оптимальной интерполяции;
14. Безразмерная форма уравнений оптимальной интерполяции;
15. Метод оптимальной интерполяции для однородных условий и независимых измерений;
16. Сравнение разных случаев двух наблюдений в оптимальной интерполяции;
17. Применение оптимальной интерполяции к случаю сети скученных станций;
18. Статистические характеристики метеорологических полей;
19. Метод наблюдений для определения ковариационных матриц;
20. Методы определения ковариационных матриц по результатам моделирования;
21. Двухкомпонентная оптимальная интерполяция в точке;
22. Векторная двухкомпонентная оптимальная интерполяция;
23. Многокомпонентная оптимальная интерполяция;
24. Обобщенный алгоритм оптимальной интерполяции;
25. Вероятностный подход к ассимиляции данных;
26. Постановка задачи вариационной ассимиляции данных;
27. Эквивалентность оптимальной интерполяции и вариационного анализа;
28. Постановка задачи трехмерного вариационного анализа;
29. Использование метода наискорейшего спуска для минимизации функционала качества
30. Поиск направления на минимум при минимизации функционала качества в трехмерном вариационном анализе
31. Постановка задачи четырехмерной ассимиляции;
32. Функционал качества в четырехмерной ассимиляции;
33. Минимизация функционала качества четырехмерной вариационной ассимиляции;
34. Оценка градиента функционала качества в четырехмерном анализе;
35. Задача ассимиляции как проблема фильтрации;
36. Формулировка алгоритма фильтра Калмана для ассимиляции г/м полей.
37. Расширенный фильтр Калмана; Схема организации вычислений в фильтре Калмана;
38. Ансамблевый фильтр Калмана;

Образцы билетов к экзамену

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Метеорологический факультет
Кафедра метеорологических прогнозов

БИЛЕТ № 1

1. Концепция и проблемы модельной данных;
2. Схема организации вычислений в фильтре Калмана;

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Метеорологический факультет

Кафедра метеорологических прогнозов

Подготовка начальных данных для гидродинамического моделирования

БИЛЕТ № 5

- 1 Среднеквадратические оценки в метеорологии
2. Задача ассимиляции как проблема фильтрации

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Evensen G. Data assimilation: The ensemble Kalman filter. Berlin: Springer, 2007.
1. Kalnay E. Atmospheric Modeling. Data Assimilation and Predictability. Cambridge University Press, 2003.
2. Смышляев С.П. Методические указания по дисциплине «Ассимиляция гидрометеорологических данных». Издательство РГГМУ. 2016. – 22 стр.

б) дополнительная литература:

3. Daley R. Atmospheric data analysis – Cambridge University Press, 1992
4. Кобышева Н.В., Наровлянский Г.Я.. Климатическая обработка метеорологической информации. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 296 с.
5. Рожков В.А. Теория и методы статистического оценивания вероятностных характеристик случайных величин и функций с гидрометеорологическими примерами. Книга 1. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2001. – 340 с.
6. Гандин Л.С., Каган Р.Л. Статистические методы интерпретации метеорологических данных. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 360 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://hftp.psu.edu/EDA2010/>

<http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/weather-forecasting>

<http://www.ecmwf.int/>

<https://mipt.ru/education/chair/mathematics/upload/99f/algsaasimilation.pdf>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (темы №1-14)	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов с выписыванием толкований в тетрадь. 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 лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет</p>
Практические занятия (темы №1-7)	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.</p>
Подготовка к зачету	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.</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
Темы 1 и 6	<p><u>информационные технологии</u></p> <p>1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций,</p> <p>2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты</p> <p>3. использование архивов данных, ассимилированных в модель UK Met Office и MERRA2, пакет прикладных программ, предназначенных для анализа и диагностики волновых процессов и нелинейных взаимодействий в атмосфере.</p> <p><u>образовательные технологии</u></p> <p>1. интерактивное взаимодействие педагога и студента</p> <p>2. сочетание индивидуального и</p>	<p>1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.</p> <p>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru</p> <p>3. Использование сайта кафедры метеорологических прогнозов: http://ra.rshu.ru/mps/dwnl/apogor/Динамика/ http://ra.rshu.ru/mps/dwnl/apogor/Нелинейные_процессы/</p> <p>4. Данные ре-анализов NASA: http://gmao.gsfc.nasa.gov/research/merra/</p> <p>5. Данные ре-анализов NASA: http://gmao.gsfc.nasa.gov/products/document_s/MERRA_File_Specification.pdf</p> <p>6. Данные ре-анализов UK MET OFFICE http://badc.nerc.ac.uk/browse/badc/ukmo-assim</p> <p>7. Данные ре-анализов UK MET OFFICE http://badc.nerc.ac.uk/help/software/xconv/index</p>

	коллективного обучения	8. Программный пакет GrADs, предназначенный для визуализации четырехмерных (долгота, широта, высота и время) распределений метеорологических полей 9. Трехмерная модель общей циркуляции средней и верхней атмосферы 10. Использование сайта лаборатории моделирования средней и верхней атмосферы и кафедры метеорологических прогнозов: http://ra.rshu.ru , http://ra.rshu.ru/mp .
--	------------------------	---

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. **Учебная аудитории 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).
2. **Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
5. **Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

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 с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.