

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

Кафедра Метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

Мезомасштабные гидродинамические модели

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению
подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):

Моделирование атмосферных процессов

Квалификация:

Магистр

Форма обучения

Очная


Согласовано
Руководитель ОПОП
«Моделирование атмосферных
процессов»


 Анискина О.Г..

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
11.06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

13 июля 2019 г., протокол № 10
Зав. кафедрой  Дробжева Я.В.

Авторы-разработчики:
 Анискина О.Г.

Составил:

Анискина О.Г. – к.ф.-м.н., доцент кафедры метеорологических прогнозов Российского государственного гидрометеорологического университета.

© О.Г.Анискина, 2019
© РГГМУ, 2019

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Мезомасштабные гидродинамические модели» - подготовка магистров по направлению «Прикладная гидрометеорология», обучающихся по профилю «Моделирование атмосферных процессов», подготовка магистров, владеющих знаниями в объеме, необходимом для глубокого понимания физических и математических основ гидродинамического моделирования мезомасштабных процессов.

Основные задачи дисциплины «Мезомасштабные гидродинамические модели» связаны с освоением:

- физических основ построения мезомасштабных моделей атмосферы,
- математических основ моделирования мезомасштабных процессов,
- современных мезомасштабных гидродинамических моделей атмосферы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Мезомасштабные гидродинамические модели» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль – Моделирование атмосферных процессов относится к дисциплинам вариативной части общепрофессионального цикла.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин бакалавриата: «Физика», «Информатика», «Вычислительная математика», «Математика (теория вероятности и статистика)», «Иностранный язык», «Численные методы математического моделирования», «Статистические методы обработки гидрометеорологической информации». Также для освоения данной дисциплиной необходимы знания дисциплин: «Информационно-измерительные системы в гидрометеорологии», «Специальные главы «Физики атмосферы, океана и вод суши», «Специальные главы статистического анализа процессов и полей» и др.

Параллельно с дисциплиной «Мезомасштабные гидродинамические модели» изучаются: «Дистанционные методы исследования природной среды», «Дополнительные главы математики», «Моделирование природных процессов».

Дисциплина «Мезомасштабные гидродинамические модели» является вариативной для проведения научно-исследовательской работы, преддипломной практики. Знания, полученные в ходе изучения данной дисциплины, могут быть использованы при подготовке выпускной квалификационной работы магистра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

Код компетенции	Компетенция
ОК-3	Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.
ОПК-1	Способность представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук, физики и математики
ПК-1	Понимание и творческим использованием в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин.

ПК-4	Готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах.
-------------	--

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Мезомасштабные гидродинамические модели» обучающийся должен:

Знать:

- физическую постановку задачи мезомасштабного гидродинамического прогноза;
- особенности мезомасштабных процессов, подлежащих моделированию;
- методы численного решения уравнений гидродинамики атмосферы;
- методы параметризаций физических процессов в мезомасштабных гидродинамических моделях атмосферы;
- современные мезомасштабные гидродинамические модели атмосферы

Уметь:

- создавать и модернизировать блоки современных мезомасштабных гидродинамических моделей атмосферы;
 - проводить численные эксперименты с мезомасштабными гидродинамическими моделями атмосферы;
 - анализировать качество моделирования;
- подготавливать данные для мезомасштабных гидродинамических моделей атмосферы..

Владеть:

- методикой организации численных экспериментов при работе с современными мезомасштабными гидродинамическими моделями атмосферы;
- навыками создания мезомасштабных гидродинамических моделей атмосферы;
- навыками обработки результатов мезомасштабного моделирования.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Мезомасштабные гидродинамические модели» 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
Первый этап (уровень) (ОК-3)	Владеть: - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине; - методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.	Не владеет: - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине; - методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.	Недостаточно владеет: - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине; - методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.	Хорошо владеет: - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине; - методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.	Свободно владеет: - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой по дисциплине; - методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет.

	<p>Уметь: - формулировать задачи научных исследований; --находить оптимальные пути для исследования решения проблемы успешности прогнозов погоды; -организовывать выполнение научных программ.</p> <p>Знать: - научное состояние проблемы долгосрочных прогнозов в России и за рубежом в целях использования имеющихся достижений для дальнейших исследований и определения нерешенных задач методы научных исследований в области прогнозов.</p>	<p>Не умеет: - формулировать задачи научных исследований; -- находить оптимальные пути для исследования решения проблемы успешности прогнозов погоды; -организовывать выполнение научных программ.</p> <p>Не знает: - научное состояние проблемы долгосрочных прогнозов в России и за рубежом в целях использования имеющихся достижений для дальнейших исследований и определения нерешенных задач методы научных исследований в области прогнозов.</p>	<p>Слабо умеет: - формулировать задачи научных исследований; -- находить оптимальные пути для исследования решения проблемы успешности прогнозов погоды; -организовывать выполнение научных программ.</p> <p>Плохо описывает: - научное состояние проблемы долгосрочных прогнозов в России и за рубежом в целях использования имеющихся достижений для дальнейших исследований и определения нерешенных задач методы научных исследований в области прогнозов.</p>	<p>Умеет с помощью преподавателя: - формулировать задачи научных исследований; -- находить оптимальные пути для исследования решения проблемы успешности прогнозов погоды; -организовывать выполнение научных программ.</p> <p>Хорошо знает: - научное состояние проблемы долгосрочных прогнозов в России и за рубежом в целях использования имеющихся достижений для дальнейших исследований и определения нерешенных задач методы научных исследований в области прогнозов.</p>	<p>Умеет самостоятельно: формулировать задачи научных исследований; -- находить оптимальные пути для исследования решения проблемы успешности прогнозов погоды; -организовывать выполнение научных программ.</p> <p>Свободно излагает: - научное состояние проблемы долгосрочных прогнозов в России и за рубежом в целях использования имеющихся достижений для дальнейших исследований и определения нерешенных задач методы научных исследований в области прогнозов.</p>

Второй этап (уровень) ОПК-1	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой, в том числе по дисциплине «Численные методы, используемые в атмосферных моделях»; -методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет; - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; - методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; - методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов. 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой, в том числе по дисциплине «Численные методы, используемые в атмосферных моделях»; -методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет; - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; - методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; - методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов. 	<p>Слабо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой, в том числе по дисциплине «Численные методы, используемые в атмосферных моделях»; -методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет; - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; - методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; - методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов. 	<p>Хорошо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой, в том числе по дисциплине «Численные методы, используемые в атмосферных моделях»; -методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет; - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; - методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; - методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов. 	<p>Уверенно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой, в том числе по дисциплине «Численные методы, используемые в атмосферных моделях»; -методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет; - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; - методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; - методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; - аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; 	<p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; - аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; 	<p>Затрудняется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; - аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; - анализировать ошибки конечно-разностных схем; 	<p>Хорошо умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; - аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; 	<p>Умеет свободно:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; - аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; - анализировать ошибки конечно-разностных схем;

<p>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</p> <p>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</p> <p>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</p>	<p>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</p> <p>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</p> <p>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</p>	<p>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</p> <p>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</p>	<p>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</p> <p>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</p> <p>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</p>	<p>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</p> <p>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</p>
<p>Знать:</p> <p>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</p> <p>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</p> <p>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</p> <p>– методы анализа конечно-разностных схем;</p> <p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p>	<p>Не знает:</p> <p>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</p> <p>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</p> <p>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</p> <p>– методы анализа конечно-разностных схем;</p> <p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p>	<p>Плохо знает:</p> <p>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</p> <p>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</p> <p>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</p> <p>– методы анализа конечно-разностных схем;</p> <p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</p>	<p>Описывает с помощью преподавателя:</p> <p>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</p> <p>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</p> <p>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</p> <p>– методы анализа конечно-разностных схем;</p> <p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p>	<p>Свободно описывает:</p> <p>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</p> <p>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</p> <p>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</p> <p>– методы анализа конечно-разностных схем;</p> <p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</p>

	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. – методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. – методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.	– методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. – методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.	– методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.
Второй этап (уровень) ПК-1	Владеть: – методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Не владеет: – - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Слабо владеет: – - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Хорошо владеет: – - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Отлично владеет: – - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.
	Уметь: – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;	Не умеет: – - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;	Слабо умеет: – - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;	Хорошо умеет: – - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;	Отлично умеет: – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;

	-основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	-основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	-основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. -основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	статистического моделирования процессов атмосферы.
Второй этап (уровень) ПК-4	Владеть: -навыками работы с электронными базами данных; – - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Не владеет: -навыками работы с электронными базами данных; – - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Слабо владеет: -навыками работы с электронными базами данных; – - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Слабо владеет: -навыками работы с электронными базами данных; – - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Свободно владеет: -навыками работы с электронными базами данных; – - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.
	Уметь: – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных схем;	Не умеет: – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных схем;	Затрудняется: – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных схем;	Хорошо умеет: – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных схем;	Отлично умеет: – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных схем;

4.1 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2019 г. набора
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	28
в том числе:	
лекции	14
практические занятия	14
лабораторные занятия	
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	44
в том числе:	
курсовая работа	-
контрольная работа	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачёт

4.2 Содержание разделов дисциплины

Очное обучение
2019 г. набора

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час	Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа			
1	Классификация масштабов атмосферных процессов.	2	2	2	0	6	Собеседование	0	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
2	Особенности мезомасштабного моделирования атмосферных процессов.	2	2	2	0	6	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
3	Граничные условия в мезомасштабном моделировании	2	2	2	0	6	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1

	атмосферных процессов.								ПК-4	
4	Начальные условия для мезомасштабных гидродинамических моделей атмосферы.	2	2	2	0	6	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4	
5	Описание физических процессов в мезомасштабных гидродинамических моделях атмосферы.	2	2	2	0	6	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4	
6	Верификация результатов мезомасштабного гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	2	2	2	0	6	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4	
7	Современные мезомасштабные гидродинамические модели атмосферы	2	2	2	0	8	Собеседование	0	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4	
			14	14	0	44		18		
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена							72 часов			

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Классификация масштабов атмосферных процессов

Пространственные и временные масштабы атмосферных движений. Классификация атмосферных процессов по пространственно-временным масштабам. Разные классификации атмосферных движений (Хромов, Петросянец, Pielke, Orlandsky, Bornstein и т.п.). Критерии подобия. Динамическое определение мезомасштабов. Местные циркуляции.

4.2.2 Особенности мезомасштабного моделирования атмосферных процессов

Системы уравнений используемые при мезомасштабном моделировании атмосферных процессов. Особенности подготовки начальных данных. Моделирование конвекции, шквалов, мезомасштабных полярных циклонов, тропических циклонов. Взаимодействие синоптического и мезо-масштабов. Статичность и нестатичность в мезомасштабных гидродинамических моделях.

4.2.3 Граничные условия в мезомасштабном моделировании атмосферных процессов

Особенности моделирования на ограниченной территории. Фиктивные граничные условия. Телескопизация. Вложенные сетки. Граничные условия излучения. «Прозрачные» граничные условия.

4.2.4 Начальные условия для мезомасштабных гидродинамических моделей атмосферы

Проблема постановки граничных условий для мезомасштабных моделей атмосферы. Ассимиляция данных наблюдений. Наблюдательные сети. Вариационная ассимиляция. Оценка качества данных наблюдений. Фильтрация. Нормальные моды. Инициализация. Фильтр Калмана. Метод Крессмана. Наджинг.

4.2.5 Описание физических процессов в мезомасштабных гидродинамических моделях атмосферы

Описание физических процессов. Проблема параметризаций в мезомасштабных моделях атмосферы. Бесшовные моделирование. Вихререзающие модели атмосферы.

4.2.6 Верификация результатов мезомасштабного гидродинамического моделирования атмосферных процессов

Оценка качества мезомасштабного моделирования.

4.2.7 Современные мезомасштабные гидродинамические модели атмосферы

Мезомасштабные гидродинамические модели атмосферы мировых метеорологических центров (WRE, COSMO, ICON, NAM и т.д.).

4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Классификация масштабов атмосферных процессов.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
2	2	Особенности мезомасштабного моделирования атмосферных процессов.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
3	3	Граничные условия в мезомасштабном моделировании атмосферных процессов.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
4	4	Начальные условия для мезомасштабных гидродинамических моделей атмосферы.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
5	5	Описание физических процессов в мезомасштабных гидродинамических моделях атмосферы.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
6	6	Верификация результатов мезомасштабного гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4
7	7	Современные мезомасштабные гидродинамические модели атмосферы	Практическая работа	ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4

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. Собеседование.

5.1.2. Итоговое тестирование по всем разделам дисциплины.

а) Образцы заданий текущего контроля

Примеры вопросов для собеседования

Раздел 1. Классификация масштабов атмосферных процессов

1. Какие процессы относятся к мезомасштабным?
2. В чём отличие мезомасштабных процессов?

3. Что такое классификация Орландски?
4. К какому масштабу относятся бризы?
5. Конвекция и её масштабы?

Образцы вопросов для тестирования.

1. Какой из перечисленных процессов относится к мезомасштабным?
 - а) фронтальный циклон
 - б) антициклон
 - в) струйное течение
 - г) тропический циклон

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

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, базовый учебник [1].

Выполнение работы проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

5.3. Промежуточный контроль: зачёт

Перечень вопросов к зачёту

1. Характеристики гидродинамической модели атмосферы.
2. Системы координат по вертикали, используемые в современных моделях погоды.
3. Системы координат по горизонтали, используемые в современных моделях атмосферы.
4. Современные метеорологические центры, предоставляющие результаты гидродинамического моделирования.
5. Качество гидродинамического моделирования. Валидация. Верификация.
6. Регулярные и нерегулярные сетки.
7. Проблема полюсов в глобальных моделях, использующих сферическую систему координат. Решение проблемы.
8. Сетки, используемые в современных моделях.
9. Конечно-разностные схемы, используемые при решении уравнений гидродинамических моделей.
10. Спектральный подход к решению уравнений гидродинамики атмосферы.
11. Сравнительный анализ конечно-разностного и спектрального подхода к решению уравнений гидродинамики атмосферы.
12. Гипотезы, используемые при составлении современного прогноза погоды и климата.
13. Влияние начальных условий на прогноз погоды и климата.

14. Реанализ. Основные положения.
15. Доступные базы данных реанализа.
16. Программный продукт CDO.
17. Программный продукт grads.
18. Программный продукт raporply.
19. Использование постпроцессинга для моделирования погоды.
20. Статистическая коррекция результатов гидродинамического моделирования.
21. Регрессионный анализ для обработки результатов гидродинамического моделирования.
22. Даунскейлинг.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Хорошевский В. Г. Вычислительные методы, алгоритмы и аппаратно-программный инструментарий параллельного моделирования природных процессов: Монография / Курносое М.Г., Хорошевский В.Г. - Новосибир.: СО РАН, 2012. - 355 с. ISBN 978-5-7692-1237-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=924904>

б) дополнительная литература:

1. Белов Н. П., Борисенков Е. П., Панин Б. Д.. Численные методы прогноза погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – URL:

<http://elib.rshu.ru/search/?s=%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B0+%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B>

2. Белов Н. П. Численные методы прогноза погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1975.

- URL:

http://lib.rshu.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108

3. Репинская Р. П., Анискина О. Г. Конечно-разностные методы в гидродинамическом моделировании атмосферных процессов. – СПб.: РГГМИ, 2002 - Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213172857.pdf

4. Мезингер Ф., Аракава А. Численные методы, используемые в атмосферных моделях. – М.: Наука, 1977.

5. Численные методы, используемые в атмосферных моделях. – Л.: Гидрометеиздат, 1982.

6. Клемин, В. В. Динамика атмосферы Воен.-косм. акад. им. А. Ф. Можайского ; В. В. Клёмин, Ю. В. Кулешов, С. С. Суворов, Ю. Н. Волконский ; [под общ. ред. С. С. Суворова и В. В. Клёмина]. - Санкт-Петербург: Наука, 2013. - 420 с. <http://нэб.рф> <http://нэб.рф/search/?q=Динамика+атмосферы++&c%5B%5D=4&c%5B%5D=5&c%5B%5D=7&c%5B%5D=3&c%5B%5D=6&c%5B%5D=2&c%5B%5D=9>

в) рекомендуемые интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система: <http://znanium.com>
2. Электронный ресурс: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/numerical-weather-prediction>
3. Электронный ресурс: NOAA National Centers For Environmental Information: http://web.kma.go.kr/eng/biz/forecast_02.jsp
4. Электронный ресурс: Met Office Numerical Weather Prediction models: <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/weather-forecasting>
5. Электронный ресурс: Numerical Weather Prediction NWP: <http://www.rmets.org/weather->

[and-climate/weather/numerical-weather-prediction-nwp](#)

6. Электронный ресурс: <http://ra.rshu.ru/mp>

г) программное обеспечение

windows 7 47049971 18.06.2010

office 2013 62398416 11.09.2013

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

GRADS - система анализа и представления данных (свободно распространяемое программное обеспечение).

GNU Fortran - компилятор (свободно распространяемое программное обеспечение).

д) профессиональные базы данных

база данных Web of Science

база данных Scopus

электронно-библиотечная система elibrary

е) информационные справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (разделы №1-7)	Написание конспекта лекций: последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников и общения с преподавателями с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе и в общении с преподавателями. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет
Практические занятия (разделы №1-7)	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников, прежде всего - базового учебника. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.

Индивидуальные задания	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и анализ вычислительных схем. Разработка программ.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.

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

Раздел дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
№1-7	<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. проведение компьютерного тестирования</p> <p><u>образовательные технологии</u></p> <p>1. интерактивное взаимодействие педагога и студента</p> <p>2. сочетание индивидуального и коллективного обучения</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/mp</p> <p>4. Система анализа и представления данных GRADS.</p> <p>5. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.</p> <p>6. Компилятор GNU Fortran.</p> <p>7. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: http://znanium.com</p>

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. Персональный компьютер типа Notebook.

4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. Персональный компьютер типа Notebook.
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.