

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**ПОЛЯРНЫЕ МЕЗОМАСШТАБНЫЕ ЦИКЛОНЫ:  
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы магистратуры по направлению  
подготовки

**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**Прикладная метеорология**

Квалификация:  
**Магистр**

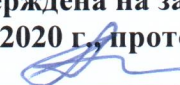
Форма обучения  
**Очная/Заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная метеорология»

 Смышляев С.П.

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:

 Анискина О.Г.

Санкт-Петербург 2020

**Составил:**

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

©О.Г.Анискина, 2020  
©РГГМУ, 2020

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Полярные мезомасштабные циклоны: моделирование и прогноз» - подготовка магистров по направлению «Прикладная гидрометеорология», обучающихся по профилю «Прикладная метеорология», владеющих знаниями в объеме, необходимом для глубокого понимания принципов построения и функционирования гидродинамических моделей атмосферы, способных создавать гидродинамические модели атмосферных процессов и грамотно использовать результаты моделирования.

Основные задачи дисциплины «Полярные мезомасштабные циклоны: моделирование и прогноз» связаны с освоением:

- физических основ построения гидродинамических моделей атмосферы,
- теоретических принципов разработки и функционирования гидродинамических моделей атмосферы,
- численных методов решения уравнений гидродинамики атмосферы,
- основ применения результатов гидродинамического моделирования при составлении оперативных прогнозов погоды.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Полярные мезомасштабные циклоны: моделирование и прогноз» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль – Прикладная метеорология 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)», «Геофизика», «Иностранный язык», «Численные методы математического моделирования». 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 «Полярные мезомасштабные циклоны: моделирование и прогноз» изучаются: «Дистанционные методы исследования природной среды», «Нелинейные процессы и взаимодействия в атмосфере земли», «Численное моделирование переноса примесей в земной ».

Дисциплина «Полярные мезомасштабные циклоны: моделирование и прогноз» является базовой 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
ОПК-4	Способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований.

<b>ОПК-5</b>	Готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.
<b>ПК-1</b>	Понимание и творческим использованием в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин.
<b>ПК-4</b>	Готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах.

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Полярные мезомасштабные циклоны: моделирование и прогноз» обучающийся должен:

**Знать:**

- физическую и математическую постановку задачи мезомасштабного гидродинамического;
- физические основы мезомасштабного циклогенеза;
- методы аппроксимации уравнений гидродинамики атмосферы;
- численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.

**Уметь:**

- разрабатывать алгоритмы гидродинамического моделирования мезомасштабных циклонов;
- аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями.

**Владеть:**

- методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;
- методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Полярные мезомасштабные циклоны: моделирование и прогноз» сведены в таблице.

**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**

Этап (уровень) освоения компетенц ии	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 минимальный	4 базовый	5 продвинутый
<b>Второй этап (уровень) ОПК-4</b>	<b>Владеть:</b> - 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.	<b>Не владеет:</b> - 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.	<b>Слабо владеет:</b> - 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.	<b>Хорошо владеет:</b> - 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.	<b>Уверенно владеет:</b> - 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><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</li> <li>– подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>	<p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</li> <li>– подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>	<p><b>Затрудняется:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</li> <li>– подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>	<p><b>Хорошо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</li> <li>– подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>	<p><b>Умеет свободно:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике.</li> <li>– подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа конечно-разностных схем;</li> </ul>	<p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа конечно-разностных схем;</li> </ul>	<p><b>Плохо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа конечно-разностных схем;</li> <li>– способы борьбы с</li> </ul>	<p><b>Описывает с помощью преподавателя:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа</li> </ul>	<p><b>Свободно описывает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа конечно-разностных схем;</li> <li>– способы борьбы с вычислительными ошибками,</li> </ul>



<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике;</li> <li>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>	<p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике;</li> <li>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>	<p><b>Слабо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике;</li> <li>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>	<p><b>Хорошо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике;</li> <li>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>	<p><b>Умеет свободно:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</li> <li>– аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями;</li> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике;</li> <li>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</li> </ul>
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа</li> </ul>	<p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа</li> </ul>	<p><b>Плохо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа конечно-разностных схем;</li> </ul>	<p><b>Хорошо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– -- физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа</li> </ul>	<p><b>Отлично знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– -- физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;</li> <li>– системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;</li> <li>– методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li> <li>– методы анализа конечно-разностных схем;</li> <li>– способы борьбы с</li> </ul>



	<p>конечно-разностных схем; – способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами; – численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. - методики и средства решения поставленных задач.</p> <p>3(ОПК-5)-I</p>	<p>конечно-разностных схем; – способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами; – численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. - методики и средства решения поставленных задач.</p>	<p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами; – численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. - методики и средства решения поставленных задач.</p>	<p>конечно-разностных схем; – способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами; – численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. - методики и средства решения поставленных задач.</p>	<p>вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами; – численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. - методики и средства решения поставленных задач.</p>
<p><b>Второй этап (уровень) ПК-1</b></p>	<p><b>Владеть:</b> – 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>	<p><b>Не владеет:</b> – - 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>	<p><b>Слабо владеет:</b> – - 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>	<p><b>Хорошо владеет:</b> – - 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>	<p><b>Отлично владеет:</b> – - 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>
	<p><b>Уметь:</b> – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать</p>	<p><b>Не умеет:</b> – - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать</p>	<p><b>Слабо умеет:</b> – - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать</p>	<p><b>Хорошо умеет:</b> – - разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать</p>	<p><b>Отлично умеет:</b> – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных</p>



	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. – основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. – основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	интегрирования уравнений прогностических моделей. – основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	методами; – численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. – основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	прогностических моделей. – основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.
<b>Второй этап (уровень) ПК-4</b>	<b>Владеть:</b> – 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.	<b>Не владеет:</b> – 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.	<b>Слабовладеет:</b> – 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.	<b>Слабовладеет:</b> – 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.	<b>Свободно владеет:</b> – 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.
	<b>Уметь:</b> – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных	<b>Не умеет:</b> – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных	<b>Затрудняется:</b> – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных схем;	<b>Хорошо умеет:</b> – разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды; – аппроксимировать уравнения в частных производных конечными разностями; – анализировать ошибки конечно-разностных	<b>Отлично умеет:</b> – 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 3 зачетных единиц, 108 часов.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2019 г. набора	Заочная форма обучения 2019 г. набора
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108 часов</b>	<b>108 часов</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>42</b>	<b>12</b>
в том числе:		
лекции	<b>14</b>	<b>4</b>
практические занятия	<b>28</b>	<b>8</b>
семинарские занятия	-	-
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>66</b>	<b>96</b>
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Очное обучение**  
2020 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	Уравнения гидродинамики атмосферы.	1	2	2	0	10	Собеседование	0	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4
2	Волны и вихри в атмосфере.	1	2	4	0	12	Собеседование	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4
3	Неустойчивость в атмосфере.	3	2	2	0	10	Собеседование	0	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4

4	Инварианты атмосферных процессов.	1	2	2	0	12	Собеседование	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4	
5	Идентификация полярных циклонов.	1	2	4	0	10	Собеседование	0	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4	
6	Моделирование полярных циклонов.	1	4	2	0	12	Собеседование	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4	
			<b>14</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>66</b>		<b>6</b>		
<b>С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена</b>							<b>108 часов</b>			

**Заочное обучение**  
2020 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	Уравнения гидродинамики атмосферы.	2	2	2	0	24	Собеседование	0	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4	
2	Волны и вихри в атмосфере. Неустойчивость в атмосфере.	2	0	2	0	24	Собеседование	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4	
3	Инварианты атмосферных процессов.	2	2	2	0	24	Собеседование	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4	
4	Идентификация полярных циклонов. Моделирование полярных циклонов.	2	0	2	0	24	Собеседование	2	ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-4	
			<b>4</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>96</b>		<b>6</b>		
<b>С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена</b>							<b>108 часов</b>			

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1 Уравнения гидродинамики атмосферы

Уравнения Навье-Стокса. Уравнения Эйлера. Уравнения Рейнольдса. Осреднение Рейнольдса. Модификация уравнений. Упрощающие гипотезы. Фильтрующие гипотезы. Замкнутая система.

### 4.2.2 Волны и вихри в атмосфере

Волновые движения в атмосфере. Волны Россби. Гравитационные волны. Акустические волны.

### 4.2.3 Неустойчивость в атмосфере.

Определение неустойчивости. Баротропная неустойчивость. Бароклинная неустойчивость

### 4.2.4 Инварианты атмосферных процессов

Понятие инвариантов. Энстрофия. Энтропия. Потенциальный вихрь Эртеля. Изэнтропическая система координат.

### 4.2.5 Идентификация полярных циклонов

Проблема идентификации барических образований. Проект IMILAST. Методики идентификации циклонов (института глобального климата и экологии РАН, института океанографии РАН, климатического диагностического центра NOAA-CIRES.

### 4.2.6 Моделирование полярных циклонов

Мезомасштабные гидродинамические модели атмосферы. Уравнения гидродинамики, используемые в мезомасштабном прогнозе. Мезомасштабная гидродинамическая модель WRF-ARW. Использование модели WRF-ARW для прогноза полярных циклонов.

## 4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Уравнения гидродинамики атмосферы.	Практическая работа	ОКП-4, ОКП-5 ПК-1, ПК-4
2	2	Волны и вихри в атмосфере.	Практическая работа	ОКП-4, ОКП-5 ПК-1, ПК-4
3	3	Неустойчивость в атмосфере.	Практическая работа	ОКП-4, ОКП-5 ПК-1, ПК-4
4	4	Инварианты атмосферных процессов.	Практическая работа	ОКП-4, ОКП-5 ПК-1, ПК-4
5	5	Идентификация полярных циклонов.	Практическая работа	ОКП-4, ОКП-5 ПК-1, ПК-4
6	6	Моделирование полярных циклонов.	Практическая	ОПК-4, ОПК-5

			работа	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. Уравнения гидродинамики атмосферы.

1. Какие уравнения составляют систему уравнений гидродинамики атмосферы?
2. Какие упрощающие гипотезы используют при моделировании мезомасштабных процессов?
3. Насколько точно модель описывает природный процесс?
4. Как определяется качество моделей?
5. Что такое верификация?

#### Образцы вопросов для тестирования.

1. Какой из перечисленных конечно-разностных аналогов производной обладает наивысшим порядком точности?
  - а) направленные разности вперёд
  - б) направленные разности назад
  - в) центральные разности
  - г) несимметричные разности
2. Что такое дискретное пространство?
  - а) Это физическое пространство, в котором задана совокупность точек
  - б) Это пространство, разделённое на отрезки неопределённой длины
  - в) Это фазовое пространство
  - г) Это пространство, в котором производят синоптические наблюдения на станциях

#### 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 проработать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, базовый учебник [1].

Студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу, пользуясь методическими указаниями.

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

### 5.3. Промежуточный контроль: экзамен

#### Перечень вопросов к экзамену

1. Полярные циклоны.
2. Силы, действующие в атмосфере.
3. Упрощающие гипотезы.
4. Фильтрующие гипотезы.
5. Геострофическая гипотеза и гравитационные волны.
6. Уравнения Навье-Стокса.
7. Уравнения Рейнольдса.
8. Уравнения движения.
9. Конечно-разностные схемы, используемые при решении уравнений гидродинамических моделей.
10. Линеаризация уравнений.
11. Энтропия и потенциальная температура.
12. Квазигеострофическое движение и его инвариант.
13. Потенциальный вихрь Эртеля.
14. Инвариант баротропного движения.
15. Преобразование энергии в атмосфере.
16. Проявление неустойчивости в атмосфере.
17. Статическая неустойчивость.
18. Гидродинамическая неустойчивость.
19. Неустойчивость Рэлея.
20. Линейный анализ атмосферных движений.
21. Волны Россби.
22. Волны Гаурвица.
23. Броклинная неустойчивость.
24. Неустойчивость и циклогенез.
25. Полулагранжев подход к описанию адвекции.
26. Мезомасштабные модели атмосферы.
27. Спектральный подход к решению уравнений гидродинамики природных процессов.
28. Спектрально-сеточный подход к решению уравнений гидродинамики природных процессов.
29. Процессы, подлежащие параметризации.
30. Подготовка начальных данных для гидродинамических моделей природных процессов.

**Образцы экзаменационных билетов для экзамена в 1-м учебном семестре.**

#### Экзаменационный билет № 1

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

**Кафедра Метеорологических прогнозов****Дисциплина:** Полярные мезомасштабные циклоны: моделирование и прогноз

1. Неустойчивость в атмосфере.
2. Полулагранжев подход к описанию адвекции.

Заведующий кафедрой МП \_\_\_\_\_ Дробжева Я.В.

**Экзаменационный билет № 2**

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

**Кафедра Метеорологических прогнозов****Дисциплина:** Полярные мезомасштабные циклоны: моделирование и прогноз

1. Полярный циклон.
2. Эйлеров подход к описанию адвекции.

Заведующий кафедрой МП \_\_\_\_\_ Дробжева Я.В.

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины****а) основная литература:**

1. Хорошевский В. Г. Вычислительные методы, алгоритмы и аппаратно-программный инструментальный 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](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](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.рфhttp://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](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 WebofScience

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**

<b>Лекции (разделы №1-6)</b>	<p>Написание конспекта лекций: последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников и общения с преподавателями с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе и в общении с преподавателями.</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>
<b>Практические занятия (разделы №1-6)</b>	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников, прежде всего - базового учебника.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.</p>
<b>Индивидуальные задания</b>	<p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и анализ вычислительных схем.</p> <p>Разработка программ.</p>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

**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
№1-6	<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. 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 MicrosoftExcel, PowerPoint.</p> <p>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн<a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a></p> <p>3. Использование сайта кафедры метеорологических прогнозов <a href="http://ra.rshu.ru/mp">http://ra.rshu.ru/mp</a></p> <p>4. Система анализа и представления данных GRADS.</p> <p>5. ПакетMicrosoftExcel, PowerPoint.</p> <p>6. КомпиляторGNUFortran.</p> <p>7.Электронно-библиотечная системаЗнаниум. Режим доступа: <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a></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.