

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

Кафедра Метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных  
процессов**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы магистратуры по направлению  
подготовки

**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**Моделирование атмосферных процессов**

Квалификация:  
**Магистр**

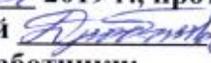
Форма обучения  
**Очная**

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 мая 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 «Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов» - подготовка магистров по направлению «Прикладная гидрометеорология», обучающихся по профилю «Моделирование атмосферных процессов», подготовка магистров, владеющих знаниями в объёме, необходимом для глубокого понимания принципов использования гидродинамических моделей атмосферы в оперативной и научной практике, способных анализировать и визуализировать большие массивы данных в разных форматах.

Основные задачи дисциплины «Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов» связаны с освоением:

- физических основ построения гидродинамических моделей атмосферы,
- принципов эксплуатации современных оперативных гидродинамических систем прогноза разных пространственно-временных масштабов,
- методов обработки результатов моделирования,
- основ анализа результатов гидродинамического моделирования в научных целях.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов» 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 «Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов» изучаются: «Дистанционные методы исследования природной среды», «Дополнительные главы математики», «Моделирование природных процессов».

Дисциплина «Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов» 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	Способность к эффективной коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранном языке

<b>ОПК-4</b>	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-2</b>	Способность анализировать явления и процессы, происходящие в природной среде, на основе экспериментальных данных и массивов гидрометеорологической информации, выявлять в них закономерности и отклонения

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов» обучающийся должен:

**Знать:**

- математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы;
- основные форматы данных используемые в моделировании атмосферных процессов;
- методы работы в системах визуализации и анализа гидродинамической информации;
- методы анализа результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов;
- способы организации численных экспериментов;
- технологии разработки гидродинамических прогнозов атмосферных процессов различных пространственно-временных масштабов.

**Уметь:**

- планировать численные эксперименты по гидродинамическому моделированию атмосферных процессов;
- проводить верификацию результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов;
- работать с большими массивами данных;

осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды при решении оперативных и научных задач.

**Владеть:**

- методикой работы с гидродинамическими моделями атмосферных процессов и явлений;
- методикой обработки больших объёмов данных;
- методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов» сведены в таблице.



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

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) 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>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	<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	<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	<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.	гидродинамического моделирования атмосферных процессов.		гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	
<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой, в том числе по дисциплине «Численные методы, используемые в атмосферных моделях»;</li> <li>- методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет;</li> <li>- методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</li> <li>- методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</li> <li>- методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</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>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 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 вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> <li>- методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.</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 вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> <li>- методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.</li> </ul>	<p><b>Описывает спомощью 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 конечно-разностных схем;</li> <li>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> <li>- методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.</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, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> <li>- методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.</li> </ul>
<p><b>Второй этап (уровень) ОПК-5 Второй этап</b></p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений</li> </ul>	<p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и</li> </ul>	<p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и</li> </ul>	<p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и</li> </ul>	<p><b>Уверенно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</li> </ul>

<p><b>(уровень) ОПК-5</b></p>	<p>гидротермодинамики атмосферы;  — системы координат, использующиеся в гидродинамическом моделировании;  — методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;  — методы анализа конечно-разностных схем;  — способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;  — численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.  - методику организации проведения численных экспериментов, анализа их результатов.</p>	<p>отдельных атмосферных процессов и явлений;  — методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;  — методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.  - методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</p>	<p>отдельных атмосферных процессов и явлений;  — методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;  — методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.  - методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</p>	<p>отдельных атмосферных процессов и явлений;  — методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;  — методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.  - методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</p>	<p>— методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;  — методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.  - методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</p>
-----------------------------------	--	---	---	---	---

<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</li> <li>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</li> <li>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</li> <li>- методикой организации проведения численных экспериментов и анализа их результатов.</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>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> </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> </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> </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> </ul>

	<p>- подготовить отчёты, обзоры, публикации по результатам научных исследований.</p>	<p>– методы анализа 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>– методы анализа 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><b>Второй этап (уровень) ПК-1</b> <b>Второй этап (уровень) ПК-1</b></p>	<p><b>Знать:</b> – физическую и математическую постановку задачи гидродинамического прогноза погоды на основе уравнений гидротермодинамики атмосферы; – системы координат, используемые в гидродинамическом моделировании; – методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ; – методы анализа конечно-разностных схем; – способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики</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>атмосферы численными методами;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> <li>- методики и средства решения поставленных задач.</li> </ul> <p>3(ОПК-5)-I</p>				
<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</li> <li>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</li> <li>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</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>-подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных 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>-подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных 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>-подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований</li> </ul>	<p><b>Отлично 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>-подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований</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</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> </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> </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> </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> </ul>

	<p>производных конечными разностями;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать ошибки конечно-разностных схем;</li> <li>– осмысленно использовать результаты гидродинамического прогноза погоды в синоптической практике;</li> <li>–подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> <li>-основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> <li>-основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> <li>-основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> <li>-основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</li> </ul>
<p><b>Второй этап (уровень) ПК-4</b></p> <p><b>Второй этап (уровень) ПК-2</b></p>	<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</li> </ul>	<p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками работы с электронными базами данных;</li> <li>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</li> <li>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</li> </ul>	<p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками работы с электронными базами данных;</li> <li>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</li> <li>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</li> </ul>	<p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками работы с электронными базами данных;</li> <li>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</li> <li>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</li> </ul>	<p><b>Свободно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками работы с электронными базами данных;</li> <li>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</li> <li>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</li> </ul>

<p>помощью конечных разностей ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы анализа конечно-разностных схем;</li> <li>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li> </ul> <p>–основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</p>	<p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>
<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–навыками работы с электронными базами данных;</li> <li>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</li> <li>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</li> <li>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</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> </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> </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> </ul>	<p><b>Отлично 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> </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> </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> <li>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</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 вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</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 конечно-разностных схем;</li> <li>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</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 вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li> <li>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</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</li> </ul>				

<p>гидродинамическом моделировании;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— методы аппроксимации уравнений с помощью конечных разностей ;</li><li>— методы анализа конечно-разностных схем;</li><li>— способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</li><li>— численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</li></ul>				
---	--	--	--	--



#### 4.1 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2019 г.набора	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>56</b>	
в том числе:		
лекции	<b>28</b>	
практические занятия	<b>28</b>	
лабораторные занятия		
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>88</b>	
в том числе:		
курсовая работа	-	
контрольная работа	-	
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>экзамен</b>	

#### 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	Основные понятия теории разностных схем	1	2	0	0	8	Собеседование	0	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
2	Форматы данных, используемые в гидродинамическом моделировании атмосферных процессов.	1	2	4	0	8	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
3	Программные комплексы по обработке данных	1	2	4	0	8	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5

	гидродинамического моделирования.								ПК-1 ПК-2	
4	Основные источники данных результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	1	2	4	0	8	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2	
5	Реанализы различных прогностических центров.	1	2	8	0	8	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2	
6	Технология составления гидродинамических прогнозов в различных мировых центрах.	1	2	2	0	8	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2	
7	Технологии ансамблевого прогноза.	1	2	2	0	8	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2	
8	Обработка результатов ансамблевого прогнозирования.	1	2	2	0	8	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2	
9	Статистический анализ результатов гидродинамического моделирования.	1	4	2	0	8	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2	
10	Верификация результатов гидродинамического моделирования.	1	4	0	0	8	Собеседование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2	
11	Уточнение результатов гидродинамического моделирования.	1	4	0	0	8	Собеседование Итоговое тестирование	2	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2	
			<b>28</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>88</b>		<b>20</b>		
<b>С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена</b>							<b>144 часов</b>			

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **4.2.1 Основные понятия теории разностных схем**

Конечно-разностные аналоги. Повышение порядка точности конечно-разностной аппроксимации. Монотонность. Устойчивость. Сходимость. Сетки: регулярные, нерегулярные. Адаптивные сетки.

### **4.2.2 Форматы данных, используемые в гидродинамическом моделировании атмосферных процессов.**

Текстовый формат. Бинарный формат. GRIB1. GRIB2. Netcdf. Работа с данными.

### **4.2.3 Программные комплексы по обработке данных гидродинамического моделирования.**

Программные комплексы CDO. GRADS. PANOPLY.

### **4.2.4 Основные источники данных результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов**

Мировые метеорологические центры, осуществляющие прогноз погоды и климата. Основные гидродинамические модели прогноза погоды и климата.

### **4.2.5 Реанализы различных прогностических центров**

Методики получения реанализа. Данные используемые в реанализе. Реанализ различных центров: NCEP/NCAR, ECMFW, MERRA, MetOffice, JRA. Сравнение реанализов.

### **4.2.6 Технология составления гидродинамических прогнозов в различных мировых центрах**

Мировые метеорологические центры, составляющие прогнозы погоды. Технологическая линия составления прогноза погоды. Заблаговременность прогнозов погоды. Технические аспекты составления прогноза погоды.

### **4.2.7 Технологии ансамблевого прогноза**

Ансамблевый прогноз. Методики составления ансамблевого прогноза. Мировые метеорологические центры, предоставляющие результаты ансамблевого прогнозирования.

### **4.2.8 Обработка результатов ансамблевого прогнозирования**

Результаты ансамблевого прогноза различных метеорологических центров. Составление графиков «спагетти». Анализ статистических характеристик на основе ансамблевого прогноза. Оценка вероятности прогностических значений на основе ансамблевого прогноза.

### **4.2.9 Статистический анализ результатов гидродинамического моделирования**

Постпроцессинг. Model Output Statistics. Статистический даунскайлинг. Регрессионный анализ.

#### 4.2.10 Верификация результатов гидродинамического моделирования

Методы верификации результатов моделирования. Верификация прогноза непрерывных величин. Верификация прогноза дихотомических величин. Верификация категорического прогноза. Матрица сопряжённости для оценки качества моделирования.

#### 4.2.11 Уточнение результатов гидродинамического моделирования

Уточнение прогноза на основе даунскейлинга, регрессионного анализа, модельной статистики.

### 4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Форматы данных, используемые в гидродинамическом моделировании атмосферных процессов.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
2	3	Программные комплексы по обработке данных гидродинамического моделирования.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
3	4	Основные источники данных результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
4	5	Реанализы различных прогностических центров.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
5	6	Технология составления гидродинамических прогнозов в различных мировых центрах.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
6	7	Технологии ансамблевого прогноза.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
7	8	Обработка результатов ансамблевого прогнозирования.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5

				ПК-1 ПК-2
8	9	Статистический анализ результатов гидродинамического моделирования.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2

## 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. Основные понятия теории разностных схем.

1. Какими методами могут быть решены уравнения гидродинамики атмосферы?
2. Для какой цели используются конечно-разностная аппроксимация производных?
3. Какие конечно-разностные аналоги используются в современных моделях атмосферы?
4. Что такое сходимость конечно-разностных аналогов атмосферы?
5. Аппроксимировать уравнение движения схемой Эйлера?

#### Образцы вопросов для тестирования.

1. Какой из перечисленных конечно-разностных аналогов производной обладает наивысшим порядком точности?
  - а) направленные разности вперед
  - б) направленные разности назад
  - в) центральные разности
  - г) несимметричные разности
2. Что такое трёхуровневая схема интегрирования по времени?
  - а) Это схема, в которой используется три уравнение
  - б) Это схема, в которой присутствуют три момента времени
  - в) Это схема, в которой используется три точки по пространству
  - г) Это схема, в которой присутствует аппроксимация третьей производной

#### 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: экзамен**

### **Перечень вопросов к экзамену**

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 panoply.
19. Использование постпроцессинга для моделирования погоды.
20. Статистическая коррекция результатов гидродинамического моделирования.
21. Регрессионный анализ для обработки результатов гидродинамического моделирования.
22. Даунскейлинг.

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

### **Экзаменационный билет № 1**

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет  
**Кафедра Метеорологических прогнозов**

**Дисциплина:** Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов

1. Гипотезы, используемые при составлении современного прогноза погоды и климата.
2. Программный продукт grads.

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

---

### Экзаменационный билет № 2

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

**Кафедра Метеорологических прогнозов**

**Дисциплина:** Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов

1. Гипотезы, используемые при составлении современного прогноза погоды и климата.
2. Программный продукт CDO.

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

---

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) основная литература:

1. Хорошевский В. Г. Вычислительные методы, алгоритмы и аппаратурно-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.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](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 №1-11)**

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 №2-10)**

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
№1-11	<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 <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. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.</p> <p>6. Компилятор GNU Fortran.</p> <p>7. Электронно-библиотечная система Знаниум. 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.