

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА АТМОСФЕРНЫХ
ПРИМЕСЕЙ**

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

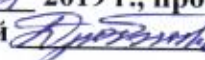
Очная

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:

 Смышляев С.П.

Санкт-Петербург 2019

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 «Математическое моделирование природных процессов» - подготовка магистров по направлению «Прикладная гидрометеорология», обучающихся по профилю «Моделирование атмосферных процессов», подготовка магистров, владеющих знаниями в объёме, необходимом для глубокого понимания физических и математических основ процессов в различных оболочках земли, их взаимодействия..

Основные задачи дисциплины «Математическое моделирование природных процессов» связаны с освоением:

- физических основ построения математических моделей природных процессов,
- физических основ взаимодействия различных природных процессов разных пространственно-временных масштабов,
- математических основ построения моделей природных процессов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование природных 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 «Математическое моделирование природных процессов» изучаются: «Дистанционные методы исследования природной среды», «Дополнительные главы математики», «Моделирование природных процессов», «Технические аспекты гидродинамического моделирования атмосферных процессов», «Мезомасштабные гидродинамические модели», «Глобальные гидродинамические модели атмосферы».

Дисциплина «Математическое моделирование природных 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

ОПК-4	Способность ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований.
ОПК-5	Готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.
ПК-1	Понимание и творческим использованием в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин.
ПК-2	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 «Математическое моделирование природных процессов» обучающийся должен:

Знать:

- физическую постановку задачи математического моделирования природных процессов;
- математическую формализацию, лежащую в основе математических моделей атмосферы;
- методы построения математических моделей природных процессов;
- методы описания взаимодействия между природными процессами;
- современный уровень математического моделирования природных процессов.

Уметь:

- выявлять главные закономерности моделируемых процессов;
- проводить математическую формализацию, подлежащих моделированию характеристик природных процессов;
- выбирать тип математической модели природных процессов;
- критически осмысливать результаты математического моделирования природных процессов при решении оперативных и научных задач.

Владеть:

- методикой работы с математическими моделями природных процессов;
- навыками создания математических моделей природных процессов

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Математическое моделирование природных процессов» 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
Второй этап (уровень) ОПК-4	Владеть: - 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.	Не владеет: - 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.	Слабо владеет: - 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.	Хорошо владеет: - 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.	Уверенно владеет: - навыками самостоятельной работы с научно-технической литературой, в том числе по дисциплине «Численные методы, используемые в атмосферных моделях»; -методами поиска необходимой гидрометеорологической и библиографической информации в сети Интернет; – методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений; – методикой обработки результатов гидродинамического моделирования; – методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.

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

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

	<p>– методы анализа конечно-разностных схем;</p> <p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</p> <p>- методики и средства решения поставленных задач.</p> <p>3(ОПК-5)-I</p>	<p>– методы анализа конечно-разностных схем;</p> <p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</p> <p>- методики и средства решения поставленных задач.</p>	<p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</p> <p>- методики и средства решения поставленных задач.</p>	<p>– методы анализа конечно-разностных схем;</p> <p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</p> <p>- методики и средства решения поставленных задач.</p>	<p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.</p> <p>- методики и средства решения поставленных задач.</p>
<p>Второй этап (уровень) ПК-1</p>	<p>Владеть:</p> <p>– методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>Не владеет:</p> <p>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>Слабо владеет:</p> <p>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>Хорошо владеет:</p> <p>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>Отлично владеет:</p> <p>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>

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

	<p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. -основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</p>	<p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. -основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</p>	<p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. -основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</p>	<p>– способы борьбы с вычислительными ошибками, возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. -основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</p>	<p>возникающими при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы численными методами;</p> <p>– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей. -основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.</p>
<p>Второй этап (уровень) ПК-2</p>	<p>Владеть:</p> <p>–навыками работы с электронными базами данных;</p> <p>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>Не владеет:</p> <p>-навыками работы с электронными базами данных;</p> <p>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>Слабо владеет:</p> <p>–навыками работы с электронными базами данных;</p> <p>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>Слабо владеет:</p> <p>–навыками работы с электронными базами данных;</p> <p>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>	<p>Свободно владеет:</p> <p>–навыками работы с электронными базами данных;</p> <p>– - методикой построения гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;</p> <p>– методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;</p> <p>– методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.</p>
	<p>Уметь:</p> <p>– разрабатывать алгоритмы</p>	<p>Не умеет:</p> <p>– разрабатывать алгоритмы</p>	<p>Затрудняется:</p> <p>– разрабатывать алгоритмы</p>	<p>Хорошо умеет:</p> <p>– разрабатывать алгоритмы</p>	<p>Отлично умеет:</p> <p>– разрабатывать алгоритмы гидродинамического прогноза погоды;</p>

	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.	– численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.
--	--	--	--	--	--

4.1 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

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

4.2 Содержание разделов дисциплины

Очное обучение
2019 г. набора

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час	Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа			
1	Классификация математических моделей.	1	6	2	0	22	Собеседование	6	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
2	Форматы данных, Основы теории сложных систем.	1	8	10	0	22	Собеседование	4	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
3	Статистические и имитационные модели.	1	6	8	0	22	Собеседование	4	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5

									ПК-1 ПК-2	
4	Гидродинамические модели природных процессов.	1	8	8	0	22	Собеседование	4	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2	
			28	28	0	88		20		
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена							144 часов			

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Классификация математических моделей

Определение математической модели. Классификации математических моделей по цели, математическому аппарату, системе уравнений, по природе и т.п. Требования, предъявляемые к математическим моделям. Этапы построения математических моделей природных процессов.

4.2.2 Основы теории динамических систем.

Определение динамической системы. Фазовое пространство. Регулярные точки. Диссипативные динамические системы. Консервативные динамические системы. Траектория динамической системы. Бифуркации. Аттракторы. Фракталы. Детерминированный хаос. Странные аттракторы. Фрактальная размерность.

4.2.3 Статистические и имитационные модели.

Определение имитационной модели. Определение статистической модели. Детерминированное моделирование. Модели случайных процессов. Регрессионные модели. Модели линейного тренда. Модели нелинейного тренда. Фурье анализ. Вейвлет анализ. Нейронные сети и их использование для моделирования природных процессов. Моделирование с использованием естественных ортогональных функций и аппарата SVD.

4.2.4 Гидродинамические модели природных процессов

Основные понятия гидродинамических моделей. Уравнения, лежащие в основе гидродинамических моделей природных процессов. Составные части гидродинамической модели природного процесса. Методы, используемые при создании гидродинамической модели природного процесса. Гидродинамические модели атмосферных процессов. Гидродинамические модели океана. Гидродинамические модели системы Земли. Гидродинамические модели, построенные на основе гипотезы «Геи».

4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Классификация математических моделей.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
2	2	Форматы данных, Основы теории сложных систем.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2

3	3	Статистические и имитационные модели.	Практическая работа	ОК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2
4	4	Гидродинамические модели природных процессов.	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 4. Гидродинамические модели природных процессов

1. Что лежит в основе гидродинамической модели?
2. К какому классу математических моделей относятся гидродинамические модели?
3. Является ли гидродинамическая модель атмосферы детерминированной?
4. Как оценить качество гидродинамической модели?
5. Что такое гипотеза «Геи»?

Образцы вопросов для тестирования.

1. Что такое динамическая система?
 - а) Множество элементов, для которых задана зависимость временем и положением в фазовом пространстве?
 - б) Система, которой свойственно динамичное развитие во времени
 - в) Математическая модель реального процесса, эволюция которого однозначно определяется начальным состоянием
 - г) Совокупность уравнений, которые описывают динамику процесса.
2. Что такое аттрактор?
 - а) притягивающее множество неустойчивых траекторий в фазовом пространстве диссипативной динамической системы
 - б) компактное подмножество фазового пространства динамической системы, все траектории из некоторой окрестности которого стремятся к нему при времени, стремящемся к бесконечности
 - в) компактное подмножество фазового пространства динамической системы, все траектории из некоторой окрестности которого стремятся к нему при времени,

стремящемся к бесконечности

г) гравитационная аномалия, расположенная в межгалактическом пространстве на расстоянии примерно 75 Мпк, или около 250 млн световых лет от Земли в созвездии Наугольник

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. Определение математической модели.
2. Классификации математических моделей.
3. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
4. Этапы построения математических моделей природных процессов.
5. Определение динамической системы.
6. Фазовое пространство.
7. Траектория динамической системы.
8. Аттракторы.
9. Аттрактор Лоренца.
10. Странные аттракторы.
11. Фракталы.
12. Детерминированный хаос.
13. Фрактальная размерность.
14. Определение имитационной и статистической модели.
15. Регрессионные модели.
16. Модели линейного и нелинейного тренда.
17. Фурье анализ.
18. Вейвлет анализ.
19. Нейронные сети и их использование для моделирования природных процессов.
20. Моделирование с использованием естественных ортогональных функций и аппарата SVD.
21. Основные понятия гидродинамических моделей.
22. Уравнения, лежащие в основе гидродинамических моделей природных процессов.
23. Составные части гидродинамической модели природного процесса

24. Методы, используемые при создании гидродинамической модели природного процесса.
25. Гидродинамические модели атмосферных процессов.
26. Гидродинамические модели океана.
27. Гидродинамические модели системы Земли.
28. Гидродинамические модели, построенные на основе гипотезы «Геи».

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

Экзаменационный билет № 1

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

Кафедра Метеорологических прогнозов

Дисциплина: Математическое моделирование природных процессов

1. Определение математической модели.
2. Фурье анализ.

Заведующий кафедрой МП _____ Дробжева Я.В.

Экзаменационный билет № 2

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

Кафедра Метеорологических прогнозов

Дисциплина: Математическое моделирование природных процессов

1. Гидродинамические модели атмосферных процессов.
2. Вейвлет анализ.

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.: Гидрометеоздат, 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.: Гидрометеоздат, 1975.

- URL:

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

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

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

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

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

в) рекомендуемые интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система: <http://znanium.com>

2. Электронный ресурс: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/numerical-weather-prediction>

3. Электронный ресурс: NOAA National Centers For Environmental Information: http://web.kma.go.kr/eng/biz/forecast_02.jsp

4. Электронный ресурс: Met Office Numerical Weather Prediction models: <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/weather-forecasting>

5. Электронный ресурс: Numerical Weather Prediction NWP: <http://www.rmets.org/weather-and-climate/weather/numerical-weather-prediction-nwp>

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

г) программное обеспечение

windows 7 47049971 18.06.2010

office 2013 62398416 11.09.2013

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

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

GNU Fortran - компилятор (свободно распространяемое программное обеспечение).

.

д) профессиональные базы данных

база данных Web of Science

база данных Scopus

электронно-библиотечная система elibrary

е) информационные справочные системы:

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

2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (разделы №1-4)	<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>
Практические занятия (разделы №1-4)	<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>
Индивидуальные задания	<p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и анализ вычислительных схем.</p> <p>Разработка программ.</p>
Подготовка к экзамену	<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
№1-4	<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>1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.</p> <p>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru</p> <p>3. Использование сайта кафедры метеорологических прогнозов http://ra.rshu.ru/mp</p> <p>4. Система анализа и представления данных GRADS.</p> <p>5. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.</p> <p>6. Компилятор GNU Fortran.</p>

	2. сочетание индивидуального и коллективного обучения	7.Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: http://znanium.com
--	---	---

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитория 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.