

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

Глобальные гидродинамические модели атмосферы

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
22 сентября 2020 г., протокол № 1
Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
29 мая 2020 г., протокол № 14
И.о. зав. кафедрой  Анискина О.Г.
Авторы-разработчики:
 Анискина О.Г.

Санкт-Петербург 2020

Составил:

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

©О.Г.Анискина, 2020
©РГГМУ, 2020

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Глобальные гидродинамические модели атмосферы» - подготовка магистров по направлению «Прикладная гидрометеорология», обучающихся по профилю «Моделирование природных процессов», подготовка магистров, владеющих знаниями в объеме, необходимом для глубокого понимания физических и математических основ моделирования общей циркуляции атмосферы.

Основные задачи дисциплины «Глобальные гидродинамические модели атмосферы» связаны с освоением:

- физических основ построения глобальных моделей атмосферы,
- математических основ построения моделей общей циркуляции атмосферы,
- современных глобальных гидродинамических моделей атмосферы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Глобальные гидродинамические модели атмосферы» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль – Моделирование природных 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 «Глобальные гидродинамические модели атмосферы» изучаются: «Дистанционные методы исследования природной среды», «Дополнительные главы математики», «Моделирование природных процессов».

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

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

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

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

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

Знать:

- физическую постановку задачи моделирования общей циркуляции атмосферы и климата;
- особенности глобальных процессов, подлежащих моделированию;
- методы численного решения уравнений гидродинамики атмосферы;
- методы параметризаций физических процессов;
- современные глобальные гидродинамические модели атмосферы.

Уметь:

- создавать, модернизировать блоки современных моделей атмосферы;
- использовать результаты глобальных моделей атмосферы;
- анализировать качество моделирования.

Владеть:

- методикой организации численных экспериментов при моделировании глобальных атмосферных процессов;
- навыками использования результатов моделирования;
- навыками обработки результатов моделирования.

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

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

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

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

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

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

4.1 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

| Объём дисциплины | Всего часов | |
|---|---------------------------------------|--|
| | Очная форма обучения 2020 г.набора | |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 72 | |
| Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего: | 28 | |
| в том числе: | | |
| лекции | 14 | |
| практические занятия | 14 | |
| лабораторные занятия | | |
| Самостоятельная работа (СРС) – всего: | 44 | |
| в том числе: | | |
| курсовая работа | - | |
| контрольная работа | - | |
| Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен) | зачёт | |

4.2 Содержание разделов дисциплины

Очное обучение
2020 гг. 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 современных моделей. | 2 | 2 | 2 | 0 | 6 | Собеседование | 0 | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 |
| 2 | Особенности прогноза погоды и климата. | 2 | 2 | 2 | 0 | 6 | Собеседование | 2 | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 |
| 3 | Ассимиляция в глобальных гидродинамических моделях атмосферы. | 2 | 2 | 2 | 0 | 6 | Собеседование | 2 | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----------|-----------|----------|-----------|-----------------|-----------|-------------------------------|--|
| | | | | | | | | | | |
| 4 | Описание физических процессов в глобальных гидродинамических моделях атмосферы. | 2 | 2 | 2 | 0 | 6 | Собеседование | 2 | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 | |
| 5 | Верификация результатов моделирования. | 2 | 2 | 2 | 0 | 6 | Собеседование | 2 | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 | |
| 6 | Современные глобальные гидродинамические модели атмосферы. | 2 | 2 | 2 | 0 | 6 | Собеседование | 2 | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 | |
| | | | 14 | 14 | 0 | 44 | | 18 | | |
| С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена | | | | | | | 72 часов | | | |

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Классификация современных моделей

Пространственные и временные масштабы атмосферных движений. Классификация атмосферных процессов по пространственно-временным масштабам. Гипотезы, применяемые в глобальных гидродинамических моделях атмосферы (статичность, квазистатичность, эластичность, негидростатичность и т.д.) Эволюция динамического ядра глобальных гидродинамических моделей атмосферы. Конечно-разностные методы решения уравнений. Спектральные модели. Метод конечных элементов. Метод конечных объёмов. Параметризации физических процессов.

4.2.2 Особенности прогноза погоды и климата

Особенности прогноза различных временных масштабов. Системы уравнений используемые при прогнозе погоды и климата. Параметризации физических процессов в моделях различных масштабов. Ансамблевый прогноз.

4.2.3 Ассимиляция в глобальных гидродинамических моделях атмосферы

Ассимиляция данных наблюдений. Наблюдательные сети. Вариационная ассимиляция. Оценка качества данных наблюдений. Фильтрация. Нормальные моды. Инициализация. Фильтр Калмана. Метод Крессмана. Наджинг..

4.2.4 Описание физических процессов в глобальных гидродинамических моделях атмосферы

Описание физических процессов в глобальных моделях атмосферы. Параметризации.

4.2.5 Верификация результатов моделирования

Оценка качества моделирования.

4.2.6 Современные глобальные гидродинамические модели атмосферы

Глобальные гидродинамические модели атмосферы мировых метеорологических центров (GFS, NOGAPS, GEM, IFS, UM, ICON, ARPEGE, IGCM, ПЛАВ и т.д.).

4.3. Практические занятия, их содержание

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование работ | Форма проведения | Формируемые компетенции |
|-------|----------------------|---|---------------------|-------------------------------|
| 1 | 1 | Классификация современных моделей. | Практическая работа | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 |
| 2 | 2 | Особенности прогноза погоды и климата. | Практическая работа | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 |
| 3 | 3 | Ассимиляция в глобальных гидродинамических моделях атмосферы. | Практическая работа | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 |
| 4 | 4 | Описание физических процессов в глобальных гидродинамических моделях атмосферы. | Практическая работа | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 |
| 5 | 5 | Верификация результатов моделирования. | Практическая работа | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 |
| 6 | 6 | Современные глобальные гидродинамические модели атмосферы. | Практическая работа | ОК-3 ОПК-1 ПК-1 ПК-4 |

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

5.1. Текущий контроль

5.1.1. Собеседование.

5.1.2. Итоговое тестирование по всем разделам дисциплины.

а) Образцы заданий текущего контроля

Примеры вопросов для собеседования

Раздел 1. Классификация современных моделей

1. Что значит гипотеза гидростатичности?
2. Когда нельзя использовать гипотезу гидростатичности?
3. Какие системы координат используют в современных моделях атмосферы?
4. В чём суть проблемы полюсов в глобальных гидродинамических моделях атмосферы?
5. Какова максимальная заблаговременность глобального прогноза с использованием современных гидродинамических моделей?

Образцы вопросов для тестирования.

1. Какая гипотеза фильтрует гравитационные волны?
 - а) геострофическая
 - б) адиабатическая
 - в) статическая
 - г) электрическая

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, базовый учебник [1].

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

5.3. Промежуточный контроль: зачёт

Перечень вопросов к зачёту

1. Характеристики гидродинамической модели атмосферы.
2. Системы координат по вертикали, используемые в современных моделях погоды.
3. Системы координат по горизонтали, используемые в современных моделях атмосферы.
4. Современные метеорологические центры, предоставляющие результаты гидродинамического моделирования.
5. Качество гидродинамического моделирования. Валидация. Верификация.
6. Регулярные и нерегулярные сетки.
7. Проблема полюсов в глобальных моделях, использующих сферическую систему координат. Решение проблемы.
8. Сетки, используемые в современных моделях.
9. Конечно-разностные схемы, используемые при решении уравнений гидродинамических моделей.
10. Спектральный подход к решению уравнений гидродинамики атмосферы.

11. Сравнительный анализ конечно-разностного и спектрального подхода к решению уравнений гидродинамики атмосферы.
12. Гипотезы, используемые при составлении современного прогноза погоды и климата.
13. Влияние начальных условий на прогноз погоды и климата.
14. Реанализ. Основные положения.
15. Доступные базы данных реанализа.
16. Программный продукт CDO.
17. Программный продукт grads.
18. Программный продукт raporply.
19. Использование постпроцессинга для моделирования погоды.
20. Статистическая коррекция результатов гидродинамического моделирования.
21. Регрессионный анализ для обработки результатов гидродинамического моделирования.
22. Даунскейлинг.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

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

б) дополнительная литература:

1. Белов Н. П., Борисенков Е. П., Панин Б. Д.. Численные методы прогноза погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – URL: <http://elib.rshu.ru/search/?s=%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D1%8B+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B0+%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B>

2. Белов Н. П. Численные методы прогноза погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – URL: http://lib.rshu.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108

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

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

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

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

в) рекомендуемые интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система: <http://znanium.com>
2. Электронный ресурс: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/numerical-weather-prediction>
3. Электронный ресурс: NOAA National Centers For Environmental Information:

http://web.kma.go.kr/eng/biz/forecast_02.jsp

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

Лекции (разделы №1-6)

Организация деятельности студента

Написание конспекта лекций: последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников и общения с преподавателями с выписыванием толкований в тетрадь.

Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе и в общении с преподавателями.

Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет

| | |
|--|---|
| Практические занятия (разделы №1-6) | 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 |
|-------------------|---|---|
| №1-6 | <u>информационные технологии</u> 1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций, 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты 3. проведение компьютерного тестирования <u>образовательные технологии</u> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения | 1. Пакет MicrosoftExcel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Использование сайта кафедры метеорологических прогнозов http://ra.rshu.ru/mp 4. Система анализа и представления данных GRADS. 5. ПакетMicrosoftExcel, PowerPoint. 6. КомпиляторGNUFortran. 7.Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: http://znanium.com |

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.