

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

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ  
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГИДРОДИНАМИКИ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению  
подготовки

**05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**Прикладная метеорология**

Квалификация:  
**Бакалавр**

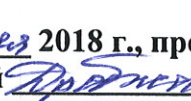
Форма обучения  
**Очная, заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная метеорология»

 **Фокичева А.А.**

Утверждаю  
Председатель УМС  **И.И. Палкин**

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
13 марта 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании  
кафедры  
20 сентября 2018 г., протокол № 7  
Зав. кафедрой  **Дробжева Я.В.**

Авторы-разработчики:  
 **Анискина О.Г.**

**Составили:** Анискина О.Г. – доцент кафедры метеорологических прогнозов Российского государственного гидрометеорологического университета.

**Рецензент:** С.И. Кузьмина, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник международного центра по дистанционному зондированию и мониторингу окружающей среды им. Ф.Нансена («Нансен-Центр»).

© О.Г.Анискина, 2018.

© РГГМУ, 2018.

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Дополнительные разделы численных методов решения задач гидродинамики» - подготовка бакалавров, владеющих знаниями в объёме, необходимом для глубокого понимания принципов построения и функционирования гидродинамических моделей атмосферных процессов, способных создавать гидродинамические модели атмосферных процессов разных масштабов и грамотно интерпретировать результаты моделирования.

Основные задачи дисциплины «Дополнительные разделы численных методов решения задач гидродинамики» связаны с освоением:

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Дополнительные разделы численных методов решения задач гидродинамики» для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология. Профиль – Прикладная метеорология относится к дисциплинам по выбору обучающегося.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Информатика», «Вычислительная математика», «Математика (теория вероятности и статистика)», «Динамическая метеорология», «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации», «Геофизика», «Иностранный язык».

Параллельно с дисциплиной «Дополнительные разделы численных методов решения задач гидродинамики» изучаются: «Численные методы математического моделирования», «Космическая метеорология», «Авиационная метеорология», «Дополнительные главы параметризаций физических процессов», «Агрометеорология».

Дисциплина «Дополнительные разделы численных методов решения задач гидродинамики» является базовой для освоения дисциплин, изучаемых магистрами. Знания, полученные при изучении данной дисциплины, могут быть использованы при подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

Код компетенции	Компетенция
ОК-2	Способность решать стандартные профессиональные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом требований информационной безопасности.
ОК-3	Способность к эффективной коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранном языке
ОК-5	Способность к самообразованию, саморазвитию и самоконтролю, приобретению новых знаний, повышению своей квалификации.
ОПК-1	Способность представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук, физики и

	математики
<b>ОПК-3</b>	Способность анализировать и интерпретировать данные натуральных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования.
<b>ОПК-5</b>	Готовность к освоению новой техники, новых методов и новых технологий.
<b>ПК-3</b>	Способность прогнозировать основные параметры атмосферы, океана и вод суши на основе проведенного анализа имеющейся информации.
<b>ППК-1</b>	Умение решать, реализовывать на практике и анализировать результаты решения гидрометеорологических задач

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Дополнительные разделы численных методов решения задач гидродинамики» обучающийся должен:

**Знать:**

- 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 атмосферы численными методами;
- численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей.

**Уметь:**

- 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.

**Владеть:**

- методикой построение гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;
- методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;
- методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Дополнительные разделы численных методов решения задач гидродинамики» сведены в таблице.

## Соответствие уровней освоения компетенцией планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки освоения компетенцией (описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа



#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора	Заочная форма обучения 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>44</b>	<b>12</b>
в том числе:		
лекции	<b>14</b>	<b>4</b>
практические занятия	<b>30</b>	<b>8</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>64</b>	<b>96</b>
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>

#### 4.1. Содержание разделов дисциплины

очное обучение  
2015, 2016, 2017, 2018 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	Практ., лабор. занятия, семинары	Самостоятельная работа			
1	Различные модификации основной система уравнений гидродинамики атмосферы.	7	3	2	16	Вопросы к лекции	0	ОК-2 ОК-3 ОК-5 ПК-3 ППК-1
2	Постановка задачи гидродинамического прогноза погоды при различной степени учёта негидростатичности атмосферных процессов	7	2	4	8	Вопросы к лекции, вопросы по практической работе	0	ОК-2 ОК-5 ОПК-3 ПК-3 ППК-1
3	Системы координат, используемые в гидродинамических моделях	7	1	4	8	Вопросы на лекции	2	ОК-2 ОК-5 ПК-3

	атмосферы.							ППК-1 ОК-3
4	Использование фильтрованных моделей для исследования атмосферных процессов	7	2	4	8	Вопросы на лекции, вопросы по практической работе, письменный опрос.	2	ОК-2 ОК-5 ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ППК-1 ОК-3
5	Современные численные методы на примере решения модель мелкой воды	7	2	4	8	Вопросы на лекции, вопросы по практической работе, письменный опрос.	2	ОК-2 ОК-5 ОПК-1 ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ППК-1
6	Инварианты гидродинамических моделей атмосферы.	7	1	4	8	Вопросы на лекции	2	ОК-2 ОК-5 ПК-3 ОК-3 ППК-1
7	Современные модификации метода расщепления. Методы (явные, неявные и полунявные) интегрирования уравнений гидродинамики атмосферы.	7	1	4	8	Вопросы на лекции	2	ОК-2 ОК-5 ПК-3 ППК-1
8	Сетки, используемые для решения уравнений гидродинамики атмосферы.	7	2	4	8	Вопросы на лекции, вопросы по практической работе, письменный опрос.	2	ОК-2 ОК-3 ОК-5 ОПК-1 ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ППК-1
	<b>Итого</b>		<b>14</b>	<b>30</b>	<b>64</b>		<b>12</b>	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета							<b>108</b>	

заочное обучение  
2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора

№ п/п	Раздел дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час	Формируемые компетенции
			Лекции	Практ., лаб. занятия, семинары	Самостоятельная работа			
1	Различные модификации основной система уравнений гидродинамики атмосферы.	5	1	0	22	Вопросы к лекции	0,5	ОК-2 ОК-5 ПК-3



								ППК-1 ОК-3
2	Постановка задачи гидродинамического прогноза погоды при различной степени учёта негидростатичности атмосферных процессов	5	1	0	10	Вопросы к лекции	0,5	ОК-2 ОК-5 ПК-3 ППК-1
3	Системы координат, используемые в гидродинамических моделях атмосферы.	5	1	0	10	Вопросы на лекции	0,5	ОК-2 ОК-5 ПК-3 ППК-1 ОК-3
4	Использование фильтрованных моделей для исследования атмосферных процессов	5	0	2	10	Вопросы на лекции, вопросы по практической работе, письменный опрос.	0,5	ОК-2 ОК-5 ОК-3 ПК-3 ППК-1 ОПК-5
5	Современные численные методы на примере решения модель мелкой воды	5	0	2	10	Вопросы на лекции, вопросы по практической работе, письменный опрос.	0,5	ОК-2 ОК-3 ОК-5 ПК-3 ППК-1 ОПК-3
6	Инварианты гидродинамических моделей атмосферы.	5	0	2	10	Вопросы на лекции	0,5	ОК-2 ОК-3 ОК-5 ПК-3 ППК-1
7	Современные модификации метода расщепления. Методы (явные, неявные и полуявные) интегрирования уравнений гидродинамики атмосферы.	5	0	2	10	Вопросы на лекции	0,5	ОК-2 ОК-5 ПК-3 ППК-1 ОК-3
8	Сетки, используемые для решения уравнений гидродинамики атмосферы.	5	1	0	10	Вопросы на лекции, письменный опрос.	0,5	ОК-2 ОК-5 ОПК-1 ПК-3 ППК-1 ОК-3
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>8</b>	<b>92</b>		<b>4</b>	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета (4 часа)							<b>108</b>	

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **4.2.1 Различные модификации основной система уравнений гидродинамики атмосферы**

Гидродинамическое моделирование атмосферных процессов. Динамическое ядро современных оперативных прогностических моделей. Роль корректного описания динамики в гидродинамическом моделировании атмосферных процессов.

Основная система уравнений гидродинамики атмосферы. Оценка величины слагаемых. Применение разных гипотез фильтрации при записи уравнений гидродинамики атмосферы. Адиабатические и неадиабатические слагаемые. Важность постановки начальных условий – согласование и инициализация. Диффузионные слагаемые в уравнениях гидродинамики атмосферы.

### **4.2.2 Постановка задачи гидродинамического прогноза погоды при различной степени учёта негидростатичности атмосферных процессов**

Статические и нестатические гипотезы при записи уравнений гидродинамики атмосферы. Гипотезы эластичности и неэластичности. Гипотеза Буссинеска. Полный отказ от статичности атмосферных процессов. Влияние гипотез статичности на выбор систем координат по вертикали. Использование базовых профилей атмосферных величин.

### **4.2.3 Системы координат, используемые в гидродинамических моделях атмосферы.**

Системы координат по горизонтали – декартова и сферическая. Учёт формы земли при гидродинамическом моделировании атмосферных процессов. Методики борьбы с особыми точками в сферической системе координат. Повернутые системы координат. Трёхполусные системы координат. Сетка Курихары. Гауссовские сетки. Дискретизация по вертикали. Системы координат, повторяющие рельеф постилающей поверхности.

### **4.2.4 Использование фильтрованных моделей для исследования атмосферных процессов**

Геострофические модели атмосферы. Квазисоленоидальные модели атмосферы. Соленоидальные модели атмосферы. Методы решения фильтрованных моделей. Постановка граничных условий. Расчёт начальных условий. Построение аттракторов. Оценка предела предсказуемости атмосферных процессов.

### **4.2.5 Современные численные методы на примере решения модель мелкой воды**

Конечно-разностные аналоги представления производных 4-го порядка точности и выше. Методы Рунге-Кутты разного порядка точности. Матричное представление системы уравнений гидродинамики атмосферы. Обращение оператора модели. Методы матричной прогонки.

### **4.2.6 Инварианты гидродинамических моделей атмосферы**

Общая теория инвариантов при численном интегрировании уравнений гидродинамики атмосферы. Энергетический инвариант. Энстрофия. Инварианты по вертикали.

### **4.2.7 Современные модификации метода расщепления. Методы (явные, неявные и полунявные) интегрирования уравнений гидродинамики атмосферы**

Проблема многомасштабности атмосферных процессов, описываемых уравнениями гидродинамики атмосферы и методы её решения. Расщепление по процессам. Методы

расщепления Марчука. Методы расщепления, используемые в современных оперативных моделях прогноза погоды. Методики введения неявных слагаемых в современных моделях прогноза погоды. Решения уравнения Гельмгольца в современных прогностических моделях атмосферы.

#### 4.2.8 Сетки, используемые для решения уравнений гидродинамики атмосферы

Равномерные сетки. Расшатанные сетки. Основные достоинства и недостатки расшатанных сетках. Разные свойства конечно-разностных методов на различных расшатанных сетках. Сетка Е Аракавы. Неравномерные сетки. Запись конечно-разностных аналогов на неравномерных сетках.

#### 4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Различные модификации основной система уравнений гидродинамики атмосферы.	Практическая работа	ОК-2, ОК-5 ПК-3, ППК-1 ОПК-1, ОПК-3 ОПК-5
2	2	Получение системы уравнений без гидростатического приближения	Практическая работа	ОК-2, ОК-5 ПК-3, ППК-1 ОПК-3, ОПК-5
3	3	Современные гибридные системы координат. Определение координатных поверхностей	Практическая работа	ОК-2, ОК-5 ПК-3, ППК-1 ОПК-3
4	4	Создание повёрнутой системы координат	Практическая работа	ОК-2, ОК-5 ПК-3, ППК-1 ОПК-1, ОПК-3
5	5	Применение фрактального анализа для исследования гидродинамических моделей	Практическая работа	ОК-2, ОК-5 ПК-3, ППК-1 ОПК-3
6	6	Применение схемы Рунге-Кутта для модели мелкой воды	Практическая работа	ОК-2, ОК-5 ПК-3, ППК-1 ОПК-3
7	7	Реализация уравнений движения в форме Лэмба-Громеко	Практическая работа	ОК-2, ОК-5 ПК-3, ППК-1 ОПК-3
8	8	Использование метода расщепления для корректного описания акустических и гравитационных волн.	Практическая работа	ОК-2, ОК-5 ПК-3, ППК-1 ОПК-5
9	8	Современные сетки по горизонтали	Практическое занятие	ОК-2, ОК-5 ПК-3, ППК-1

## **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. Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующей лекции.

5.1.2. Решение задач по разделам. Студентам предлагаются задачи для домашнего решения и последующей проверки.

5.1.3. Беседа со студентами (коллоквиум) перед выполнением каждой лабораторной работы.

5.1.4. Прием и проверка отчета по каждой лабораторной работе.

5.1.5. Студентам выдаётся индивидуальное задание с последующей проверкой и допуском к зачёту.

#### **а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля**

##### **Вопросы на лекции:**

1. Зачем и как используются фоновые поля при интегрировании уравнений гидродинамики атмосферы?
2. Почему в гидродинамических моделях атмосферы прогнозируют потенциальную температуру, а не обычную?
3. В чём особенность расчёта силы барического градиента в современных прогностических моделях?
4. Как рассчитывается адвекция в современных атмосферных моделях?
5. Как учитываются отклонения от гидростатичности в современных моделях атмосферы?
6. В чём суть гибридной системы координат по вертикали?
7. Что такое фрактал?
8. Что такое динамическая система?
9. Что такое предсказуемость атмосферных процессов?
10. Как используются инварианты в современных атмосферных моделях погоды и климата?
11. Что такое адаптивная сетка?
12. Что такое сетка Инь-Янь?
13. Что такое повёрнутая сетка?

#### **Образцы вопросов для тестирования студентов.**

1. Для правильного описания среднего волнового числа в моделируемых полях необходимо использовать

- а) уравнения движения в форме Лэмба
- б) уравнения вихря скорости
- в) бокс метод
- г) метод расщепления

(Правильный ответ – в)

2. Для чего используется сетка Инь-Янь в гидродинамических моделях атмосферы?

- а) Для преодоления проблемы полюсов
- б) Для преодоления проблемы сходимости меридианов
- в) Для повышения точности прогнозов приземного давления

г) Для лучшего описания физических процессов

(Правильный ответ – б)

### **Вопросы к коллоквиуму перед выполнением практической работы №10 «Современные сетки по горизонтали»**

1. В чём достоинство равномерных сеток в декартовой системе координат?
2. Как решается проблема сходимости меридианов в сферической системе координат?
3. Что такое адаптивные сетки?
4. В каких моделях используются адаптивные сетки?
5. Что такое генератор сетки?
6. Что такое Инь-Янь сетки?
7. Что такое кубические сетки?
8. Что такое Повёрнутая система координат?
9. Что такое трёхполюсные сетки?

#### **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.

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

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

### **5.3. Промежуточный контроль**

Промежуточный контроль – зачет.

#### **Вопросы к зачету**

1. Получить уравнения гидродинамики атмосферы в форме Лэмба-Громеко.
2. Получить уравнения движения для функции тока и потенциала скорости.
3. Аппроксимировать систему уравнений гидродинамики атмосферы полушарной схемой и получить уравнение для геопотенциала.
4. Получить уравнения гидродинамики атмосферы в  $\pi$  системе координат.
5. Учет сжимаемости жидкости в уравнениях гидродинамики атмосферы
6. Учёт негидростатичности в уравнениях гидродинамики атмосферы.
7. Получение уравнений гидродинамики атмосферы в дивергентной форме
8. Получение уравнений гидродинамики атмосферы в потоковой форме
9. Система координат со сдвинутым полюсом.

10. Использование икосаэдральной системы координат.
11. Использование изэнтропической системы координат в гидродинамических моделях атмосферы.
12. Система координат Инь-Янь: основные положения, достоинства, недостатки.
13. Методика использования полулагранжева подхода к описанию адвекции.
14. Методы Рунге-Кутты.
15. Использование инвариантов для верификации гидродинамических моделей атмосферы.
16. Система уравнений гидродинамики атмосферы обладающая инвариантами.
17. Использование метода расщепления для описания разномасштабных волновых процессов в атмосферы.

**Образец тестов к зачету**  
(правильный ответ подчеркнут)

- 1) Какое уравнение не используется в гидростатической системе уравнений гидродинамики атмосферы
  - a) неразрывности
  - b) уравнение движения для вертикальной составляющей скорости
  - c) статики
  - d) притока тепла
  
- 2) В квазистатических моделях считают, что
  - a) геострофический ветер меняет с высотой модуль и поворачивает в сторону уменьшения давления
  - b) давление меняется с высотой в соответствии со стандартной атмосферой
  - c) вертикальная составляющая силы барического градиента уравновешивает силу тяжести
  - d) геострофический ветер не меняется с высотой
  
- 3) При численном решении уравнений на икосаэдральной сетке
  - a) Упрощается решение
  - b) Повышается точность
  - c) Лучше описываются процессы в полярных областях
  - d) Увеличивается срок прогноза

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

**а) основная литература:**

1. Бахвалов, Н. С. Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 7-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 636 с.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365807>
2. Репинская Р. П. , Анискина О. Г. Анализ и прогноз погоды для авиации. – СПб.: РГГМИ, 2001 [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-213172857.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213172857.pdf)

**б) дополнительная литература:**

1. 1. Белов Н. П., Борисенков Е. П., Панин Б. Д.. Численные методы прогноза погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-090589.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090589.pdf)
2. Белов Н. П. Численные методы прогноза погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. [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)

4. Мезингер Ф., Аракава А. Численные методы, используемые в атмосферных моделях. – М.: Наука, 1977.
5. Численные методы, используемые в атмосферных моделях. – Л.: Гидрометеиздат, 1982.
7. 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.

#### **в) рекомендуемые интернет-ресурсы**

1. Электронно-библиотечная система: <http://znanium.com>
2. Электронная библиотека РГГМУ: <http://lib.rshu.ru>
3. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <http://elib.rshu.ru>
4. Электронный ресурс - Национальный центр климатических данных. Режим доступа: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/numerical-weather-prediction>
5. Электронный ресурс - NOAA National Centers For Environmental Information. Режим доступа: [http://web.kma.go.kr/eng/biz/forecast\\_02.jsp](http://web.kma.go.kr/eng/biz/forecast_02.jsp)
6. Электронный ресурс - Met Office Numerical Weather Prediction models. Режим доступа: <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/weather-forecasting>
7. Электронный ресурс - Numerical Weather Prediction NWP: Режим доступа: <http://www.rmets.org/weather-and-climate/weather/numerical-weather-prediction-nwp>

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

<b>Вид учебных занятий</b>	<b>Организация деятельности студента</b>
<b>Лекции (темы №1-8)</b>	<p>Написание конспекта лекций: последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников и общения с преподавателями с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе и в общении с преподавателями.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет</p>
<b>Практические занятия (темы №2-8)</b>	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников, прежде всего - базового учебника.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.</p> <p>Разработка программ на языке высокого уровня Fortran.</p>
<b>Индивидуальные задания</b>	<p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и анализ вычислительных схем.</p> <p>Разработка программ на языке высокого уровня Fortran.</p>
<b>Подготовка к зачету</b>	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.</p>

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

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-9	<p><u>информационные технологии</u></p> <p>1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций, использование компьютеров для программирования</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. Компилятор языка программирования Fortran-90.</p> <p>3. Система анализа и представления данных GRADS.</p> <p>4. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a></p> <p>5. Использование сайта кафедры метеорологических прогнозов <a href="http://ra.rshu.ru/mp">http://ra.rshu.ru/mp</a></p> <p>6. Электронная библиотека РГГМУ: <a href="http://lib.rshu.ru">http://lib.rshu.ru</a></p> <p>7. Электронно-библиотечная система: <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a></p>

### 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.