



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра метеорологии и физики околоземного космического пространства**



**Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.В.ОД.9 Численные методы анализа и прогноза погоды**

Направление подготовки **05.03.04 Гидрометеорология**

Тип образовательной программы **Академический бакалавриат**

Направленность (профиль) подготовки **Метеорология**

Квалификация выпускника - **Бакалавр**

Форма обучения очная, заочная

Согласовано с УМК географического факультета

Протокол № 6 от «10» июня 2019 г.  
Председатель \_\_\_\_\_ С.Ж. Воложжина

Рекомендовано кафедрой метеорологии и физики околоземного космического пространства:

Протокол №7 от «25» апреля 2019 г.  
и.о.зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.В. Латышева

Иркутск 2019 г.

## Содержание

1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ООП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины	4
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	6
5.3 Разделы и темы дисциплины и виды занятий	6
5.4 Перечень лекционных занятий	7
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов	7
6.1 План самостоятельной работы студентов	9
6.2 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	9
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	11
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:	11
а) основная литература	11
б) дополнительная литература	11
в) программное обеспечение	12
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	12
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	12
10. Образовательные технологии	13
11. Оценочные средства (ОС)	13

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Основной целью освоения дисциплины «Численные методы анализа и прогноза погоды» является ознакомление студентов с методами численного анализа и прогноза погоды, современным состоянием систем усвоения метеорологической информации и численного прогнозирования погоды.

Выпускники должны обладать теоретической подготовкой в области численного прогноза погоды и знаниями по технологии составления численных анализов и прогнозов погоды. Курс призван дать выпускникам знания, необходимые для понимания выходной продукции, поступающей из систем численного прогнозирования погоды, и для приобретения квалификации, позволяющей работать в области численного анализа и прогноза погоды после окончания университета.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Численные методы анализа и прогноза погоды» включена в раздел " Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.04 «Гидрометеорология», направленность (профиль) «Метеорология» и относится к дисциплинам Обязательные дисциплины. Данная дисциплина осваивается на 4 курсе, 8 семестр, на заочной форме на 5 курсе. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Дисциплина «Численные методы анализа и прогноза погоды» обеспечивает студентам старших курсов введение в одно из важнейших приложений физики атмосферы. Курс базируется на знаниях, полученных после усвоения дисциплин «Физика» (Б1.Б.9), «Механика жидкости и газов» (Б1.Б16). «Математика» (Б1.Б.6), «Динамическая метеорология» (Б1.В.ОД.5), «Геофизическая гидродинамика» (Б1.Б.27), «Синоптическая метеорология» (Б1.В.ОД.7). Освоение этой дисциплины необходимо для формирования представления о методах объективного анализа и усвоения метеорологической информации, гидродинамического прогноза погоды. Знания численных методов необходимо для самостоятельной работы в области прогноза погоды, подготовки наблюдательных данных для систем усвоения метеорологической информации. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы. Полный курс «Численные методы анализа и прогноза погоды» составляет 144 часа и завершается зачетом и экзаменом.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Численные методы анализа и прогноза погоды» направлен на формирование следующих компетенций:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	владение методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств
ПК-2	способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в гидрометеорологии при составлении разделов научно-технических отчетов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике исследования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

а) знать: фундаментальные разделы физики и математики в объеме, необходимом для понимания процессов, определяющих динамические и физические изменения метеорологических полей, формирование глобальных особенностей циркуляции атмосферы и процессов на подсеточном уровне, фундаментальные разделы математики в объеме, необходимом для применения математического аппарата в численных методах анализа метеорологических полей и решения системы уравнений гидротермодинамики.

б) уметь: применять математический аппарат для аппроксимации дифференциальных уравнений и их решения

в) владеть: основами прикладных методов решения дифференциальных уравнений.

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
				8/5 курс	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	60/22			92/22	
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	28/10			28/10	
Практические занятия (ПЗ)	28/10			28/10	
Семинары (С)	4/2			4/2	
Лабораторные работы (ЛР)					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	48/113			48/113	
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)	40/100			40/100	
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	8/13			8/13	
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	36/9			36/9	
<b>Контактная работа (всего)</b>	60/24			64/24	
Общая трудоемкость	часы	144/144		144/144	
	зачетные единицы	4/4		4/4	

#### 5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля). Все разделы и темы нумеруются

### **Раздел 1. Гидрометеорологическая информация и ее первичная обработка**

1. Обзор гидрометеорологической информации, используемой в численных анализах и прогнозах погоды. Глобальные системы наблюдений (ГСН) и телесвязи (ГСТ)
2. Пространственно-временная разрешающая способность современной ГСП и точностные характеристики измерений параметров состояния атмосферы различными наблюдательными системами.
3. Методы контроля гидрометеорологической информации: климатический, временной, вертикальный и горизонтальный.

### **Раздел 2. Усвоение гидрометеорологической информации**

1. Обзор основных задач, решаемых системой усвоения гидрометеорологической информации.
2. Методы дискретного усвоения гидрометеорологических измерений: методы формальной интерполяции, последовательных коррекций, оптимальной интерполяции.
3. Проблема согласования начальных данных для прогностических моделей.
4. Методы инициализации по линейным и нелинейным нормальным модам, вариационные методы усвоения данных.

### **Раздел 3. Постановка задачи численного прогноза**

1. Краткое описание задачи численного прогноза погоды.
2. Основные этапы постановки численного прогноза погоды: формирование физической модели атмосферы, адекватно описывающей прогнозируемые метеовеличины; выбор способа численной аппроксимации системы уравнений гидротермодинамики; организация технологической линии подготовки начальных данных; создание системы интерпретации результатов численных расчетов.

### **Раздел 4. Прогностические модели атмосферы**

1. Прогностические модели, используемые в прогнозах глобального, регионального и локального масштабов: системы уравнений. горизонтальные и вертикальные координаты, учитываемые физические процессы.
2. Начальные и граничные условия для прогностических моделей.
3. Конечно-разностные прогностические модели атмосферы. Основы конечно-разностных методов решения дифференциальных уравнений. Конечно-разностная аппроксимация дифференциальных операторов.
4. Схемы интегрирования по времени (явные, полунеявные, неявные). Основные характеристики конечно-разностных схем: устойчивость, сходимость, консервативность, монотонность, порядок аппроксимации

### **Раздел 5. Спектральные прогностические модели атмосферы**

1. Спектральный метод численного решения систем уравнений гидротермодинамики
2. Преимущества и недостатки спектральных численных схем.
3. Базисные функции, используемые при разложении метеополей;
4. Сферические функции.

### **Раздел 6. Параметризация атмосферных процессов подсеточного масштаба.**

1. Параметризация подсеточной турбулентности и крупномасштабной конденсации.
2. Параметризация облачности и осадков, глубокой и мелкой конвекции.
3. Параметризация процессов на подстилающей поверхности и в деятельном слое почвы.
4. Параметризация переноса радиации в атмосфере, диссипативного эффекта гравитационных волн.

### **Раздел 7. Современные прогностические модели и системы усвоения данных**

1. Общее описание прогностических моделей и системы усвоения данных в Гидрометцентре РФ.
2. Прогностические модели и системы усвоения данных в некоторых зарубежных центрах (ЕЦСПИ, Вашингтон, Брэкнелл).

### Раздел 8. Ансамбль прогнозов

1. Понятие ансамбля прогнозов, его организация в различных центрах.
2. Формы представления ансамбля прогнозов.
3. Сравнение успешности прогнозов по ансамблю с успешностью единичного прогноза.

### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Дисциплина изучается в заключительном семестре.

### 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование раздела дисциплины</i>	<i>Наименование темы</i>	<i>Лекц.</i>	<i>Практ. Занятия</i>	<i>Лаб. занятия</i>	<i>Семи н.</i>	<i>СРС</i>	<i>Всего</i>
1	Гидрометеорологическая информация и ее первичная обработка	1,2 3	2/0 1/0	2/0 1/0			8/8 2/2	12/8 3/2
2	Усвоение гидрометеорологической информации	1 2 3 4	1/0 1/0 1/0 1/0	1/0 1/0 1/0 1/0			0/8 0/8 0/8 0/8	2/8 2/8 2/8 2/8
3	Постановка задачи численного прогноза	1 2	2/2 2/2	2/2 2/2		2/1 2/1	0/4 0/4	6/11 6/9
4	Прогностические модели атмосферы	1 2 3 4	1/1 1/1 1/1 1/1	1/1 1/1 1/1 1/1			2/2 2/2 2/2 4/4	3/3 3/3 3/3 5/5
5	Спектральные прогностические модели атмосферы	1 2 3 4	1/1 1/1 1/0 1/0	1/1 1/1 1/0 1/0			0/4 0/4 0/4 0/4	2/4 2/4 2/4 2/4
6	Параметризация атмосферных процессов подсеточного масштаба.	1 2 3 4	1/0 1/0 1/0 1/0	1/0 1/0 1/0 1/0			4/4 4/4 6/6 6/6	6/4 6/4 8/6 8/6
7	Современные прогностические модели и системы усвоения данных	1 2	1/0 1/0	1/0 1/0			4/4 4/5	6/4 6/5
8	Ансамбль прогнозов	1 2 3	1/0 1/0 1/0	1/0 1/0 1/0			0/3 0/3 0/2	2/3 2/3 2/2
	Всего:		28/10	28/10		4/2	48/113	144/144

#### 5.4 Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1. Гидрометеорологическая информация и ее первичная обработка	ГИС «Метео» и ГИС «Океан»	3/1	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1 ПК-2
2.	2. Усвоение гидрометеорологической информации	ГИС «Метео» и ГИС «Океан»	4/1	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1 ПК-2
3.	3. Постановка задачи численного прогноза	ГИС «Метео» и ГИС «Океан»	4/2	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1 ПК-2
4.	4. Прогностические модели атмосферы	ГИС «Метео» и ГИС «Океан»	4/1	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1 ПК-2
5.	5. Спектральные прогностические модели атмосферы	ГИС «Метео» и ГИС «Океан»	4/2	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1 ПК-2
6.	6. Параметризация атмосферных процессов подсеточного масштаба.	ГИС «Метео» и ГИС «Океан»	4/1	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1 ПК-2
7.	7. Современные прогностические модели и системы усвоения данных	ГИС «Метео» и ГИС «Океан»	2/1	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1 ПК-2
8.	8. Ансамбль прогнозов	ГИС «Метео» и ГИС «Океан»	3/1	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1 ПК-2
	Всего:		28/10		

#### 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы) (очно/заочно)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	2. Усвоение	Обзор задач, решаемых системой	5/2	Устный	ПК-1, ПК-2

	гидрометеорологической информации	усвоения гидрометеорологической информации. Методы дискретного усвоения гидрометеорологических измерений: методы интерполяции, оптимальной интерполяции. Проблема согласования начальных данных для прогностических моделей.		опрос. Тестирование.	
2	3. Постановка задачи численного прогноза	Описание задачи численного прогноза погоды, основные этапы постановки численного прогноза погоды: формирование физической модели атмосферы, адекватно описывающей прогнозируемые метеовеличины; выбор способа численной аппроксимации системы уравнений гидротермодинамики.	7/2	Оценка в баллах	ПК-1, ПК-2
3	5.Спектральные прогностические модели атмосферы	Спектральный метод численного решения систем уравнений гидротермодинамики, преимущества и недостатки спектральных численных схем. Базисные функции, используемые при разложении метеополей; сферические функции.	6/2	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1, ПК-2
4	6.Параметризация атмосферных процессов подсеточного масштаба.	А) Параметризация подсеточной турбулентности и крупномасштабной конденсации. Б) Параметризация облачности и осадков, глубокой и мелкой конвекции. В) Параметризация процессов на подстилающей поверхности и в деятельном слое почвы. Г) Параметризация переноса радиации в атмосфере, диссипативного эффекта гравитационных волн.	5/2	Оценка в баллах	ПК-1, ПК-2
5	7.Современные прогностические модели и системы усвоения данных	Общее описание прогностических моделей и системы усвоения данных в Гидрометцентре РФ	6/2	Устный опрос. Тестирование.	ПК-1, ПК-2
6	8.Ансамбль прогнозов	Понятие ансамбля прогнозов, его организация в различных центрах. Формы представления ансамбля прогнозов	3/2	Оценка в баллах	ПК-1, ПК-2



## 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	1. Гидрометеорологическая информация и ее первичная обработка	Подготовка презентации. Презентацию представляет назначенный студент в присутствии преподавателя.	Реферат-презентация	Основная: [1] Дополнительная: [1-3]	10/29
2	2. Прогностические модели атмосферы	Подготовка реферата на тему Прогностические модели атмосферы	реферат	Основная: [1] Дополнительная: [1-3]	10/28
3	3. Параметризация атмосферных процессов подсеточного масштаба	Подготовка реферата на тему Параметризация атмосферных процессов	реферат	Основная: [1] Дополнительная: [4]	20/28
4	4. Современные прогностические модели и системы усвоения данных	Краткий обзор на тему Современные прогностические модели	обзор	Основная: [1] Дополнительная: [7-8]	8/28

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента (СРС) в течение учебного года контролируется графиком работы по семестрам, предусматривающим:

- формулирование проблемных вопросов;
- подготовка доклада презентацией по выбранной теме;
- самостоятельное освоение отдельных тем дисциплины;
- еженедельные консультации согласно утвержденному графику.

СРС является важной составляющей учебного процесса, целью которой является более глубокое освоение бакалаврами основных понятий, законов, методов, используемых в рамках изучаемой дисциплины.

СРС формирует способность бакалавров к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

СРС позволяет:

- сделать учебный процесс более насыщенным, продуктивным и разнообразным;
- способствует повышению интереса к избранной профессии метеоролога;
- позволяет бакалавру самостоятельно искать решение профессиональных вопросов;
- формирует у бакалавра дифференцированный подход к обучению.

СРС заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по

рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к семинарам, практическим работам, подготовке к зачету по дисциплине. Обсуждение доклада происходит в диалоговом режиме между бакалаврами, бакалаврами и преподавателем, но без его доминирования. Такая интерактивная технология обучения способствует развитию у бакалавров информационной коммуникативности, умений вести дискуссию, отстаивать свою позицию и аргументировать её, анализировать и синтезировать изучаемый материал, акцентировано представлять его аудитории.

### **ВИДЫ И ФОРМЫ СРС**

Структурно самостоятельная работа бакалавра делится на две части:

- 1) организуемая преподавателем и четко описываемая в учебно-методическом комплексе;
- 2) самостоятельная работа, которую бакалавр организует по своему усмотрению, без непосредственного контроля со стороны преподавателя.

#### **Формы СРС:**

1. Конспектирование.
2. Реферирование литературы.
3. Аннотирование книг, статей.
4. Выполнение заданий поисково-исследовательского характера.
5. Работа с лекционным материалом: проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами, дополнение конспекта материалами из рекомендованной литературы.

#### **Виды СРС:**

- познавательная деятельность во время основных аудиторных занятий;
- внеаудиторная самостоятельная работа бакалавров по выполнению домашних заданий учебного и творческого характера (в том числе с электронными ресурсами);
- самостоятельное овладение бакалаврами конкретных учебных модулей, предложенных для самостоятельного изучения;
- учебно-исследовательская работа;
- научно-исследовательская работа.

#### **СРС с электронными ресурсами:**

В аудиториях для самостоятельных компьютерных занятий с помощью обучающих программ, бакалавры дополняют свои занятия, полученные на лекциях и практических занятиях, а также проверяют свой уровень подготовки и сдают зачет.

#### **Формы контроля СРС:**

- выборочная проверка во время аудиторных занятий;
- составление аннотаций на прочитанный материал;
- составление схем, таблиц по прочитанному материалу;
- обзор литературы;
- реферирование литературы;
- подготовка конспекта;
- включение вопросов на контрольных работах, на зачете.

#### **Этапы СРС:**

1. Подбор рекомендуемой литературы.
2. Знакомство с вопросами, по которым нужно законспектировать литературу.
3. Составление схем и таблиц на основе изученной литературы.

#### **Комплекс средств обучения при СРС:**

- учебно-методический комплекс;
- дидактический материал;
- презентации;
- видеоматериалы;
- интернет-ресурсы.

## ВИДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СРС

Виды самостоятельной работы	Форма проверки преподавателем
1. Конспектирование	Выборочная проверка в течение семестра
2. Подготовка докладов и презентаций	Подготовка докладов с анализом литературных источников и применением современных компьютерных технологий (см. учебно-методические рекомендации по дисциплине)
3. Углубленный анализ научно-методической литературы	Собеседование по проработанной литературе в течение семестра (см. график контроля за самостоятельной работой бакалавров)
4. Дополнение конспекта лекций рекомендованной литературой	Предложение составить свой план в заключение каждой лекции

Для выполнения всех перечисленных самостоятельных работ студенту предоставляется возможность использования одного из трех компьютерных классов во внеучебное время (предварительная запись у дежурных в классе, все компьютеры подключены к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета), фондов стационарной библиотеки в 6-м корпусе и фундаментальной библиотеки ИГУ, читальных залов Институтов академии наук (согласно заключенным с ними Договорами), фондов библиотеки Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, индивидуальных консультаций с преподавателями факультета (согласно графику еженедельных консультаций).

**7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) – не предусмотрена**

### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

а) основная литература

1. Мордвинов В. И. Численные методы анализа и прогноза погоды : учеб. пособие / В. И. Мордвинов ; Иркутский гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. - 143 с. (54 экз).
2. Волков Е. А. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. А. Волков. - Москва : Лань, 2008. - 256 с. : граф., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань".
3. Гордин В. А. Математика, компьютер, прогноз погоды и другие сценарии математической физики [Электронный ресурс] / В. А. Гордин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 736 с. : ил. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ.

б) дополнительная литература

1. Численные методы, используемые в атмосферных моделях: пер. с англ. - Л. : Гидрометеоиздат, 1979 - [Т.] 2 / пер. под ред. В. П. Садокова. - 1982. - 360 с. (2 экз.).
2. Русин, Игорь Николаевич Гидродинамические методы долгосрочного прогноза погоды: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Метеорология" / И. Н. Русин ; Ленингр. гидрометеорол. ин-т. - Л. : Ленингр. политехн. ин-т, 1984. - 150 с. (1 экз.).

3. Мусаелян Шабо Асланович Проблемы предсказуемости состояния атмосферы и гидродинамический долгосрочный прогноз погоды [Текст] / Ш. А. Мусаелян. - Л. : Гидрометеоздат, 1984. - 184 с. (2 экз.).
4. Костюков В. В. Объективный анализ и согласование метеорологических полей / В. В. Костюков ; ред. С. А. Машкович ; Гос. ком. СССР по гидрометеорол. и контролю природ. среды, Зап.-Сиб. регион. НИИ. - М. : Гидрометеоздат. Моск. отд-ние, 1982. - 184 с. (1 экз.).
5. Западно-Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт Труды Зап.-Сиб. регион. н.-и. гидрометеорол. ин-та / ред. А. А. Фоменко, Г. С. Ривин. - М. : Гидрометеоздат. Моск. отд-ние. - 22 см. - ISSN 0320-359X. Т. 96 : Численный анализ и прогноз погоды. - 1991. - 123 с. (1 экз.).
6. Бабенко, Константин Иванович. Основы численного анализа / К.И. Бабенко. - 2-е изд. испр. и доп. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2002. - 847 с. (3 экз.).
7. Модели общей циркуляции атмосферы [Текст] / А. Аракава [и др.] ; под ред. Ю. Чанга, пер. с англ. под ред., предисл. С. А. Машковича. - Л. : Гидрометеоздат, 1981. - 351 с..
8. Математическое моделирование общей циркуляции атмосферы и океана [Текст] / Г. И. Марчук [и др.]. - Л. : Гидрометеоздат, 1984. - 320 с.

#### ***в) программное обеспечение***

Microsoft Imagine Premium - Сублицензионный договор № 03-015-16 от 21.11.2016 г.  
 STADIA – Лицензионный паспорт № 1442 от 21.03.2008 г.  
 Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition – Лицензия № 1B08161103014721370444 от 03.11.2016 г. – 27 экз.  
 УПРЗА «Эколог» вер. 3.0 вариант «Базовый» - Microsoft Imagine Premium - Сублицензионный договор № 03-015-16 от 21.11.2016 г.  
 Программное обеспечение: геоинформационные системы ГИС «Метео» и ГИС «Океан»  
 Электронный ключ № 1 от 23.03.2018 г.  
 Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition – Лицензия № 1B08161103014721370444 от 03.11.2016 г. – 27 экз.  
 ScanEx Image Processor – Лицензионный договор № 1968 от 23.12.2014 г. – 10 экз.  
 ГИС «Океан – 2010» - Договор № 12-ПО/1 от 03.07.2012 г.

#### ***з) базы данных, информационно–справочные и поисковые системы***

- Сайт Всемирной метеорологической организации: [http://www.wmo.int/pages/index\\_ru.html](http://www.wmo.int/pages/index_ru.html).  
 - Сайт NOAA - <http://www.noaa.gov/>  
 - Сайт ГМЦ России - <http://meteoinfo.ru/>  
 - Сайт ИПК Росгидромета - <http://ipk.meteorf.ru/>  
 - Сайт РГГМУ - <http://www.rshu.ru/>  
 - [NCEP/NCAR Reanalysis 1](http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html) <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>  
[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily\\_ao\\_index/ao.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao.shtml)

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):**

Освоение дисциплины «Численные методы анализа и прогноза погоды» предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети ИГУ и находятся в едином домене.

- 1) Библиотечный фонд ИГУ;

## 2) Дисплейный класс.

### 10. Образовательные технологии:

В рамках лекционных занятий для обеспечения функций наглядности используется соответствующий тематике занятия иллюстрационный материал, переведенный в электронный формат и оформленный в виде презентаций. Для демонстрации данных презентаций бакалавры могут использовать возможности компьютерного класса с выходом в интернет. Для проведения практических работ используется программа ГИС «Океан» и ГИС «Метео».

### 11. Оценочные средства (ОС):

11.1 Оценочные средства текущего контроля – тесты, контрольные работы, контроль выполнения практических работ. Собеседование с каждым студентом по выполненной работе с целью выяснения самостоятельности и качества усвоения материала. Консультации по отдельным вопросам.

11.2 Оценочные средства для самоконтроля обучающихся – проверка рефератов, собеседования, консультации. Проверка выполнения самостоятельной работы осуществляется согласно графику контроля.

11.3 В начале каждой лекции проводится экспресс-опрос по пройденному материалу. Опрос затрагивает всех студентов без исключения. Заранее подготовленная схема позволяет экспресс-опрос проводить в течение не более 15 мин. Для закрепления теоретического материала студенты регулярно выполняют контрольные и практические работы. Результаты самостоятельных работ и экспресс-опроса фиксируются в журнале преподавателя и в электронном виде, что является основанием для отслеживания успеваемости студентов. Положительное выполнение указанных пунктов – необходимое условие для допуска к зачету.

#### Программа оценивания контролируемой компетенции:

Раздел/ Тема	Индекс и уровень формируемой компетенции или дескриптора	ОС	Содержание задания
1. Гидрометеорологическая информация и ее первичная обработка	ПК-1 ПК-2	С, УО, П	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу, заслушать презентации и устные доклады, обсудить решение практических заданий.
2. Усвоение гидрометеорологической информации	ПК-1 ПК-2	С, УО, П	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу, заслушать презентации и устные доклады, обсудить решение практических

			заданий.
3. Постановка задачи численного прогноза	ПК-1 ПК-2	С, УО, П	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу, заслушать презентации и устные доклады, обсудить решение практических заданий.
4. Прогностические модели атмосферы	ПК-1 ПК-2	С, УО, П	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу, заслушать презентации и устные доклады, обсудить решение практических заданий.
5. Спектральные прогностические модели атмосферы	ПК-1 ПК-2	С, УО, П	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу, заслушать презентации и устные доклады, обсудить решение практических заданий.
6. Параметризация атмосферных процессов подсеточного масштаба.	ПК-1 ПК-2	С, УО, П	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу, заслушать презентации и устные доклады, обсудить решение практических заданий.
7. Современные прогностические модели и системы усвоения данных	ПК-1 ПК-2	С, УО, П	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу, заслушать презентации и устные доклады, обсудить решение практических заданий.
8. Ансамбль прогнозов	ПК-1 ПК-2	С, УО, П	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу, заслушать презентации и устные

			доклады, обсудить решение практических заданий.
--	--	--	---

Примечание:

УО – устный опрос (собеседование)

П – практическая работа

С – собеседование по презентации

**Критерии оценки текущей успеваемости**

применяется балльная система:

№ п/п	Вид учебной деятельности	Баллы	Максимум за семестр
1	Ведение конспекта лекции и работа с ним	1	1
2	Обсуждение проблемных вопросов	0-5	5
3	Решение практических заданий	0-5	5
4	Премиальные баллы (посещение, активность, эрудированность, заинтересованность)	0-5	5

### ***Тематика заданий для самостоятельной работы***

1. Способы конечно-разностной аппроксимации уравнений гидротермодинамики (явные, полунявные, неявные схемы).
2. Понятие монотонности, консервативности и порядка аппроксимации дифференциальных операторов, устойчивости и сходимости разностных схем
3. Полулагранжевы схемы интегрирования.
4. Параметризация подсеточной турбулентности
5. Анализ метеорологических полей методом оптимальной интерполяции.

### ***Тематика рефератов***

1. Согласование начальных данных для прогностических моделей, процедуры инициализации.
2. Вариационный метод усвоения данных.
3. Четырехмерный численный анализ, четырехмерное вариационное усвоение данных.

### ***Примерный список вопросов к экзамену***

1. Постановка задачи численного прогноза погоды.
2. Системы уравнений гидротермодинамики в различных системах координат (декартовой, изобарической, сферической), используемые для численного прогноза погоды.
3. Изобарическая система координат. Система уравнений гидротермодинамики в изобарической системе координат.
4. Конечно-разностная аппроксимация дифференциальных операторов, порядок аппроксимации, направленные, центральные разности.
5. Понятия ограниченности, сходимости, устойчивости конечно-разностной схемы.
6. Методы анализа устойчивости численных схем (прямой, энергетический, метод Неймана, метод дискретных возмущений).
7. Возникновение ошибок в численных схемах одномерного уравнения адвекции. Условие устойчивости Куранта-Фридрихса-Леви.
8. Особенности конечно-разностной аппроксимации производных по времени, одношаговые, двухшаговые, двухуровневые, явные, неявные схемы. Преимущество неявных схем.

9. Что такое множитель перехода; неустойчивые, нейтральные, диссипативные, ускоряющие, замедляющие схемы. Пример расчета множителя перехода для простой схемы.
10. Схема решения системы полных уравнений гидротермодинамики в изобарической системе координат с учетом начальных и граничных условий.
11. Спектральные методы решения уравнений гидротермодинамики.
12. Решение уравнений гидротермодинамики методом расщепления.
13. Подготовка начальных данных. Основные этапы технологии численных прогнозов. Что такое объективный анализ данных.
14. Метод полиномиальной интерполяции.
15. Метод оптимальной интерполяции.
16. Расчет и параметризация радиационного притока тепла.
17. Параметризация турбулентных переносов тепла, количества движения, примесей.
18. Методы повышения качества прогнозов. Сверхдолгосрочные прогнозы погоды.
19. Примеры расчета величин в численных схемах.

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена или зачета).

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	проверочная работа	Постановка задачи численного прогноза	ПК-1 ПК-2

### Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

#### Демонстрационный вариант заданий к проверочной работе

1. Построение алгоритма расчетов основных параметров гидрометеорологических процессов синоптического масштаба

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется бакалавру, если основной материал усвоен, бакалавр приобрел необходимые знания и умения;
- оценка «не зачтено» - если основной материал усвоен недостаточно, бакалавр не приобрел необходимых знаний и умений.

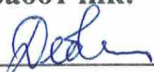
### Оценочные средства, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций, заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)

Результат диагностики сформированности компетенций	Показатели	Критерии	Соответствие/ несоответствие	Зачет /экза мен
ПК-1	Способен самостоятельно проводить научно-исследовательскую деятельность с использованием современных методов	Дал грамотный и развернутый ответ на вопросы по теоретическим вопросам курса. Выполнены все практические работы.  Не ответил или	Соответствие	зачет



	исследования, применяемых в гидрометеорологии, включая статистические методы, применение геоинформационных систем, численных методов прогнозирования гидрометеорологической информации	ответил неправильно на вопросы для подготовки по теоретическим вопросам курса. Практические работы не выполнены.	Несоответствие	
ПК-2	Способен анализировать гидрометеорологическую информацию, проводить самостоятельное исследование по оценке воздействия гидрометеорологических факторов на различные сферы деятельности человека	Дал грамотный и развернутый ответ на вопросы по теоретическим вопросам курса. Выполнены все практические работы.  Не ответил или ответил неправильно на вопросы для подготовки по теоретическим вопросам курса. Практические работы не выполнены.	Соответствие  Несоответствие	зачет

Разработчик:

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

доцент  
(занимаемая должность)

Е.В. Девятова  
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства

Протокол №7 от «25» апреля 2019 г.

и.о.зав. кафедрой  И.В. Латышева

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*