

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра метеорологии и охраны атмосферы**

Авторы-составители: **Шкляев Владимир Александрович**

Рабочая программа дисциплины

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ПОГОДЫ**

Код УМК 63471

Утверждено  
Протокол №7  
от «12» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Численные методы анализа и прогноза погоды

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.04** Гидрометеорология  
направленность Метеорология

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Численные методы анализа и прогноза погоды** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.04** Гидрометеорология (направленность : Метеорология)

**ПК.16** владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.04 Гидрометеорология (направленность: Метеорология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	11
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (11 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Численные методы анализа и прогноза погоды. Первый семестр**

Дисциплина «Численные методы анализа и прогноза погоды» входит в вариативную часть профессионального цикла подготовки студентов по направлению «бакалавр гидрометеорологии». Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций (ПКВ.15 владеет теоретическими знаниями численных методов анализа и прогнозирования погоды) выпускника. В дисциплине рассматриваются этапы разработки методов гидродинамических прогнозов погоды, дается характеристика разностных и спектральных методов, рассматриваются современные методы численного прогноза погоды, разработанные в прогностических центрах разных странах. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: входной контроль в форме устного опроса, рубежный контроль в форме устного опроса, защиты лабораторных работ, контроля самостоятельной работы в письменной форме. Аттестация по усвоению содержания дисциплин проводится в форме экзамена. Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (24 часа), лабораторные (32 часа) занятия и 88 часов самостоятельной работы студента.

#### **1. Уравнения гидротермодинамики, используемые в моделях прогноза погоды.**

Метеорологические и гидродинамические параметры атмосферы. Многомасштабность атмосферных движений и их классификация. Погодообразующие движения и метеорологические шумы. Постановка задачи гидродинамического прогноза. Принципы построения прогностических моделей. Уравнения гидротермодинамики атмосферы в различных системах координат и их особенности

#### **2. Конечно-разностные методы, используемые в моделях численного прогноза погоды**

Метод сеток. Конечно-разностная аппроксимация производных. Конечно-разностные схемы. Начальные условия. Боковые граничные условия по горизонтальным координатам. Граничные условия по вертикали. Метод шагов по времени. Схемы численного интегрирования по времени. Сходимость численного решения. Устойчивость конечно-разностных схем. Анализ вычислительной устойчивости конечно-разностных схем

#### **3. Прогностические модели численного прогноза погоды**

Уравнение вихря скорости в квазигеострофическом приближении. Начальные и граничные условия. Сеточный метод решения уравнения модели. Бароклинная квазигеострофическая модель. Прогноз полей температуры и вертикальных токов. Уравнение баланса поля массы и поля движения. Интегральные инварианты баротропной соленоидальной модели

#### **4. Параметризация процессов подсеточного масштаба**

Квазистатическая система полных уравнений гидротермодинамики в адиабатическом приближении. Начальные и граничные условия. Методы интегрирования (на примере линейного одномерного уравнения адвекции). Исследование устойчивости численных схем (методом Неймана). Стандартные операторы дифференцирования и сглаживания. Конечно-разностная аппроксимация полных уравнений на расшатанных сетках. Баротропная модель. Явные, полунявные и неявные методы интегрирования уравнений модели. Метод расщепления. Бароклинные квазистатические прогностические модели в изобарической и в сигма системах координат.

#### **5. Современные модели численного прогноза погоды**

Введение в спектральные методы интегрирования атмосферных моделей. Методы решения прогностических уравнений с помощью рядов по базисным функциям. Спектральная форма уравнений гидротермодинамики атмосферы.

Принципиальная схема прогноза атмосферных полей на основе уравнении гидротермодинамики в спектральной форме

**6. Оперативные прогностические модели краткосрочного и среднесрочного прогноза.**

Применение оперативных прогностических моделей атмосферы в службе погоды.

Глобальные, полусферные и региональные модели краткосрочного и среднесрочного прогнозов, разработанные в Российской Федерации и в зарубежных службах погоды на основе конечно-разностных и спектральных подходов.

Статистические оценки качества гидродинамических прогнозов. Статистическая интерпретация результатов крупномасштабных гидродинамических прогнозов в терминах локальной погоды

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

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Шевелев, В. Я. Практическая метеорология = Practical meteorology : учебное пособие / В. Я. Шевелев. — Новороссийск : Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, 2015. — 157 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/64855.html>
2. Чичасов Г. Н. Численные методы обработки и анализа гидрометеорологической информации: учебное пособие для студентов вузов и слушателей ИПК по специальности "Метеорология" и "Гидрология"/Г. Н. Чичасов.-Москва,2013, ISBN 978-5-9902607-2-6.-235.-Библиогр.: с. 211-213

### Дополнительная:

1. Поморцева А. А. Синоптическая метеорология: практикум: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Гидрометеорология"/А. А. Поморцева.- Пермь,2014, ISBN 978-5-7944-2424-9.-1. <http://k.psu.ru/library/node/306514>
2. Белов П. Н., Борисенков Е. П., Панин Б. Д. Численные методы прогноза погоды: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Метеорология"/П. Н. Белов, Е. П. Борисенков, Б. Д. Панин.- Ленинград: Гидрометеоиздат, 1989, ISBN 5-286-00148-3.-376.
3. Гордеева С. М. Практикум по дисциплине "Статистические методы обработки и анализа гидрометеорологической информации"/Гордеева С. М..-Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2013.-74. <http://www.iprbookshop.ru/12518>
4. Калинин Н. А., Связов Е. М. Динамическая метеорология: практикум : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Гидрометеорология"/Н. А. Калинин, Е. М. Связов.-Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017, ISBN 978-5-7944-2934-3.-1.-Библиогр.: с. 74-75 <https://elis.psu.ru/node/440388>



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

[http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=187&Itemid=75](http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=187&Itemid=75) Учебные материалы

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Численные методы анализа и прогноза погоды** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий)
2. Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)
3. Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Офисный пакет приложений

Дисциплина не предусматривает использования специального программного обеспечения.

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **1. Лекционные занятия**

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### **2. Лабораторные занятия**

Лаборатория кафедры метеорологии и охраны атмосферы, оснащённая специализированным оборудованием. Состав оборудования определён в Паспорте лаборатории.

### **3. Групповые (индивидуальные) консультации**

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### **4. Текущий контроль и промежуточная аттестация**

Аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

### **5. Самостоятельная работа**

Аудитория для самостоятельной работы, оснащённая компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

## Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Численные методы анализа и прогноза погоды**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.16**

**владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки</p>	<p>Уметь выводить основные уравнения, выполнять анализ слагаемых, входящих в уравнения, записывать уравнения в различных координатных системах</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не способен выводить основные уравнения и анализировать их и не может выделить главные и второстепенные слагаемые. Не может записывать уравнения в различных координатных системах.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Способен выводить основные уравнения и анализирует их, но не может выделить главные и второстепенные слагаемые. Не может записывать уравнения в различных координатных системах.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Способен выводить основные уравнения и анализирует их, но не может выделить главные и второстепенные слагаемые. Может записывать уравнения в различных координатных системах.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Способен выводить основные уравнения. Анализирует слагаемые, входящие в уравнения. Может записывать уравнения в различных координатных системах.</p>
<p><b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных</p>	<p>Знать принципы построения разностных схем. Уметь объяснять отличие центральных, направленных разностей, построение схем на сетках спуска. Понимать смысл устойчивости и сходимости схем. Уметь объяснять особенности применения схем в различных уравнениях.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Не знает, какие разностные схемы применяются в моделях численного прогноза</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Знает принципы построения разностных схем, но не может объяснить особенности их применения для пространственных и временных координат</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Знает принципы построения разностных</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>гидрометеорологическ х характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки</p>		<p><b>Хорошо</b> схем и может объяснить отличие центральных, направленных разностей, построение схем на сетках спуска, но не различает явные и неявные схемы. Может объяснить смысл устойчивости и сходимости схем.</p> <p><b>Отлично</b> Знает принципы построения разностных схем и может объяснить отличие центральных, направленных разностей, построение схем на сетках спуска. Различает явные и неявные схемы. Может объяснить смысл устойчивости и сходимости схем. Может объяснить особенности применения схем в различных уравнениях.</p>
<p><b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологическ х характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки</p>	<p>Знает различные классы гидродинамических моделей прогноза погоды: квазигеострофических, основанных на полной системе уравнений, спектральных. Знает особенности применения этих моделей.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не знает отличия квазигеострофических, основанных на полной системе уравнений, спектральных моделей.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Путается в классах гидродинамических моделей прогноза погоды: квазигеострофических, основанных на полной системе уравнений, спектральных. Не знает особенностей применения этих моделей.</p> <p><b>Хорошо</b> Знание различных классов гидродинамических моделей прогноза погоды: квазигеострофических, основанных на полной системе уравнений, спектральных. Не знает особенностей применения этих моделей.</p> <p><b>Отлично</b> Знание различных классов гидродинамических моделей прогноза погоды: квазигеострофических, основанных на полной системе уравнений, спектральных. Знание особенностей применения этих моделей.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки</p>	<p>Знать процессы, требующие параметризации в моделях прогнозов: потоков лучистой энергии, турбулентной диффузии, конденсации водяного пара и образования облаков.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не знает, какие процессы необходимо параметризовать в моделях прогнозов погоды.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Знание процессов, требующих параметризации в моделях прогнозов погоды, но не может оценить критерии параметризации.</p> <p><b>Хорошо</b> Знание процессов, требующих параметризации в моделях прогнозов: потоков лучистой энергии, турбулентной диффузии, конденсации водяного пара и образования облаков, но не может объяснить особенности применения схем параметризации.</p> <p><b>Отлично</b> Знание процессов, требующих параметризации в моделях прогнозов: потоков лучистой энергии, турбулентной диффузии, конденсации водяного пара и образования облаков. Разбирается в моделях параметризации.</p>
<p><b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических</p>	<p>Знать основные характеристики современных моделей численного прогноза погоды и особенностей их применения.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не знает основных характеристик современных моделей численного прогноза погоды и особенностей их применения. Не может объяснить, какие исходные уравнения лежат в основе конкретной модели.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Знание основных характеристик современных моделей численного прогноза погоды и особенностей их применения. Не может объяснить, какие исходные уравнения лежат в основе конкретной модели.</p> <p><b>Хорошо</b> Знание основных характеристик современных моделей численного прогноза погоды и особенностей их применения. Может объяснить применяемые исходные уравнения, но не может преобразовать их для конкретной модели.</p> <p><b>Отлично</b> Знание основных характеристик</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
прогнозов, пояснительные записки		<b>Отлично</b> современных моделей численного прогноза погоды и особенностей их применения. Может объяснить применяемые исходные уравнения и преобразовать их для конкретной модели.

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 48 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 48 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	1. Уравнения гидротермодинамики, используемые в моделях прогноза погоды. <b>Входное тестирование</b>	Знание основных уравнений термодинамики атмосферы и умение выполнять их анализ
<b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки	1. Уравнения гидротермодинамики, используемые в моделях прогноза погоды. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение выводить основные уравнения. Умение выполнять анализ слагаемых, входящих в уравнения. Умение записывать уравнения в различных координатных системах

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки</p>	<p>2. Конечно-разностные методы, используемые в моделях численного прогноза погоды <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание принципов построения разностных схем. Умение объяснить отличие центральных, направленных разностей, построение схем на сетках спуска. Понимание смысла устойчивости и сходимости схем. Умение объяснить особенности применения схем в различных уравнениях.</p>
<p><b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки</p>	<p>3. Прогностические модели численного прогноза погоды <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание различных классов гидродинамических моделей прогноза погоды: квазигеострофических, основанных на полной системе уравнений, спектральных. Знание особенностей применения этих моделей.</p>



Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки</p>	<p>4. Параметризация процессов подсеточного масштаба <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание процессов, требующих параметризации в моделях прогнозов: потоков лучистой энергии, турбулентной диффузии, конденсации водяного пара и образования облаков.</p>
<p><b>ПК.16</b> владеть методами составления гидрологических и метеорологических прогнозов; способность применять принципы, методы и схемы инженерных расчетов и прогнозов основных гидрометеорологических характеристик; понимать принципы численных моделей, их преимущества и недостатки; способность составлять разборы не оправдавшихся метеорологических и гидрологических прогнозов, пояснительные записки</p>	<p>6. Оперативные прогностические модели краткосрочного и среднесрочного прогноза. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание основных характеристик современных моделей численного прогноза погоды и особенностей их применения.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 1. Уравнения гидротермодинамики, используемые в моделях прогноза погоды.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Умение анализировать уравнения гидротермодинамики.	3

Запись основных уравнений, рассмотренных в курсе "динамическая метеорология".	2
---	---

### 1. Уравнения гидротермодинамики, используемые в моделях прогноза погоды.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Умение записывать уравнения в различных координатных системах	12
Умение выводить основные уравнения.	8
Умение выполнять анализ слагаемых, входящих в уравнения.	5

### 2. Конечно-разностные методы, используемые в моделях численного прогноза погоды

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Знание принципов построения разностных схем.	9
Знание принципов построения разностных схем.	9
Умение объяснить особенности применения схем в различных уравнениях.	6
Понимание смысла устойчивости и сходимости схем	6
Понимание смысла устойчивости и сходимости схем.	6
Умение объяснить отличие центральных, направленных разностей, построение схем на сетках спуска.	4
Умение объяснить отличие центральных, направленных разностей, построение схем на сетках спуска.	4

### 3. Прогностические модели численного прогноза погоды

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Знание принципов построения гидродинамических моделей прогноза погоды, основанных на полной системе уравнений. Знание особенностей применения этих моделей.	5
Знание принципов построения гидродинамических моделей прогноза погоды, основанных на полной системе уравнений. Знание особенностей применения этих моделей.	5
Знание принципов построения квазигеострофических гидродинамических моделей прогноза давления. Знание особенностей применения этих моделей.	4

Знание особенностей применения спектральных гидродинамических моделей прогноза погоды.	3
Знание основ спектральных гидродинамических моделей прогноза погоды.	3
Знание особенностей применения спектральных гидродинамических моделей прогноза погоды	3
Знание спектральных гидродинамических моделей прогноза погоды.	3

#### 4. Параметризация процессов подсеточного масштаба

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **15**

Проходной балл: **7**

Показатели оценивания	Баллы
Знание процессов, требующих параметризации конденсации водяного пара и образования облаков в моделях прогнозов погоды.	5
Знание процессов, требующих параметризации турбулентной диффузии.	4
Знание процессов требующих параметризации потоков лучистой энергии.	4
Владение термином параметризация физических процессов.	2

#### 6. Оперативные прогностические модели краткосрочного и среднесрочного прогноза.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Знание особенностей реализации современных моделей численного прогноза погоды.	10
Знание основных уравнений, используемых в современных моделях численного прогноза погоды и особенностей их применения.	10