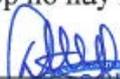


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**"Казанский (Приволжский) федеральный университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –  
проректор по научной деятельности

  
Д.А. Таюрский

« 30

2023 г.



**Программа вступительного испытания по специальности**

**Уровень высшего образования:** подготовка кадров высшей квалификации

**Тип образовательной программы:** программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Научная специальность:** 1.6.18 Науки об атмосфере и климате

**Форма обучения:** очная, заочная

### **Общие указания**

Вступительные испытания по научной специальности аспирантуры 1.6.18 Науки об атмосфере и климате охватывают стандартные разделы университетских курсов по физической, синоптической, динамической и авиационной метеорологии, климатологии, численных методов прогноза погоды различной заблаговременности, общей циркуляции атмосферы и теории климата. Вопросы и структура экзаменационных билетов приведены ниже.

### **Порядок проведения вступительных испытаний**

Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. В каждом экзаменационном билете содержится по 3 вопроса, охватывающих все разделы вступительных испытаний. Экзамен проходит в устной форме с письменным ответом. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

### **Критерии оценивания**

Оценка поступающему за письменную работу выставляется в соответствии со следующими критериями.

#### **Отлично (80-100 баллов)**

Поступающий обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, умение свободно выполнять задания, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной данной программой, усвоил взаимосвязь основных понятий метеорологии, климатологии и экологии атмосферы в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

#### **Хорошо (60-79 баллов)**

Поступающий обнаружил полное знание вопросов метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, успешно выполнил предусмотренные тестовые задания, показал систематический характер знаний по физике и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

#### **Удовлетворительно (40-59 баллов)**

Поступающий обнаружил знание основ метеорологии, климатологии и экологии атмосферы в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением тестовых заданий, знаком с основной литературой, рекомендованной данной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

#### **Неудовлетворительно (менее 40 баллов)**

Поступающий обнаружил значительные пробелы в знаниях основ метеорологии, климатологии и экологии атмосферы, допустил принципиальные ошибки в выполнении тестовых заданий и не способен продолжить обучение по физике.

## Вопросы программы вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.6.18 Науки об атмосфере и климате

### I. ФИЗИЧЕСКАЯ И ДИНАМИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.

Уравнение состояния сухого и влажного воздуха. Характеристики влажного воздуха. Основное уравнение статики атмосферы. Сухо- и влажноадиабатические процессы и их важнейшие показатели

Анализ состояния атмосферы с использованием аэрологических диаграмм.

Основные законы излучения и их следствие. Законы ослабления прямой солнечной радиации в атмосфере. Радиационный баланс подстилающей поверхности.

Закономерности глобального распределения температуры воздуха в тропосфере и нижней стратосфере. Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности, атмосферы и системы "Земля-атмосфера".

Процессы испарения. Закономерности пространственно-временного распределения испарения. Физико-метеорологические условия образования туманов и дымок. Классификация туманов по физическим условиям их формирования. Процессы, приводящие к образованию облаков. Классификация облаков. Классификация атмосферных осадков. Осадки из облаков различного фазового состояния. Методы активного воздействия на облака и туманы

Изменения геострофического ветра с высотой. Термический ветер. Распределение вектора скорости с высотой в пограничном слое атмосферы.

Физические условия образования радуги и гало и их диагностическое значение.

Распределение электрических зарядов в грозовом облаке. Грозовые разряды.

Принципы деления атмосферы на слои.

Уравнение движения для турбулентной атмосферы.

Классификация волновых движений. Волны Россби.

Основные формы и преобразования энергии в атмосфере.

Баротропная и бароклинная неустойчивость зонального потока.

Понятие и функции экологического мониторинга. Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы. Количественные характеристики загрязнения атмосферы. Влияние загрязнения атмосферы на метеорологический режим больших городов.

Уравнение переноса примеси в турбулентной атмосфере.

Методы измерения температуры воздуха и их реализация в приборах. Методы измерения давления воздуха. Методы измерения влажности.

Современные системы радиозондирования атмосферы (МАРЛ, Вектор).

Акустическое зондирование атмосферы.

Лидарное (лазерное) зондирование атмосферы.

### II. СИНОПТИЧЕСКАЯ И АВИАЦИОННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ

Синоптический анализ полей атмосферного давления и ветра; взаимосвязь полей давления и ветра; геострофический, градиентный, термический, действительный ветер; траектории воздушных частиц и их расчет.

Синоптический анализ полей вертикальных движений воздуха; связь вертикальных движений воздуха с полями давления и ветра; расчет вертикальных движений.

Синоптический анализ полей температуры и влажности воздуха; связь температуры и влажности воздуха с полями давления, ветра и вертикальных движений; расчет адвективных и трансформационных изменений температуры и влажности воздуха.

Синоптический анализ полей облачности и осадков; связь полей облачности и осадков с полями давления, ветра, вертикальных движений, температуры и влажности; выявление облачных систем и зон осадков, определение нижней и верхней границ облачности различных классов с помощью различных видов аэросиноптического материала.

Характеристики воздушных масс. Условия, очаги формирования и классификации воздушных масс.

Происхождение, вертикальная мощность, условия конденсации и погоды в различных воздушных массах; трансформация воздушных масс и влияние орографии на характеристики воздушных масс.

Особенности полей метеорологических величин в области фронта; условия образования и разрушения фронтов; основные процессы, приводящие к фронтогенезу и фронтолизу.

Классификации атмосферных фронтов; особенности облакообразования на различных фронтах; изменения метеовеличин и погоды, при прохождении фронтов разных типов.

Синоптический и объективный анализ фронтов; нарушения типичной пространственной структуры атмосферных фронтов и влияние орографии на фронты.

Высотные фронтальные зоны и струйные течения. Классификация струйных течений; особенности структуры, распределения вертикальных движений и облачности в области струйных течений; струйные течения нижних уровней.

Классификация циклонов и антициклонов; роль циклонической деятельности в системе общей циркуляции атмосферы; условия возникновения и эволюция внетропических циклонов.

Структура термобарического поля и погодные условия в различных стадиях развития циклона; регенерация циклонов; циклогенез и эволюция высотных фронтальных зон и струйных течений.

Структура термобарического поля и погодные условия в различных стадиях развития антициклона. Регенерация антициклонов.

Перемещение циклонов и антициклонов; орографические влияния на возникновение, эволюцию и перемещение циклонов и антициклонов.

Классификация метеорологических прогнозов; основные требования к методам краткосрочного прогноза погоды; практическая реализация общих принципов прогнозирования применительно к разработке методов краткосрочных прогнозов погоды; синоптическая и статистическая интерпретация результатов гидродинамических прогнозов в целях локального прогноза погоды; комплексация метеорологических прогнозов.

Прогноз синоптического положения. Прогноз возникновения, эволюции и перемещения внетропических циклонов и антициклонов. Прогноз перемещения и эволюции атмосферных фронтов; прогноз локальных изменений давления у поверхности земли и построение карты-схемы ожидаемого синоптического положения.

Прогноз ветра в приземном и пограничном слое; прогноз метелей и пыльных бурь; прогноз видимости при метелях и пыльных бурях.

Прогноз ветра в свободной атмосфере; прогноз горизонтального перемещения оси струйного течения; прогноз максимального ветра на оси и высоты оси струйного течения; прогноз атмосферной турбулентности и болтанки воздушных судов.

Прогноз температуры и влажности воздуха в приземном слое; прогноз заморозков; прогноз температуры и влажности воздуха в свободной атмосфере; построение прогностической кривой стратификации.

Прогноз туманов охлаждения, испарения и смешения; прогноз видимости в тумане.

Постановка задачи прогноза облачности при разработке прогнозов общего пользования; прогноз фронтальной неконвективной облачности и неконвективной облачности среднего и верхнего яруса.

Прогноз количества и высоты нижней границы внутримассовых неконвективных облаков нижнего яруса.

Прогноз обложных и морозящих осадков; прогноз гололеда, изморози, гололедицы; прогноз обледенения воздушных и морских судов.

Модели конвекции, их использование в прогностических целях; прогноз количества, высоты нижней и верхней границы конвективной облачности; прогноз гроз.

Прогноз количества ливневых осадков, града и шквала.

Влияние температуры воздуха на условия полета самолета

Сдвиг ветра и его влияние на взлет и посадку самолета

Постановка задачи численного прогноза, проблема предсказания

Глобальная оперативная спектральная модель Гидрометцентра России; Глобальная полулагранжева модель численного прогноза погоды; Система ансамблевого прогноза на краткие и средние сроки; Современные прогностические технологии. Региональная гидродинамическая модель Гидрометцентра России; Современные системы мезомасштабного прогноза погоды (негидростатические прогнозы); Гидродинамический краткосрочный прогноз погоды. Методы статистической интерпретации численных прогнозов погоды.

### III. КЛИМАТОЛОГИЯ. ТЕОРИЯ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ И КЛИМАТА.

Современное определение понятия «Климат». Компоненты климатической системы. Прямые и обратные связи в ней. Основные климатообразующие факторы.

Основные климатические показатели и оценки их надежности.

Влияние океана и циркуляции атмосферы на распределение основных климатических характеристик. Морской и континентальный типы климата, показатели континентальности климата.

Принципы классификации климатов. Характеристика климатических зон и областей земного шара по классификации Б.П. Алисова.

Глобальные и региональные изменения и колебания климата в современную историческую эпоху. Антропогенное влияние на климат.

Полуэмпирическая энергобалансовая модель термического режима ЗКС (модель М.И. Будыко).

Изменения климата Земли в прошлом.

Моделирование современного климата с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана. Климатическая модель промежуточной сложности ИФА РАН. Глобальное потепление климата XX – XXI веков. Модельные оценки по изменению климатических характеристик в зависимости от сценариев аэрозольных эмиссий в стратосферу. Климат прошлого. Сценарии климата в XXI столетии. Циркуляция атмосферы и климат планет Солнечной системы.

Природа и структура общей циркуляции атмосферы (ОЦА). Формирование зональной циркуляции. Индексы циркуляции атмосферы. Центры действия атмосферы. Гидродинамические модели общей циркуляции атмосферы и океана. Глобальная модель ОЦА и верхнего слоя океана ГГО. Модель общей циркуляции атмосферы и океана ИВМ РАН. Численные эксперименты с моделями ОЦА.

#### **Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.6.18 Науки об атмосфере и климате**

1. Барашкова Н.К., Кижнер Л.И., Кужевская И.В. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2010. – 312 с.
2. Барашкова Н.К., Кужевская И.В., Поляков Д.В. Классификация форм атмосферной циркуляции. – Томск: Изд. Томск.ун-та, 2015. – 124 с.
3. Васильев А.А., Переведенцев Ю.П. Физическая метеорология, учебное пособие. – Казань: Изд. Казан. ун-та, 2017. – 72 с.
4. Гордов Е.П., Лыкосов В.Н., Крупчатников В.Н. Вычислительно-информационные технологии мониторинга и моделирования климатических изменений и их последствий. – Новосибирск: «Наука», 2013. – 199 с.
5. Зилитинкевич С.С. Атмосферная турбулентность и планетарные пограничные слои. – М.: Физматлит, 2013. – 251 с.
6. Калинин Н.А. Динамическая метеорология. – Пермь: Изд. Перм. гос. ун-та, 2009. – 256 с.
7. Кислов А.В. Климатология. – М.: Изд-во МГУ, 2011. – 320 с.

8. Кислов А.В. Климатология с основами метеорологии. – М.: Изд. «Академия», 2016. – 221 с.
9. Климат Москвы в условиях глобального потепления/ под ред. А.В. Кислова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2017. – 288 с.
10. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 778 с.
11. Переведенцев Ю.П., Гурьянов В.В., Шанталинский К.М., Аухадеев Т.Р. Динамика тропосферы и стратосферы в умеренных широтах Северного полушария. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. – 181 с.
11. Переведенцев Ю.П. Теория климата. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2009. – 504 с.
12. Переведенцев Ю.П., Мохов И.И., Елисеев А.В., Шанталинский К.М., Важнова Н.А. Теория общей циркуляции атмосферы. – Казань: Казан. ун-т, 2013. – 224 с.
13. Сборник научных трудов «80 лет Гидрометцентру России». – М.: Триада ЛТД, 2010. – 455 с.
14. Севастьянова Л.М., Ахметшина А.С. Методы краткосрочного прогноза погоды общего назначения. – Томск: Изд-во «Курсив», 2011. – 266 с.
15. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 415 с.
16. Толстых М.А. Глобальная полулагранжева модель численного прогноза погоды. – Обнинск: ОАО ФОР, 2010. – 111 с.
17. Хабутдинов Ю.Г., Шанталинский К.М., Николаев А.А. Учение об атмосфере. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2010. – 244 с.
18. Шакина Н.П. Лекции по динамической метеорологии. – М.: Триада ЛТД, 2013. – 1260 с.