

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Институт экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -

Заместитель председателя

Гражданской комиссии

Р.Г. Минзарипов



26 » 09

2017 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания в магистратуру
по направлению 05.04.04. Гидрометеорология
Магистерская программа «Метеорология»**

Казань, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
Форма проведения вступительного испытания.....	2
Критерии оценивания.....	2
Содержание программы вступительного испытания.....	3
Примерный перечень вопросов вступительного испытания.....	7
Список рекомендуемой литературы.....	10

Введение

Программа вступительного испытания в магистратуру по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология (профиль Метеорология) содержит в себе основы физической, синоптической и авиационной метеорологии, климатологии и теории общей циркуляции атмосферы, что позволяет оценивать базовые возможности абитуриента для успешного усвоения им учебных дисциплин магистерской программы в течение 2-х лет.

Особое внимание при этом уделяется знаниям в области современных информационно-вычислительных технологий при прогнозе опасных гидрометеорологических и климатических явлений.

К конкурсному приему по направлению подготовки 05.04.04 гидрометеорология допускаются лица имеющие высшее образование любого уровня (бакалавриат или специалитет).

Форма проведения вступительного испытания

Экзамен осуществляется в устной форме с письменным ответом. Каждый билет содержит в себе 3 вопроса, охватывающих все разделы программы вступительных испытаний. Время, отведенное на подготовку к ответу – не более 60 минут.

Критерии оценивания

Максимальный балл – 100.

«86-100 баллов» - ответы на все вопросы билета на очень хорошем и отличном уровне. Свободное владение материалом программы.

«66-85 баллов» - ответы на все вопросы билета на хорошем уровне, либо на один вопрос - на отличном уровне, на другой – на удовлетворительном. Владение ключевыми моментами физики и динамики атмосферы.

«40-65 баллов» - удовлетворительные ответы на все вопросы билета, либо хороший ответ на один вопрос и удовлетворительный на другой. Фрагментарное владение основными проблемами гидрометеорологии.

«менее 40 баллов» - неудовлетворительный ответ как минимум на один

вопрос билета, незнание ключевых моментов содержащихся в программе.

Абитуриенты, не преодолевшие минимальный порог в 40 баллов, выбывают из конкурсного отбора.

В случае необходимости выбора между двумя абитуриентами, получившими равное число баллов, предпочтение отдается абитуриенту, имеющему личные достижения в рамках направления обучения (научные публикации, победы в олимпиадах, участие в научных конкурсах, форумах и т.д.)

Содержание программы вступительного испытания

Программа содержит в себе основные сведения из физической, синоптической и динамической метеорологии, численных методов прогноза погоды различной заблаговременности, общей циркуляции атмосферы и теории климата. Знание основных законов атмосферы позволяет понимать и предвидеть комплекс сложных физических процессов и явлений возникающих в ней с учетом состояния океана, суши и космоса. В первую очередь в программе рассматриваются вопросы относящиеся к составу, структуре, динамике атмосферы, источникам энергии. Важную роль в жизни атмосферы играет влажность, благодаря которой в ней возникают облака, туманы, осадки и др. Все эти явления необходимо оценивать и прогнозировать. Вопросы из синоптической метеорологии направлены на анализ циклонической, фронтальной деятельности в газовой оболочке Земли и содержат методы прогноза конвективных явлений, синоптических ситуаций и отдельных метеорологических параметров.

Знание физических законов управляющих атмосферой, информации о ее состоянии, основ гидродинамики и вычислительной техники позволило создать численные прогностические модели, представляющих основу современной прогностической системы гидрометеослужбы.

Современные представления о происходящих климатических изменениях глобального и регионального характера, роли антропогенных и естественных факторов, также нашли свое отражение в программе.

В программе представлены вопросы касающиеся использования математических, климатических моделей для прогноза изменений климата планеты до конца 21 века с учетом антропогенных выбросов парниковых газов.

I. Физическая и теоретическая 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 внутрипических 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 моросящих 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. Геоинженерия: Модельные оценки по изменению климатических характеристик в зависимости от сценариев аэрозольных эмиссий в стратосферу. Климат прошлого. Сценарии климата в XXI столетии. Циркуляция атмосфер 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.

Примерный перечень вопросов вступительного испытания

1. Уравнение состояния сухого и влажного воздуха, характеристики влажного воздуха
2. Основное уравнение статики атмосферы
3. Сухо- и влажноадиабатические процессы и их важнейшие показатели
4. Основные законы излучения и их следствия, ослабление солнечной радиации в атмосфере
5. Радиационный баланс подстилающей поверхности
6. Закономерности глобального распределения температуры воздуха в тропосфере и нижней стратосфере
7. Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности, атмосферы и системы "Земля-атмосфера"
8. Процессы, приводящие к образованию облаков. Классификация облаков
9. Классификация атмосферных осадков. Осадки из облаков различного фазового состояния
10. Изменения геострофического ветра с высотой. Термический ветер

Распределение вектора скорости с высотой в пограничном слое атмосферы

11. Уравнение движения для турбулентной атмосферы
12. Классификация волновых движений, волны Россби
13. Основные формы и преобразования энергии в атмосфере
14. Баротропная и бароклинная неустойчивость зонального потока
15. Количественные характеристики загрязнения атмосферы

Влияние загрязнения атмосферы на метеорологический режим больших городов

16. Методы измерения метеорологических величин
17. Синоптический анализ полей атмосферного давления и ветра; взаимосвязь полей давления и ветра; геострофический, градиентный, термический, действительный ветер; траектории воздушных частиц и их расчет.
18. 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.
19. 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.
20. Происхождение, вертикальная мощность, условия конденсации и погоды в различных воздушных массах; трансформация воздушных масс и влияние орографии на характеристики воздушных масс.
21. Особенности полей метеорологических величин в области фронта; условия образования и разрушения фронтов; основные процессы, приводящие к фронтогенезу и фронтолизу.
22. Классификации атмосферных фронтов; особенности облакообразования на различных фронтах; изменения метеовеличин и погоды, при прохождении фронтов разных типов.
23. 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.
24. 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.
25. Прогноз синоптического положения. Прогноз возникновения, эволюции и перемещения внутропических циклонов и антициклонов; Прогноз перемещения и эволюции атмосферных фронтов; прогноз локальных изменений давления у поверхности земли и построение карты-схемы ожидаемого синоптического положения.
26. Прогноз ветра в приземном и пограничном слое; прогноз метелей и пыльных бурь; прогноз видимости при метелях и пыльных бурях.
27. Прогноз температуры и влажности воздуха в приземном слое; прогноз заморозков; прогноз температуры и влажности воздуха в свободной атмосфере; построение прогностической кривой стратификации.
28. Постановка задачи прогноза облачности при разработке прогнозов общего пользования; прогноз фронтальной неконвективной облачности и неконвективной облачности среднего и верхнего яруса.
29. Прогноз обложных и моросящих осадков; прогноз гололеда, изморози, гололедицы; прогноз обледенения воздушных и морских судов.
30. Модели конвекции, их использование в прогностических целях; прогноз количества, высоты нижней и верхней границы конвективной облачности; прогноз гроз.
31. Современные прогностические технологии. Глобальная оперативная спектральная модель Гидрометцентра России; Глобальная полулагранжева модель численного прогноза погоды;
32. Современное определение понятия «Климат». Компоненты климатической системы. Прямые и обратные связи в ней. Основные климатообразующие факторы.
33. Влияние океана и циркуляции атмосферы на распределение основных климатических характеристик. Морской и континентальный типы климата, показатели континентальности климата.
34. Принципы классификации климатов. Характеристика климатических зон и областей земного шара по классификации Б.П. Алисова.
35. Глобальные и региональные изменения и колебания климата в современную историческую эпоху. Антропогенное влияние на климат.
36. Изменения климата Земли в прошлом.
37. Моделирование современного климата с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана. Сценарии климата в XXI столетии.
38. Природа и структура общей циркуляции атмосферы (ОЦА). Формирование зональной циркуляции. Индексы циркуляции атмосферы. Центры действия

39. 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.

Список рекомендуемой литературы

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. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991.- 416 с
5. Зилинкевич С.С. Атмосферная турбулентность и планетарные пограничные слои. М., Физматлит, 2013, 251с.
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. Изд. «Академия», 2016, 221 с.
9. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. СПб, Гидрометеоиздат, 2000, 778 с.
10. Переведенцев Ю.П. Теория климата. Казань. Изд-во Казан.гос.ун-та, 2009, 504 с.
11. Переведенцев Ю.П., Мохов И.И., Елисеев А.В., Шанталинский К.М., Важнова Н.А. Теория общей циркуляции атмосферы. Казань: Казанский ун-т, 2013, 224с.
12. Сборник научных трудов «80 лет Гидрометцентру России». М., Триада ЛТД, 2010, 455 с.
13. Севастьянова Л.М., Ахметшина А.С. Методы краткосрочного прогноза погоды общего назначения.-Томск: Изд-во «Курсив», 2011 266 с.
14. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. М. Аспект Пресс, 2002, 415 с.
15. Толстых М.А. Глобальная полулагранжева модель численного прогноза погоды. М.; Обнинск: ОАО ФОП, 2010, 111 с.
16. Хабутдинов Ю.Г., Шанталинский К.М., Николаев А.А. Учение об атмосфере. Казань, Изд-во Казан.гос.ун-та, 2010, 244 с.
17. Шакина Н.П. Лекции по динамической метеорологии. М.:Триада ЛТД, 2013, 1260 с.

Составители: проф. Ю.П. Переведенцев, доц. К.М. Шанталинский,
доц. Н.В. Исмагилов, доц. В.В. Гурьянов