

**УТВЕРЖДЕНО**  
на заседании Ученого совета  
НАО «КазНУ им. аль-Фараби».  
Протокол № 10 от 23.05.2022 г.

**Программа вступительного экзамена  
для поступающих в докторантуру  
на группу образовательных программ  
D086 - Метеорология**

**1. Общие положения.**

1. Программа составлена в соответствии с Приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 600 «Об утверждении Типовых правил приема на обучение в организации образования, реализующие образовательные программы высшего и послевузовского образования» (далее – Типовые правила).

2. Вступительный экзамен в докторантуру состоит из написания эссе, сдачи теста на готовность к обучению в докторантуре (далее - ТГО), экзамена по профилю группы образовательных программ и собеседования.

<b>Блок</b>	<b>Баллы</b>
1. Эссе	10
2. Тест на готовность к обучению в докторантуре	30
3. Экзамен по профилю группы образовательной программы	40
4. Собеседование	20
Всего проходной	100/75

3. Продолжительность вступительного экзамена - 4 часа, в течение которых поступающий пишет эссе, проходит тест на готовность к обучению в докторантуре, отвечает на электронный экзаменационный билет. Собеседование проводится на базе вуза отдельно.

**2. Порядок проведения вступительного экзамена.**

1. Поступающие в докторантуру на группу образовательных программ D086 - «Метеорология» пишут проблемное / тематическое эссе. Объем эссе – не менее 250-300 слов.

2. Электронный экзаменационный билет состоит из 3 вопросов.

**Темы для подготовки к экзамену  
по профилю группы образовательной программы.**

**Дисциплина «Физическая метеорология»**

**Тема 1. Общие сведения об атмосфере.**

- 1.1. Состав атмосферы.
- 1.2. Уравнение состояния атмосферного воздуха.
- 1.3. Строение атмосферы.

**Тема 2. Статика атмосферы.**

- 2.1. Основное уравнение статики.
- 2.2. Барометрические формулы.

**Тема 3. Радиационный режим атмосферы.**

- 3.1. Солнечная радиация.
- 3.2. Ослабление солнечной радиации.
- 3.3. Законы излучения.
- 3.4. Излучение Земли и атмосферы.
- 3.5. Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы земля - атмосфера.

**Тема 4. Тепловой режим почвы.**

- 4.1. Теплофизические характеристики почвы.
- 4.2. Процессы нагревания и охлаждения почвы.
- 4.3. Распространение колебаний температуры в глубь почвы. Законы Фурье.
- 4.4. Влияние естественного покрова на температуру почвы.

**Тема 5. Термодинамика атмосферы.**

- 5.1. Первое начало термодинамики.
- 5.2. Адиабатический процесс.
- 5.3. Критерии устойчивости атмосферы по методу частицы.
- 5.4. Влажноадиабатические процессы.
- 5.5. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому и сухоадиабатическому движению частицы.
- 5.6. Термодинамические графики.

**Тема 6. Тепловое состояние атмосферы.**

- 6.1. Турбулентное состояние атмосферы. Приземный слой.
- 6.2. Суточный ход температуры воздуха в пограничном слое атмосферы.
- 6.3. Взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью.
- 6.4. Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы.
- 6.5. Инверсии температуры в атмосфере.
- 6.6. Тепловой баланс подстилающей поверхности.
- 6.7. Малые газы и примеси в атмосфере. Озон.

**Тема 7. Влажность воздуха.**

- 7.1. Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере
- 7.2. Распределение характеристик влажности по высоте.
- 7.3. Распределение влажности в тропосфере и стратосфере.
- 7.4. Испарение и испаряемость.

**Тема 8. Облака, туманы и осадки**

- 8.1. Общие условия фазовых переходов воды в атмосфере.
- 8.2. Зависимость теплоты фазового перехода и давления насыщенного водяного пара от температуры. Диаграмма равновесия фаз.
- 8.3. Физические условия образования и классификация туманов.
- 8.4. Классификации облаков (морфологическая и генетическая).
- 8.5. Атмосферные процессы, приводящие к образованию облаков.

- 8.6. Строение облака (основные уровни). Микрофизические характеристики облаков.
- 8.7. Эволюция форм облаков. Переходные формы.
- 8.8. Стратосферные и мезосферные облака
- 8.9. Фронтальные облачные системы.
- 8.10. Образование осадков и их классификация.
- 8.11. Наземная конденсация.
- 8.12. Ядра конденсации и их классификация.

#### **Тема 9. Основы динамики атмосферы.**

- 9.1. Силы, действующие в атмосфере.
- 9.2. Движение свободной атмосферы.
- 9.3. Особенности движения воздуха в пограничном слое атмосферы.
- 9.4. Местные ветры.

#### **Тема 10. Оптические и электрические явления в атмосфере.**

- 10.1. Оптические явления, обусловленные рассеянием света в атмосфере.
- 10.2. Оптические явления, обусловленные преломлением световых лучей в атмосфере.
- 10.3. Оптические явления, обусловленные преломлением и отражением световых лучей в каплях и кристаллах облаков.
- 10.4. Оптические явления, обусловленные дифракцией света в облаках и тумане.
- 10.5. Ионизация атмосферы.
- 10.6. Ионосфера.
- 10.7. Полярные сияния и их классификация.

### **Дисциплина «Синоптическая метеорология»**

#### **Тема 1. Метеорологическая информация и способы её представления.**

- 1.1. Виды метеорологической информации.
- 1.2. Способы представления метеорологической информации.
- 1.3. Основные средства синоптического анализа.

#### **Тема 2. Барическое поле и поле ветра**

- 2.1. Поле атмосферного давления. Пространственное распределение давления.
- 2.2. Формы барического рельефа. Характеристика систем пониженного и повышенного давления.
- 2.3. Соотношение сил в циклоне и антициклоне.
- 2.4. Особенности анализа поля ветра и его характеристики.
- 2.5. Геострофическая и градиентная модели связи полей давления и ветра. Связь геострофического ветра с действительным.

#### **Тема 3. Поле температуры и влажности воздуха**

- 3.1. Поле температуры и влажности воздуха, используемые в синоптическом анализе. Факторы их локального изменения.
- 3.2. Адвективное изменение температуры и влажности.
- 3.3. Изменения температуры, связанные с вертикальными движениями воздуха.

#### **Тема 4. Вертикальные движения в атмосфере и их расчёт**

- 4.1. Виды вертикальных движений воздуха, их пространственно-временной масштаб и связь с погодными условиями.
- 4.2. Конвективные вертикальные движения.
- 4.3. Упорядоченные вертикальные движения.
- 4.4. Качественная оценка знака и интенсивности упорядоченных вертикальных движений воздуха по структуре барического поля.

#### **Тема 5. Воздушные массы**

- 5.1. Понятие воздушной массы, очага её формирования.
- 5.2. Условия формирования воздушных масс.
- 5.3. Классификация воздушных масс.

- 5.4. Характеристика погоды в теплых и холодных воздушных массах различной стратификации в разные сезоны года.
- 5.5. Трансформация воздушных масс.

#### **Тема 6. Атмосферные фронты**

- 6.1. Классификация атмосферных фронтов.
- 6.2. Особенности распределения метеорологических величин и облачных систем в области фронтов различных типов.
- 6.3. Характеристики теплых и холодных фронтов, фронтов окклюзии.
- 6.4. Перемещение фронтов.
- 6.5. Эволюция пространственной структуры атмосферных фронтов.
- 6.6. Фронтотиз и фронтотенез.
- 6.7. Влияние орографии на перемещение и пространственную структуру атмосферных фронтов. Маскировка атмосферных фронтов.
- 6.8. Основные этапы синоптического анализа фронтов.
- 6.9. Способы прогноза перемещения фронтов.

#### **Тема 7. Высотные фронтальные зоны и струйные течения**

- 7.1. Определение и основные характеристики высотных фронтальных зон.
- 7.2. Классификация высотных фронтальных зон.
- 7.3. Система планетарных фронтальных зон северного полушария.
- 7.4. Классификация струйных течений. Параметры струйных течений.
- 7.5. Особенности распределения вертикальных движений и облачности в струйных течениях.
- 7.6. Энергетика струйных течений.

#### **Тема 8. Изменение приземного давления и высот изобарических поверхностей во времени**

- 8.1. Локальное изменение высоты изобарической поверхности во времени.
- 8.2. Качественная оценка знака и интенсивности цикло- и антициклогенеза по структуре барического поля и его изменению во времени.
- 8.3. Современная теория цикло- и антициклогенеза.

#### **Тема 9. Циклон и антициклон**

- 9.1. Классификация циклонов и антициклонов. Стадии их развития.
- 9.2. Общие сведения о внетропических циклонах и антициклонах.
- 9.3. Условия возникновения и развития термических и фронтальных циклонов внетропических широт. Стадии развития фронтальных циклонов.
- 9.4. Структура термобарического поля и погодные условия в различных стадиях развития циклона. Семейство циклонов.
- 9.5. Условия возникновения внетропических антициклонов. Стадии развития антициклонов.
- 9.6. Структура термобарического поля и погодные условия в каждой стадии развития антициклона. Регенерация антициклонов.
- 9.7. Блокирующие антициклоны.
- 9.8. Регенерация циклонов и антициклонов.
- 9.10. Влияние орографии на перемещение барических образований. Правила перемещения циклонов и антициклонов.
- 9.11. Прогноз перемещения циклонов и антициклонов.
- 9.12. Прогноз эволюции барических образований.
- 9.13. Влияние орографии на возникновение, эволюцию и перемещение циклонов и антициклонов.

### **Дисциплина «Климатология»**

#### **Тема 1. Основные факторы формирования климата**

- 1.1. Понятие о климате.
- 1.2. Климатическая система и ее характеристика.
- 1.3. Астрономические и геофизические факторы формирования климата.
- 1.4. Энергетические факторы формирования климата.
- 1.5. Распределение солнечной радиации на верхней границе атмосферы. Солярный климат.
- 1.6. Поступление солнечной радиации на земную поверхность. Радиационный баланс земной поверхности.
- 1.7. Тепловой баланс земной поверхности и системы земля – атмосфера.
- 1.8. Основные закономерности географического распределения и временной изменчивости составляющих радиационного и теплового баланса земной поверхности.
- 1.9. Деятельная поверхность и ее влияние на формирование климата.
- 1.10. Влияние снежного и ледового покрова на климат.
- 1.11. Влияние распределения суши и моря на климат.
- 1.12. Вулканические извержения как климатообразующий фактор.

## **Тема 2. Циркуляционные факторы формирования климата**

- 2.1. Основные особенности и свойства общей циркуляции атмосферы.
- 2.2. Характерные черты преобладающей зональной циркуляции. Зональная циркуляция в тропосфере и стратосфере.
- 2.3. Квазидвухлетняя цикличность, ее природа.
- 2.4. Циклоническая деятельность, поле давления и циркуляция воздуха у земли.
- 2.5. Циркуляция атмосферы в тропической зоне: пассаты, внутритропическая зона конвергенции, тропические циклоны.
- 2.6. Муссонная циркуляция. Муссоны тропических и внетропических широт.
- 2.7. Планетарные длинные волны (волны Россби).
- 2.8. Повторяемость циклонов и антициклонов. Центры действия атмосферы.
- 2.9. Климатологические фронты.

## **Тема 3. Общая циркуляция океана и ее влияние на климата**

- 3.1. Основные океанические течения Мирового океана, перенос тепла океаническими течениями.
- 3.2. Явления Эль-Ниньо и Ла-Ниньо.
- 3.3. Крупномасштабные колебания температуры воды Мирового океана.
- 3.4. Северо-Атлантическое, Северо-Техоокеанское колебания, их роль в формировании климата.
- 3.5. Арктическое колебание и его влияние на климат.
- 3.6. Энергоактивные зоны океана.

## **Тема 4. Поле температуры и факторы его определяющие**

- 4.1. Географическое распределение и временная изменчивость температуры воздуха на Земном шаре.
- 4.2. Зональное поле температуры в нижних слоях атмосферы и на высотах.
- 4.3. Влияние термических свойств материков и океанов на поле температуры.
- 4.4. Океанический и континентальный типы климатов.
- 4.5. Индексы континентальности.

## **Тема 5. Поля влажности и облачности, их роль в формировании климата**

- 5.1. Основные характеристики поля влажности.
- 5.2. Пространственно-временное распределение характеристик влажности и осадков.
- 5.3. Совместное влияние термического режима и режима увлажнения на климат. Засухи.
- 5.4. Горизонтальный перенос влаги в атмосфере.
- 5.5. Влагосодержание атмосферы. Влагооборот в атмосфере.
- 5.6. Баланс влаги на континентах. Полуэмпирическая теория влагооборота.

## **Тема 6. Классификация климатов**

- 6.1. Назначение климатических классификаций для научных и прикладных задач.
- 6.2. Различие понятий «классификация» и «районирование».
- 6.3. Первые климатические классификации.
- 6.4. Классификация Кеппена, ее достоинства и недостатки.
- 6.5. Ландшафтно–ботаническая классификация Л.С. Берга.
- 6.6. Генетические классификации (Б.П. Алисова, М.И. Бudyко и А.А. Григорьева).
- 6.7. Ботанические классификации климата.
- 6.8. Распределение главных характеристик климата в различных частях земного шара по результатам классификаций.

#### **Тема 7. Мезо- и микроклимат**

- 7.1. Понятие о мезо- и микроклимате.
- 7.2. Микроклимат как явление приземного слоя атмосферы.
- 7.3. Влияние рельефа, растительности, водоемов, зданий на микроклимат.
- 7.4. Мезоклимат города.
- 7.5. Влияние большого города на распределение температуры, облачности, осадков.

#### **Тема 8. Изменения и колебания климата**

- 8.1. Изменчивость климата, изменения и колебания климата.
- 8.2. Современные естественные и антропогенные изменения климата.
- 8.3. Изменение характера деятельной поверхности Земли; урбанизация, аэрозольное, газовое и тепловое загрязнение атмосферы.
- 8.4. Изменение концентрации CO<sub>2</sub> и других малых примесей в результате деятельности человека.
- 8.5. Модели общей циркуляции атмосферы и океана
- 8.6. Современные сценарии изменения климата в будущем.
- 8.7. Глобальные и региональные изменения современного климата.

### **Дисциплина «Особенности общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы погоды»**

#### **Тема 1. Типы и индексы атмосферной циркуляции**

- 1.1. Типы циркуляции Б.Л. Дзердзеевского.
- 1.2. Классификация атмосферных процессов Г.Я. Вангенгейма – А.А.Гирса.
- 1.3. Типы синоптических процессов М.Х. Байдала.
- 1.4. Формы атмосферной циркуляции А.Л. Каца.
- 1.5. Индексы атмосферной циркуляции Россби.
- 1.6. Индекс циркуляции Е.Н. Блиновой.
- 1.7. Индекс общей циркуляции А.Л. Каца.

#### **Тема 2. Основные закономерности общей циркуляции атмосферы в долгосрочных прогнозах погоды**

- 2.1. Использование обобщенных показателей общей циркуляции атмосферы их характеристик в схемах прогноза.
- 2.2. Количественные индексы интенсивности общей циркуляции атмосферы (Россби, Блиновой, Каца) как предикторы в схемах прогноза.
- 2.3. Циркумполярный вихрь, его особенности для зимнего и летнего сезонов. Использование дат весенней и осенней перестройки циркуляции в стратосфере в прогнозировании опасных явлений погоды.
- 2.4. Общая циркуляция атмосферы и солнечная активность.
- 2.5. Природа солнечноземных связей. Гелиофизические воздействия на барическое поле Земли.
- 2.6. Связь экстремальных погодных условий с солнечной активностью. Засухи и суровые зимы в 11-летнем солнечном цикле. Геомагнитная возмущенность как показатель вероятности возникновения засух и суровых зим.

- 2.7. Колебания параметров вращения земли (угловая скорость, нутация земной оси) и их влияние на процессы общей циркуляции атмосферы и погоды.
- 2.8. Явление Эль-Ниньо и его роль в формировании экстремальных условий погоды на континенте.

### **Тема 3. Учет влияния подстилающей поверхности в долгосрочных прогнозах погоды**

- 3.1. Особенности использования характеристик подстилающей поверхности в долгосрочных прогнозах погоды: синоптико-климатические и статистические исследования.
- 3.2. Взаимодействие океана и атмосферы. Виды взаимодействия: мелкомасштабное и крупномасштабное взаимодействия, тепловые машины 1 и 2 рода по Шулейкину.
- 3.3. Крупномасштабное взаимодействие океана и атмосферы. Модель Дуванина
- 3.4. Роль Северной Атлантики в формировании погоды в Казахстане.
- 3.5. Роль Тихого океана в формировании погоды в Казахстане.
- 3.6. Влияние ледовитости Арктических морей на формирование погоды на континенте.
- 3.7. Модели общей циркуляции атмосферы и океана.

## **Дисциплина «Современные статистические методы в метеорологии»**

### **Тема 1. Предварительная обработка данных**

- 1.1. Проверка гипотезы нормальности, амплитуде, несмещённым значениям коэффициентов эксцесса и асимметрии.
- 1.2. Подходы преобразования эмпирических асимметричных распределений к нормальному закону.
- 1.3. Проверка гипотезы нормальности распределения по  $\chi^2$  и по критерию Колмогорова-Смирнова.
- 1.4. Нелинейная регрессия.

### **Тема 2. Нелинейные и множественные корреляционные связи**

- 2.1. Выбор анализа дискриминантной функции.
- 2.2. Классификация на основе дискриминации наблюдений. Применение обобщенного дискриминантного анализа для классификации данных.
- 2.3. Кластеризация методом К средних.

### **Тема 3. Дисперсионный анализ**

- 3.1. Кластеризация с помощью Data Mining.
- 3.2. Пошаговая регрессия и интерпретация показателей.
- 3.3. Дисперсионный анализ однофакторных комплексов малых групп.
- 3.4. Непараметрические критерии.

## **Дисциплина «Прогноз стихийных бедствий»**

### **Тема 1. Общенаучные проблемы прогнозирования**

- 1.1. Методологические проблемы прогнозирования стихийных бедствий.
- 1.2. Прогноз и гипотеза, их сущность.
- 1.3. Теоретические аспекты прогнозирования.

### **Тема 2. Прогноз стихийных бедствий**

- 2.1. Медико-демографическая оценка территории.
- 2.2. Возможности детерминистической прогностики опасных явлений природы.
- 2.3. Анализ методов прогноза опасных конвективных явлений.
- 2.4. Способы вероятностного прогнозирования опасных явлений природы.
- 2.5. Интерпретация результатов синоптико-статистических методов прогноза опасных явлений погоды.

### **Тема 3. Чрезвычайные ситуации природного характера**

- 3.1. Классификация чрезвычайных ситуаций.
- 3.2. Количественная оценка масштаба катастроф.
- 3.3. Географическая составляющая индекса потенциальных потерь при опасных явлениях природы.
- 3.4. Определить средние потери потребителя при его ориентации на предсказанное значение метеоэлемента.

#### **Дисциплина «Глобальный мониторинг атмосферы»**

### **Тема 1. Мониторинг атмосферы**

- 1.1. Глобальный мониторинг атмосферы в контексте всестороннего анализа окружающей природной среды.
- 1.2. Анализ экологической нагрузки в региональном масштабе.
- 1.3. Допустимая нагрузка на элементы биосферы. Пороговость эффекта воздействия. Зависимость «доза–ответная реакция».
- 1.4. Устойчивость и резервы экологической системы. Экологические подходы к нормированию антропогенных нагрузок.
- 1.5. Принципы экологического нормирования учетом множественных путей воздействия загрязняющих веществ

### **Тема 2. Организация глобального мониторинга атмосферы**

- 2.1. Общие подходы к регулированию качества окружающей природной среды. Эколого–экономические аспекты регулирования.
- 2.2. Организация наблюдений за изменением состояния атмосферы, источниками и факторами антропогенных воздействий. Оценка и прогноз антропогенных изменений.
- 2.3. Классификация глобального мониторинга антропогенных изменений состояния атмосферы.
- 2.4. Климатический мониторинг. Спутниковый климатический мониторинг.

### **Тема 3. Прикладные аспекты глобального мониторинга атмосферы**

- 3.1. Трансграничное загрязнение атмосферы и его мониторинг.
- 3.2. Глобальная система мониторинга окружающей среды.
- 3.3. Глобальные и региональные прогнозы состояния атмосферы.
- 3.4. Мероприятия на различных уровнях по снижению объема выбросов в атмосферный воздух.
- 3.5. Концепция по улучшению управления качеством воздуха в Республике Казахстан и выполнению избранных протоколов к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния.

### **3. Список использованных источников.**

#### **Основная:**

1. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 2000. – 777 с.
2. Байшоланов С.С., Қожахметов П.Ж. Жалпы метеорология. – Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 224 б.
3. Матвеев Л.Т., Матвеев Ю.Л. Облака и вихри – основа колебаний погоды и климата: монография. – СПб.: РГГМУ, 2008. – 326 с.
4. Турулина Г.К., Полякова С.Е. Общая и физическая метеорология. Облака и осадки. – Алматы: Қазақ университеті, 2004. – Часть 1. Облака. – 94 с.
5. Турулина Г.К., Полякова С.Е. Общая и физическая метеорология. Облака и осадки. – Алматы: Қазақ университеті, 2006. – Часть 2. Осадки. – 98 с.
6. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. – М.: Аспект пресс, 2002. – 415 с.
7. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Наука, 2012. – 592с.
8. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. –Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 384 с.



9. Оракова Г.О., Мунайтпасова А.Н. Синоптикалық метеорология. – Алматы: Қазақ университеті, 2021. – 220 б.
10. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: Издательство ДВГУ, 2005. – 238 с.
11. Валькова В.В., Шушарина Л.М., Нысанбаева А.С. Методические указания к анализу атмосферных фронтов. – Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 25 с.
12. Климатология / Под ред. О.А.Дроздова, В.А.Васильева, Н.В.Кобышева и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
13. Байшоланов С.С. Метеорология және климатология. Оқу-әдістемелік құрал. – Алматы: Қазақ университеті, 2000. – 129 б.
14. Переведенцев Ю.П. Теория климата: учебное пособие / 2-е изд. перераб. и доп. – Казань: Казанский государственный университет, 2009. – 504 с.
15. Кислов А.В. Климатология с основами метеорологии: учебник для студентов учреждений высшего образования. – М.: Академия, 2016. – 221 с.
16. Подрезов О.А. Климатология – Бишкек, 2000. – 184 с.
17. Толмачева Н.И., Крючков А.Д. Взаимодействие атмосферы и океана. Учебное пособие. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015. – 238 с.
18. Долгосрочные метеорологические прогнозы / под ред. Н.А. Багрова, Д.А. Педя и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 218 с.
19. Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. – СПб.: РГГМУ, 2006. – 87 с.
20. Васильев А.А. Вильфанд Р.М. Прогноз погоды. – М.: Гидрометцентр России, 2008. – 62 с.
21. Толмачева Н. И., Крючков А. Д. Взаимодействие атмосферы и океана. Учебное пособие. // Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2015. – 238 с.
22. Технологии управления рисками возникновения засух в Республике Казахстан: Монография / В.Г. Сальников, И.А. Куликова, Е.А. Таланов, Г.К. Турулина, С.Е. Полякова. – Алматы: Қазақ университеті, 2019. – 178 с.
23. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 556 с.
24. Сальников В.Г. Мониторинг состояния атмосферы. – Алматы: Қазақ университеті, 2009. – 159 с.
25. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. –Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 271 с.
26. Дубровская Л.И., Князев Г. Б. Компьютерная обработка естественно-научных данных методами многомерной прикладной статистики: Учебное пособие. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2011. – 120 с.
27. Русин И.Н. Стихийные бедствия и возможности их прогноза. – М.: Изд-во РГГМУ, 2003. – 138 с.

#### **Дополнительная:**

1. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 648 с.
2. Шметер С.М. Термодинамика и физика конвективных облаков. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 287 с.
3. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака. Строение и физика образования. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 279 с.
4. Тлисов М.И. Физические характеристики града и механизм его образования. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 385 с.
5. Рыбакова Ж.В. Облака и их трансформация / науч. ред. И.В. Кужевская. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2020. – 234 с.

6. Данлоп С. Атмосферные явления и прогноз / Перевод с английского Д. Курдыбайло. – СПб.: ТИД Амфора, 2010. – 191 с.
7. Атлас облаков. ГГО им. А.И. Воейкова. – СПб.: РИФ «Д,АРТ», 2011. – 123 с.
8. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Алма-Ата: КазГУ, 1967. – 239 с.
9. Воробьев В.И. Основные понятия синоптической метеорологии. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2003. – 48 с.
10. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 711 с.
11. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1986.– Ч.1. – 264 с.
12. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 124 с.
13. Говорушко С.М. Взаимодействие человека с окружающей средой. – М.: Академический проект, Киров: Константа, 2007. – 142 с.
14. Кароль И.Л., Катцов В.М., Киселев А.А., Кобышева Н.В. О климате по существу и всерьез. – СПб.: Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, 2008. – 64 с.
15. Дмитриев А.А., Белязо В.А. Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов. – СПб.: Гидрометеиздат, 2006. – 187 с.
16. Воробьев А.Е., Пучков Л.А. Человек и биосфера: глобальные изменения климата. Учебник для вузов в 2-х частях. – М. Издательство РУДН, 2006. – 231 с.
17. Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия. – Тетра системс, 2008. – 128 с.
18. Кондратьев Х.Я. Глобальный климат и его изменения. – М.: Наука, 1987. – 72 с.
19. Тронов М.В. Ледники и климат. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 139 с.
20. Краус Е. Взаимодействие атмосферы и океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 147 с.
21. Сидоренков Н.С. Атмосферные процессы и вращение Земли. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 142 с.
22. Граховский Г.Н., Евсеев М.П., Ремянская Р.А. Долгосрочные колебания барических полей в системе общей циркуляции атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 100 с.
23. Скаков А.А. Оттепели и морозы в Казахстане. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 113 с.
24. Рафаилова Х.Х. Использование характеристик стратосферы тропосферы и подстилающей поверхности в долгосрочных прогнозах погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. 98 с.
25. Боровиков В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – СПб: Питер, 2001. – 656 с.
26. Сальников В.Г. Эколого-климатический потенциал. – Алматы: Казак университеті, 2006. – 325 с.
27. Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.Л., Хргиан А.Х. Озонный щит земли и его изменения. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 288 с.
28. Владимиров А.М. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 2011. – 423 с.
29. Atmospheric Thermodynamics by Craig F. Bohren and Bruce. – A. Albrecht (Feb 19, 1998)
30. Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere by C. Donald Ahrens (Jan 1, 2011)
31. Meteorology Today by C. Donald Ahrens (Jul 2, 2008)
32. Pao K. Wang Physics and Dynamics of Clouds and Precipitation. – Cambridge: Cambridge University Press. –2013. – 478 p.
33. Pruppacher H.R., Klett J.D. Microphysics of Clouds and Precipitation. – Springer Netherlands, 2015. – 324 p.
34. Robert Houze Jr. Cloud Dynamics. – Academic Press, 2014. – 496 p.
35. Mark Pinsky, Alexander P. Khain Physical Processes in Clouds and Cloud Modeling. – Cambridge University Press, 2018. – 640 p.
36. Judith A. Curry, Vitaly I. Khvorostyanov Thermodynamics, Kinetics, and Microphysics of Clouds. – Cambridge University Press, 2014. – 800 p.

37. Lackmann G. Midlatitude Synoptic Meteorology: Dynamics, Analysis and Forecasting. American Meteorological Society, 2012.
38. C. Donald Ahrens Meteorology Today. Gengage Learning, 9 ed. 2008.
39. Formayer H. and Fritz A. Temperature dependency of hourly precipitation intensities – surface versus cloud layer temperature // *Int. J. Climatol.*, 2017. 37: 1–10. doi:10.1002/joc.4678
40. Bel C., Liébault F., Navratil O., Eckert N., Bellot H., Fontaine F., Laigle D. Rainfall control of debris-flow triggering in the Réal Torrent, Southern French Prealps // *J. Geomorphology* (2016). 1-16., <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.04.004>
41. Langousis A. and Veneziano D. Intensity-duration-frequency curves from scaling representations of rainfall // *Water Resour. – 2007. – Res. 43, W02422*, doi:10.1029/2006WR005245.
42. Rupp D.E., Keim R.F., Ossiander M., Brugnach M., Selker J. S. Time scale and dependency in multiplicative cascades for temporal rainfall disaggregation // *Water Resour.*, 2009. – P. 45, doi: 10.1029/2008WR007321
43. Hundecha Y., Pahlow M., Schumann A. Modelling of daily precipitation at multiple locations using a mixture of distributions to characterize the extremes // *Water Resour.*, – 2009. – Res. W12412, p. 45, DOI: 10.1029/2008WR007453
44. Barber M.C., 2014. Environmental Monitoring and Assessment Program Indicator Development Strategy. EPA/620/R-94/XXX. EMAP Center, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C.
45. G. Bruce Wiersma *Environmental Monitoring* by CRC Press Reference, 2014. – 792 p.
46. *Environmental Monitoring and Characterization* by Janick Artiola, Ian L. Pepper, Mark L. Brusseau. – Publisher: Elsevier Science & Technology Books, 2004. – 404 p.