

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гнатюк Сергей Иванович

Должность: Первый проректор

Дата подписания: 01.09.2025 11:51:07

Уникальный идентификатор:

5ede28fe5b714e680817c5c132d4ba793a6b4432

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
учебной дисциплины

***ОП.05 Метеорология***  
(наименование учебной дисциплины)

***20.02.01 Экологическая безопасность природных комплексов***  
(код, наименование профессии/специальности)

Рассмотрено и согласовано цикловой комиссией «Сельское хозяйство, строительство и природоустройство»

Протокол № 2 от «06» сентября 2023 г.

Разработана на основе ФГОС СПО РФ и ПООП СПО для специальности 20.02.01 Экологическая безопасность природных комплексов (утвержден Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31.08.2022 № 790).

Организация разработчик: Политехнический колледж ЛГАУ

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.05 Метеорология

## 1.1. Область применения программы учебной дисциплины

Учебная дисциплина ОП.05 Метеорология является обязательной частью общепрофессионального цикла примерной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 20.02.01 Экологическая безопасность природных комплексов. Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 07, ПК 1.1, ПК 1.4.

## 1.2. Цели и задачи учебной дисциплины, требования к результатам освоения учебной дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

- физическая сущность процессов и явлений в атмосфере;
- метеорологические величины и единицы их измерения;
- типовой порядок метеорологических наблюдений;
- устройство и порядок работы с метеорологическими приборами,
- процесс обработки результатов метеорологических наблюдений.

**уметь:**

- измерять метеорологические величины и обрабатывать результаты измерений,
- анализировать причины изменения метеорологических параметров в пространстве и времени.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование результата обучения
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях
ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

Код	Наименование результата обучения
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 08	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
ОК 09	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с
ПК 1.1	Выбирать методы и средства для проведения экологического мониторинга окружающей среды
ПК 1.4	Обрабатывать экологическую информацию, в том числе с использованием компьютерных технологий.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Тематический план учебной дисциплины

##### *ОП.05 Метеорология*

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Количество часов</b>
1	2
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	44
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	30
<i>в т. ч.:</i>	
теоретическое обучение	11
практические занятия	19
Самостоятельная работа обучающегося	14
Промежуточная аттестация: <i>дифференцированный зачет, (экзамен)</i>	2
<b>ИТОГО</b>	46

### 3.2. Содержание обучения по учебной дисциплине *ОП.05 Метеорология*

Наименование разделов, тем учебной дисциплины	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объём часов	Домашнее задание
1	4	5	6
<b>Раздел 1. Организация и проведение метеорологических наблюдений</b>			
<b>Тема 1.1 Основные метеорологические понятия</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>10</b>	
	Предмет и задачи метеорологии. Связь метеорологии с другими науками о Земле. Понятие о погоде и климате. Атмосфера. Строение и состав атмосферы. Физические процессы, протекающие в атмосфере. Метеорологические величины и атмосферные явления.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Практическое занятие. Инструктаж по ТБ.</b> Атмосфера. Строение и состав атмосферы. Физические процессы, протекающие в атмосфере.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Практическое занятие. Инструктаж по ТБ.</b> Температура воздуха. Атмосферное давление. Влажность воздуха. Ветер. Параметры ветра. Облачность.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Самостоятельная работа обучающихся.</b> Атмосферные осадки. Виды осадков. Снежный покров.	4	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
<b>Тема 1.2. Тепловой режим атмосферы, почвы и водоемов</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>8</b>	
	Тепловой режим атмосферы. Характеристики теплового режима атмосферы. Процессы нагревания и охлаждения воздуха. Суточный и годовой ход температуры воздуха. Вертикальный градиент температуры воздуха.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Практическое занятие. Инструктаж по ТБ.</b> Тепловой режим почвы. Характеристики теплового режима почвы. Процессы нагревания и охлаждения почвы. Измерение температуры поверхности почвы, воздуха.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Распространение колебаний температуры вглубь почвы.	4	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
<b>Раздел 3. Дифференциальные уравнения и ряды</b>			
<b>Тема 1.3. Измерение характеристик</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	
	Психрометрический метод измерения влажности воздуха. Стационарный психрометр. Расчет характеристик влажности воздуха.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4

Наименование разделов, тем учебной дисциплины	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объём часов	Домашнее задание
влажности воздуха	<b>Практическое занятие. Инструктаж по ТБ.</b> Расчет характеристик влажности воздуха.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Самостоятельная работа обучающихся.</b> Не предусмотрена		
<b>Тема 1.4. Метеорологические наблюдения за облачностью, атмосферными осадками, снежным покровом</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>10</b>	
	Метеорологические наблюдения за облачностью, атмосферными осадками, снежным покровом	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Практическое занятие. Инструктаж по ТБ.</b> Определение количества и форм облаков. Измерение количества атмосферных осадков	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Практическое занятие. Инструктаж по ТБ.</b> Измерение количества атмосферных осадков	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Самостоятельная работа обучающихся.</b> Определение метеорологической дальности видимости.	4	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
<b>Тема 1.5. Измерение атмосферного давления</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	
	Не предусмотрена		
	<b>Практическое занятие. Инструктаж по ТБ.</b> Измерение атмосферного давления с помощью чашечного барометра и барометра-анероида. Запись и обработка результатов измерений. Решение задач по обработке результатов измерений.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Самостоятельная работа обучающихся.</b> Фиксация проведенных наблюдений.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
<b>Тема 1.6. Измерение параметров ветра</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	
	Методики измерения параметров ветра. Измерение параметров ветра с помощью флюгера Вильда и анемометра чашечного.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Практическое занятие. Инструктаж по ТБ.</b> Измерение параметров ветра с помощью флюгера Вильда и анемометра чашечного.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Самостоятельная работа обучающихся.</b> Не предусмотрена	-	
<b>Тема 1.7. Кодирование метеорологической информации</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	
	Общие сведения о получении, сборе и передаче метеорологической информации в центры обработки и потребителям.	1	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Практическое занятие. Инструктаж по ТБ.</b> Назначение, структура и правила кодирования разделов и групп КН-01.	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4

Наименование разделов, тем учебной дисциплины	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объём часов	Домашнее задание
	Практическое занятие. Инструктаж по ТБ. Кодирование метеорологической информации по коду КН-01	1	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	Самостоятельная работа обучающихся. Не предусмотрена	-	
	Дифференцированный зачет	2	ОК 01- ОК 09, ПК 1.1, ПК 1.4
	<b>Всего:</b> <b>из них практических занятий</b> <b>лекций</b> <b>самостоятельная работа</b> <b>зачет</b>	46 19 11 14 2	

## **4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета «Метеорология и стандартизация» и лаборатории «Метеорологические приборы и наблюдения».

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения:

Рабочий стол преподавателя. Рабочие места по количеству обучающихся, хроматограф «КРИСТАЛЛ-5000», ПК – 1 шт., ассистент ТОТАЛ (шумомер, инфразвук, ультразвук), ботометр Рутнева 2л., автоматический потенциометрический титратор АТП-02, генератор водорода 6.140,

лазерный дозиметр «Ладин», радиометр радона «Альфарад», УФ-радиометр ТКА-ПКМ, ручной пробоотборник-дозатор НП-3М, пробоотборное устройство ПОУ-04, полярограф АВС 1.1, газоанализатор УГ-2, газоанализатор ПГА 200, зонд тепловой нагрузки среды, люксметр-рякометр ТКА-ПК 04/3, измеритель «ВЕ-метр-АТ-002», метеометр МЭС-200, пульсометр+Люксометр ТКА+ПКМ, измеритель шума телевибрации 8922, шумомер интегрирующий – виброметр ШИ 01 В, радиометр неселекционный Аргус-03, измеритель напряженности электростатического поля СТ-01, измеритель параметров ЭМП «ВЕ-метр – АТ-003».

Требования к квалификации педагогических кадров, осуществляющих реализацию ППССЗ по специальности, должны обеспечиваться педагогическими кадрами, имеющими среднее профессиональное, высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой учебной дисциплины. Опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы является обязательным для преподавателей, отвечающих за освоение обучающимся профессионального учебного цикла.

Преподаватели получают дополнительное профессиональное образование по программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в профильных организациях не реже одного раза в 5 лет.

## **4.2. Информационное обеспечение обучения. Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

### ***Основные источники***

1. Морозов, А. Е. Метеорология и климатология : учебное пособие / А. Е. Морозов, Н. И. Стародубцева. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2021. — 250 с. — ISBN 978-5-94984-664-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142538> (дата обращения: 21.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### ***Дополнительные источники***

1. РД 52.04.107-86. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 1. Наземная подсистема получения данных о состоянии природной среды. Основные положения и нормативные документы (с 01.01.2009 в части разделов 2 и 3 заменен на РД 52.04.567-2003)

2. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть 1 : Учебник для гидрометеорол. техникумов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. - 392 с.

3. Изменение № 1 к Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть I. Метеорологические наблюдения на станциях. // Л. Гидрометеиздат. — 1985 г. — 58 с.

4. Изменение № 2 к Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть I. Метеорологические наблюдения на станциях. // Л. Гидрометеиздат. — 1985 г. — 12 с

5. Метеорологические приборы и измерения: Учебник для гидрометеорол. техникумов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Гидрометеиздат, 1978. - 392 с.

6. Пиловец, Г. И. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - Москва : НИЦ Инфра-М; Минск : Нов. знание, 2013. - 399 с.: ил.; . - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006463-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/391608> (дата обращения: 21.11.2021). – Режим доступа: по подписке.

### ***Интернет-источники:***

eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 -. - URL: <https://elibrary.ru>

## 5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем при проведении лабораторных работ, практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований, практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
1	2
<b>Умения</b>	
- измерять метеорологические величины и обрабатывать результаты измерений, анализировать причины изменения метеорологических параметров в пространстве и времени; - кодировать метеорологическую информацию.	Оценка результатов выполнения заданий, упражнений. Оценка выполненных самостоятельных работ.
<b>Знания:</b>	
- физическая сущность процессов и явлений в атмосфере; - метеорологические величины, и единицы их измерения; - типовой порядок метеорологических наблюдений за метеорологическими величинами и явлениями; - устройство и порядок работы с метеорологическими приборами, - процесс обработки результатов метеорологических наблюдений.	Тестирование; фронтальный опрос; комбинированный метод в форме фронтального опроса и групповой самостоятельной работы

В графе «**Результаты обучения**» перечисляются все знания и умения, указанные в паспорте программы. Компетенции должны быть соотнесены со знаниями и умениями. Для этого необходимо проанализировать, освоение каких компетенций базируется на знаниях и умениях этой дисциплины.

Для контроля и оценки результатов обучения преподаватель выбирает формы и методы с учетом формируемых компетенций и специфики обучения по программе дисциплины.

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
учебной дисциплины

***ОП.05 Метеорология***  
(наименование учебной дисциплины)

***20.02.01 Экологическая безопасность природных комплексов***  
(код, наименование профессии/специальности)

ВАРИАНТ 1

**I. Тесты**

1. Бухмара – это...

- а) алкоголик
- б) языческий идол
- в) пасмурная погода
- г) туман

2. Что или кого обозначают данные синонимы: дух, заувай, озерик?

- а) болезнь
- б) ветер
- в) метель
- г) озорного ребенка

3. С каких высот в атмосфере начинает сказываться влияние на ее газовый состав одновременно и гравитационного разделения газов, и ионизирующих излучений:

- а) 600-1000 км;
- б) 150-400 км;
- в) 100-110 км;
- г) 80 км;
- д) 24-27 км.

4. Указать первопричину того, что активное взаимодействие атмосферных газов с солнечными, галактическими космическими лучами и рентгеновским излучением Солнца начинается только на высотах около 80 км (1):

- а) низкая температура в мезопаузе;
- б) высокая скорость движения молекул воздуха;
- в) влияние магнитного поля Земли;
- г) прекращение конвекции и перемешивания за пределами гомосферы;
- д) «оптимальная» плотность воздушной среды.

5. Как называется юго-западный ветер?

- а) горчанин
- б) горыныч
- в) горыч
- г) горбач

6. Какими признаками характеризовались эпоха нижнепротерозойской «азотной атмосферы»:

- а) атмосферным давлением в 10 раз больше современного;
- б) отсутствием сплошного облачного покрова;
- в) высокими средне глобальными температурами (свыше +1000С);
- г) процессами фотодиссоциации воды под влиянием УФ лучей;
- д) поглощением O<sub>2</sub> породами литосферы;
- е) низкой вулканической активностью.

7. Какими признаками характеризовались эпоха архейской «восстановительной атмосферы»:

- а) атмосферным давлением в 10 раз больше современного;
  - б) отсутствием сплошного облачного покрова;
  - в) высокими средне глобальными температурами (свыше +1000С);
  - г) процессами фотодиссоциации воды под влиянием УФ лучей;
  - д) поглощением O<sub>2</sub> породами литосферы;
  - е) низкой вулканической активностью.
8. Какими признаками характеризовались эпоха «первичной атмосферы»:
- а) атмосферным давлением в 10 раз больше современного;
  - б) отсутствием сплошного облачного покрова;
  - в) высокими средне глобальными температурами (свыше +1000С);
  - г) процессами фотодиссоциации воды под влиянием УФ лучей;
  - д) поглощением O<sub>2</sub> породами литосферы; е) низкой вулканической активностью.
9. Современную атмосферу какого объекта Солнечной системы напоминает «первичная атмосфера» Земли:
- а) Венеры;
  - б) Юпитера;
  - в) Меркурия;
  - г) Марса;
  - д) Солнца;
  - е) Луны.
10. Удельная газовая постоянная  $R_i$  для легких газов по сравнению с более тяжелыми:
- а) меньше;
  - б) больше;
  - в) при нормальных условиях удельные газовые постоянные равны;
  - г) соотношения  $R_i$  для легких и тяжелых газов закономерно
11. Какие ионосферные слои формируются под влиянием галактических космических лучей:
- а) D;
  - б) E;
  - в) F1;
  - г) F2.
12. По географическому положению атмосферные фронты разделяются на
- а) нет правильного ответа
  - б) арктический фронт
  - в) полярный фронт
  - г) тропический фронт
  - а) европейский фронт
13. Как изменяется атмосферное давление с высотой: А) Возрастает.
- а) Убывает.
  - в) Возрастает затем убывает.
  - г) Убывает, затем возрастает
14. Основной метод исследования, используемый в метеорологии?
- а) Эксперимент.

- б) Наблюдение.
  - в) Теоретический.
  - г) Статистический.
  - д) Компьютерная обработка.
15. Что относится к метеоявлениям: А) Погода, климат, синоптическая ситуация.
- а) Гололед, скорость ветра, метель.
  - б) Туман, влажность, мгла.
  - в) Туман, гроза, метель.
  - г) Метель, высота снежного
16. Что определяет наблюдатель глазомерно?
- а) Температуру.
  - б) Влажность.
  - в) Направление ветра.
  - е) Облачность.
  - д) Солнечную радиацию.
17. На стадии восстановительной атмосферы каким бы казался цвет небесного свода
- а) красным;
  - б) белым;
  - в) фиолетовым;
  - г) черным
  - д) желтым;
  - е) голубым;
18. Азот был основным газом атмосферы Земли:
- а) 3600 млн. лет назад;
  - б) 2300 млн. лет назад;
  - в) 4000 млн. лет назад;
  - г) 1000 млн. лет назад;
  - д) 2800 млн. лет назад;
  - е) . 600 млн. лет назад;
19. Аэронавигационные исследования производятся из:
- а) исследовательские обсерватории;
  - б) метеорологические станции;
  - в) радиолокаторы;
  - г) метеорологические ракеты;
  - д) геофизические ракеты;
20. Какой метод исследования используется в космической метеорологии?
- а) Глазомерное наблюдение.
  - б) Дистанционное наблюдение.
  - в) Эксперимент.
  - г) Математическое моделирование.
  - д) Статистический.

## ***II. Решение задач***

1. У поверхности земли в точке А температура  $12^{\circ}$ , давление 980 мб. В точке Б температура  $8^{\circ}$ , давление 960 мб. Найти превышение точки Б над точкой А.
2. Температура воздуха по Цельсию равна  $14^{\circ}$ . Определить температуру по Фаренгейту и Кельвину. Температура воздуха по Фаренгейту равна  $13^{\circ}$ . Определить температуру по Цельсию и Кельвину.
3. При проведении барометрического нивелирования в горном районе атмосферное давление на уровне моря 978 гПа при температуре  $6^{\circ}$ , на вершине горы давление 922 гПа при температуре  $8^{\circ}$ . Определить высоту горы.
4. При входе в слоисто-кучевое облако определилось давление 910 гПа и температура  $3^{\circ}$ , а при выходе из облака давление уменьшилось на 55 гПа, температура снизилась на  $2^{\circ}\text{C}$ . Определить вертикальную мощность облака.
5. На метеорологической станции наблюдалось давление 1031 гПа температура  $13,5^{\circ}$ . В это время на радиозонде над станцией приборы определяли давление 947 гПа и температуру  $8,5^{\circ}$ . На какой высоте находился радиозонд?
6. На метеорологической станции атмосферное давление 980 гПа, а температура воздуха –  $10^{\circ}$ . Определить давление на высоте 600 м, где температура  $-20^{\circ}\text{C}$ .
7. Определить плотность снега, когда во время проведения снегоснимков его высота оказалась равной 52 см, а показания веса снегомера составили 14 делений.
8. Объем взятой пробы снега составляет  $1750\text{ см}^3$ , а ее вес – 500 г. Определить плотность снега.
9. Определить запас воды в снежном покрове, когда высота его 50 см, а плотность составляет  $0,25\text{ г/см}^3$ .
10. Записать направления ветра в румбах, когда точка горизонта, откуда движется воздушная масса, лежит между: а) севером и северозападом; б) югом и юго-востоком; в) севером и востоком. Выразить в градусах дуги направлений ветра: СЗ, ЮЗ, ССВ, ЮВ, С. Выразить в румбах направления ветра:  $29^{\circ}$ ,  $205^{\circ}$ ,  $87^{\circ}$ ,  $320^{\circ}$ ,  $148^{\circ}$

## ВАРИАНТ 2

### ***I. Тесты***

1. Каким для земного наблюдателя казался бы цвет небесного свода на стадии восстановительной атмосферы:
  - а) голубым;
  - б) белым;
  - в) фиолетовым;
  - г) красным;
  - д) желтым;
  - е) черным.
2. Как был истрачен практически весь запас углекислого газа атмосферы около 2,5 млрд. лет назад:
  - а) поглотился базальтами;
  - б) поглотился соединениями железа в земной коре;

- в) перешел в карбонатную систему океана;
- г) сформировал слои осадочных карбонатных пород;
- д) был захоронен в составе каустобиолитов.

3. Вётха – это...

- а) полнолуние
- б) мудрость
- в) жаркая погода
- г) старая женщина

4. В каком значении употребляется слово «звездун»?

- а) звездопад
- б) боксер
- в) лжец
- г) обилие звезд

5. Гера проснулась и возмущенно оттолкнула ребенка от себя, а божественное молоко из ее груди разлилось по небу. Таково сказание о возникновении Млечного пути. Каким синонимом можно заменить выделенное слово?

- а) белая елица
- б) надымье
- в) зори девичьи
- г) кружевина

6. Что такое «точка Юри»:

- а) начало накопления свободного кислорода в атмосфере;
- б) формирование первых окисленных пород на дневной поверхности;
- в) появление многоклеточных организмов;
- г) формирование озонового экрана;
- д) стабилизация концентрации O<sub>2</sub>;
- е) ни один из вариантов.

7. 12. Какой ионосферный слой характеризуется минимальной динамикой в течение суток:

- а) D;
- б) E;
- в) F1;
- г) F2.

8. Процесс формирования чего из перечисленного ниже вызывал активную дегазацию земных недр на стадии существования «восстановительной атмосферы»

- а) базальтового слоя литосферы;
- б) внутренней мантии;
- в) внешней мантии;
- г) ядра;
- д) астеносферы;
- е) Мирового океана.

9. При помощи чего из перечисленного ниже производятся аэрономические исследования:

- а) исследовательские обсерватории;
- б) метеорологические станции;
- в) радиолокаторы;
- г) трансокеанские зонды;
- д) метеорологические ракеты;
- е) геофизические ракеты;
- ж) межконтинентальные ракеты;
- з) стратостаты.

10. При помощи чего из перечисленного ниже производятся аэрологические исследования:

- а) исследовательские обсерватории;
- б) метеорологические станции;
- в) радиолокаторы;
- г) трансокеанские зонды;
- д) метеорологические ракеты;
- е) геофизические ракеты;
- ж) межконтинентальные ракеты;
- з) стратостаты.

11. Что из перечисленного не относится к программе наблюдений на метеорологических станциях основного типа:

- а) метеорологическая дальность видимости;
- б) абсолютная влажность;
- в) относительная влажность;
- г) повторяемость гроз;
- д) степень ионизации воздуха;
- е) венцы.

12. Изучение чего из перечисленного не относится к актинометрическим наблюдениям:

- а) содержание в воздухе радиоактивных продуктов;
- б) солнечное излучение;
- в) земное излучение;
- г) напряженность электрического поля атмосферы;
- д) продолжительность солнечного сияния;
- е) альbedo водной поверхности.

13. Наблюдения над какими метеорологическими элементами производятся на метеорологических постах (?):

- а) температура приземной атмосферы;
- б) атмосферное давление (с последующим приведением к уровню моря);
- в) облачность;
- г) количество осадков;
- д) влажность воздуха;
- е) глубина промерзания почвы.

14. Какой из расчетно-аналитических методов, применяемых в метеорологии, направлен на установление и изучение связей и взаимозависимостей между двумя и более атмосферными процессами:

- а) вариационная статистика;
- б) корреляционный метод;
- в) вывод эмпирических формул;
- г) моделирование;
- д) физико-математический анализ;
- е) эксперимент.

15. Какой из расчетно-аналитических методов, применяемых в метеорологии, направлен на прогнозирование атмосферных процессов:

- а) вариационная статистика;
- б) корреляционный метод;
- в) вывод эмпирических формул;
- г) моделирование;
- д) физико-математический анализ;
- е) эксперимент.

16. Какой из газов характеризуется минимальной величиной критической температуры:

- а) водород;
- б) гелий;
- в) кислород;
- г) азот;
- д) аргон;
- е) CO<sub>2</sub>.

17. На какой стадии эволюции атмосферы ее состояние нельзя было описать уравнением Менделеева-Клапейрона:

- а) первичной;
- б) восстановительной;
- в) азотной;
- г) кислородной;
- д) это можно было сделать на любой стадии.

18. Какая гигрометрическая величина соответствует плотности водяного пара:

- а) массовая доля водяного пара;
- б) парциальное давление;
- в) давление насыщения;
- г) абсолютная влажность;
- д) относительная влажность;
- е) газовая постоянная водяного пара.

19. Почему для характеристики состояния атмосферы применимо уравнение состояния идеального газа:

- а) высокие значения критических температур основных компонентов атмосферы по сравнению с их истинными температурами;
- б) низкие значения критических температур основных компонентов атмосферы по сравнению с их истинными температурами;
- в) высокая разреженность газовой среды;
- г) значительная плотность воздуха;
- д) сравнительно низкие концентрации CO<sub>2</sub> и водяного пара.

20. Каким образом определяется зависимость удельной газовой постоянной  $R_i$  от природы газа:

- а)  $R_i$  является функцией парциального давления;
- б)  $R_i$  является функцией молекулярной массы;
- в)  $R_i$  является функцией соотношения давления, объема и температуры газа;
- г) ни один из вышеуказанных вариантов не характеризует данную зависимость.

### **II. Решение задач**

1. На вершине горы Лысая (высота 342 м) Минской возвышенности атмосферное давление 990 гПа и температура воздуха  $8^\circ$ . Определить давление на уровне моря.
2. Определить изменение упругости насыщения водяного пара при изменении температуры от  $-25$  до  $+30^\circ\text{C}$ .
3. Температура воздуха  $17,6^\circ\text{C}$ , упругость водяного пара 12,4 гПа. Определить относительную влажность и дефицит влажности.
4. Температура воздуха  $13,5^\circ\text{C}$ , дефицит влажности 5,8 гПа. Определить упругость насыщения и упругость пара.
5. Найти температуру воздуха, когда упругость пара составляет 3,6 гПа, а дефицит влажности 2 гПа.
6. Найти точку росы, когда упругость пара составляет 1,5; 5,9; 9,7; 15,8 гПа.
7. Температура воздуха  $27,5^\circ\text{C}$ , точка росы  $10,4^\circ\text{C}$ . Определить упругость насыщения, упругость пара, дефицит влажности и относительную влажность.
8. Абсолютная влажность воздуха равна  $18,6 \text{ г/м}^3$ . Определить упругость водяного пара при температуре воздуха  $+25,5^\circ\text{C}$ .
9. Определить точку росы, если относительная влажность составляет 70 %, а температура  $+5,6^\circ\text{C}$ .
10. Определить количество водяного пара, содержащегося в  $1 \text{ м}^3$  воздуха, если дефицит влажности равен 0,5 мм, а температура  $-2,5^\circ\text{C}$ .

## **ВАРИАНТЗ**

### **I. Тесты**

1. Верхняя граница каких атмосферных слоев может характеризоваться изменениями высоты расположения в течение суток:
  - а) тропосферы;
  - б) стратосферы;
  - в) мезосферы;
  - г) ионосферы;
  - д) экзосферы.
2. Какие компоненты солнечного ветра принимают участие в формировании полярных сияний в области их зеленого свечения (на высотах 100-200 км):
  - а) электроны;
  - б) протоны;
  - в) тяжелые ионы;
  - г) УФ лучи;
  - д) все вышеуказанные.
3. В каком значении употребляется словосочетание «белые комары»?

- а) снег
  - б) белые ночи
  - в) пятна белого цвета
  - г) блики солнца
4. Как называется северо-западный ветер?
- а) вьюжка
  - б) нагонный ветер
  - в) горыч
  - г) глубинник
5. На каких высотах в атмосфере могут формироваться облака (различного происхождения):
- а) 10 км;
  - б) 100 км;
  - в) 50 км;
  - г) 7 км;
  - д) 23 км;
  - е) 17 км.
6. Назвать основной газовой компонент стратосферы:
- а) азот;
  - б) молекулярный кислород;
  - в) атомарный кислород;
  - г) озон;
  - д) водяной пар;
  - е) ни один из вариантов.
7. Назвать основной газовой компонент ионосферы на высотах 200-600 км:
- а) азот;
  - б) молекулярный кислород;
  - в) атомарный кислород;
  - г) озон;
  - д) водяной пар;
  - е) ни один из вариантов.
8. Назвать основной газовой компонент экзосферы:
- а) азот;
  - б) молекулярный кислород;
  - в) атомарный кислород;
  - г) озон;
  - д) водяной пар;
  - е) ни один из вариантов.
9. Указать слой сгорания в атмосфере большинства метеоритов:
- а) 600-100 км;
  - б) 20-40 км;
  - в) 200-400 км;
  - г) 40-200 км;
  - д) 100-200 км.

10. В каких слоях ионосферы отмечается максимальная концентрация продуктов ионизации:

- а) D;
- б) E;
- в) F1;
- г) F2.

11. Какой температуры может достигать ионосфера в области сильных полярных сияний:

- а) 15000С;
- б) 2-3 тыс.0С;
- в) 60000С;
- г) 300000С;
- д) свыше 1,5 тыс.0С температура в ионосфере не поднимается.

12. Где в атмосфере отмечается максимальная электропроводность воздуха (2):

- а) в приземной тропосфере;
- б) в свободной тропосфере;
- в) в стратосфере;
- г) в ионосфере;
- д) в экзосфере.

13. Где в атмосфере отмечается максимальная напряженность электрического поля

- а) в приземной тропосфере;
- б) в свободной тропосфере;
- в) в стратосфере;
- г) в ионосфере;
- д) в экзосфере.

14. Как можно охарактеризовать преобладание положительно заряженных ионов тропосферы над отрицательно заряженными:

- а) положительных ионов на 10-20% больше;
- б) положительных ионов на 50-70% больше;
- в) положительных ионов в 100 раз больше;
- г) преобладание положительных ионов усиливается в зонах нарушенной погоды;
- д) отрицательные ионы для приземной атмосферы не характерны.

15. Чему из перечисленного способствует влияние ионосферы:

- а) приземная атмосфера приобретает отрицательный заряд;
- б) земная поверхность теряет отрицательный заряд;
- в) формируются тяжелые ионы;
- г) усиливается грозовая активность;
- д) активизируется рассеивание антропогенных аэрозолей.

16. Что из перечисленного относится к зонам нарушенной погоды, где наиболее часты разнообразные явления, связанные с атмосферным электричеством (грозы, электрические разряды, образование ионизированных частиц и т.п.):

- а) городские агломерации;
- б) районы зарождения пыльных бурь;

в) районы с эрозионным рельефом, лесными массивами

г) морские побережья;

д) районы выпадения осадков.

17. Наличие «тока проводимости» между земной поверхностью и ионосферой приводит:

а) усилению напряженности электрического поля атмосферы;

б) выравниванию зарядов между землей и атмосферой;

в) приобретению приземными аэрозолями отрицательных зарядов;

г) спонтанным явлениям коронных разрядов;

д) не верен ни один из вариантов.

18. Какие заряды направляют к земной поверхности молнии:

а) положительные

б) отрицательные

в) как положительные, так и отрицательные

19. Указать периоды времени, когда основным газом атмосферы Земли был азот:

а) 600 млн. лет назад;

б) 1000 млн. лет назад;

в) 4000 млн. лет назад;

г) 2300 млн. лет назад;

д) 2800 млн. лет назад;

е) 3600 млн. лет назад.

20. Каким для земного наблюдателя казался бы цвет небесного свода на стадии первичной атмосферы:

а) голубым;

б) белым;

в) фиолетовым;

г) красным;

д) желтым;

е) черным.

## ***II. Решение задач***

1. Найти температуру воздуха, когда упругость насыщения составляет 28,5; 11,6; 5,8; -4,2; -9,4 гПа. 27 Во время дождя выпало 9,6 мм осадков. Какая масса воды выпала на площадь 1 м<sup>2</sup>, 1 га, 1 км<sup>2</sup>? Определить количество осадков, когда число делений по измерительному сосуду осадкомера равно 18, 64, 99.

2. Рассчитать радиационный баланс действенного слоя чистого сухого снега, когда суммарная радиация равна 0,25 кВт/м<sup>2</sup>, температура поверхности и воздуха -40°C. 29 Рассчитать радиационный баланс деятельного слоя сухой травы, когда суммарная радиация равна 0,95 кВт/м<sup>2</sup>, температура поверхности 40°, а температура воздуха -27°C.

3. Средняя глобальная температура Земли составляет около 15°, а экстремальные ее значения - около 60° и 90° С. Определить собственное излучение Земли при этих температурах и сравнить результаты.

4. Высота станции над уровнем моря 300 м, широта места 55°. Показания ртутного барометра 967,8 гПа, инструментальная поправка данного прибора 0,3

гПа. Показания термометра-атташе  $14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , его поправка  $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Рассчитать поправки, ввести их в показания барометра и определить давление на станции.

5. На станции, широта которой  $42^{\circ}$ , а высота  $504\text{ м}$ , при температуре  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  исправленное показание барометра было  $972,1\text{ гПа}$ . Привести давление воздуха к уровню моря.

6. От свежеснежавшего, рыхлого снега может образоваться слой воды  $18\text{ мм}$ , а весной при оттепелях снег может дать слой воды в  $220\text{ мм}$ . Какова плотность снега в первом и во втором случае при средней высоте снежного покрова  $50\text{ см}$ ?

7. Какой слой воды образуется при таянии снега, если объем взятой пробы снега составляет  $2800\text{ см}^3$ , объем воды, образовавшейся при таянии этого снега, равен  $900\text{ см}^3$ , а средняя высота снежного покрова  $60\text{ см}$ ?

8. Высота пробы снега, взятой с помощью весового снегомера, равна  $43\text{ см}$ , число делений по линейке весов –  $64$ . Определить запас воды в снеге в литрах на  $1\text{ га}$ .

9. Перед вторжением теплой и сухой воздушной массы, вызвавшей таяние и испарение снега, было произведено определение высоты и плотности снежного покрова с помощью весового снегомера. Объем пробы равен  $3100\text{ см}^3$ , объем воды в ней –  $560\text{ см}^3$ . Через  $3\text{ дня}$  после вторжения, при новом определении плотности, объем пробы был равен  $1900\text{ см}^3$ , объем воды в ней –  $450\text{ см}^3$ . Какой слой воды испарился за период вторжения?

10. Определите радиационный баланс деятельной поверхности, если поглощенная часть коротковолновой радиации равна  $0,05\text{ кВт/м}^2$ , а эффективное излучение –  $0,09\text{ кВт/м}^2$ . Какое значение имеет знак ответа?

### **Перечень теоретических вопросов**

1. Организационно-методические основы приземных метеорологических наблюдений.
2. Метеорологическая площадка.
3. Программа и сроки производства метеорологических наблюдений.
4. Измерение атмосферного давления.
5. Измерение характеристик ветра.
6. Измерение температуры и влажности воздуха.
7. Регистрация изменений температуры и относительной влажности воздуха.
8. Определение продолжительности солнечного сияния.
9. Определение температуры и состояния подстилающей поверхности.
10. Измерение температуры почвы на глубинах на участке без растительного покрова.
11. Измерение температуры почвы и грунта на глубинах под естественным покровом.
12. Измерение атмосферных осадков.

13. Наблюдения за снежным покровом.
14. Наблюдения за атмосферными явлениями.
15. Наблюдения за гололедно-изморозевыми отложениями.
16. Наблюдения за облаками.
17. Определение метеорологической дальности видимости.
18. Что может быть объектом наблюдений в лесной зоне?
19. Что может быть объектом наблюдений во всех зонах природы?
20. Где можно организовать микроклиматические наблюдения в степях?
21. Что лежит в основе правильной методики микроклиматической съемки?
22. В какую погоду следует проводить микроклиматические наблюдения?
23. Не менее скольких раз проводят наблюдения на одних и тех же объектах?
24. Когда необходимо проверить исправность приборов?
25. Сколько раз необходимо делать отсчеты по психрометру для получения надежных данных?
26. Где фиксируются все проведенные наблюдения?
27. Назовите оптические свойства воды. Прозрачность.
28. Как работать с приборами, измеряющими атмосферное давление?
29. Как работают приборы измеряющие влажность воздуха?
30. Назовите приборы измеряющие скорость и направление ветра.
31. С высотой на 1м атмосферное давление убывает или увеличивается? (и на сколько).
32. Принцип работы гелиографа.
33. Термометры Савинова.
34. Приборы, изменяющие скорость и направление ветра. Роза ветров.
35. Осадкомер Третьякова. Плувиограф.
36. Условные обозначения атмосферных осадков.
37. Что оказывает значительное влияние на микроклимат местности в условиях пересеченной местности?
38. Может ли хорошо оснащенная метеостанция заменить микроклиматические наблюдения?
39. Что фиксируют микроклиматические наблюдения?
40. Чем обуславливаются изменения микроклиматических условий?

### **Практических заданий**

1. Определить значение и направление горизонтального градиента давления, если известно, что в широтном направлении оно изменяется на 3 гПа, а в меридиональном - на 5 гПа на каждые 100 W
2. Оценить среднее значение лапласиана давления в центре циклонической области, если известно, что изобары, проведенные через 5 гПа, имеют форму концентрических окружностей. Давление в центре циклона  $p_0 = 1000$  гПа, а удаление изобары 995 гПа от центра составляет 350 км.
3. Расстояние между двумя точками, расположенными на одной широте, составляет 600 км. Давление в этих точках отличается на 12 гПа и возрастает в восточном направлении. Изобара 1005 гПа проходит между двумя этими точками и пересекает широтный круг под углом  $60^\circ$ . Определить значение и направление горизонтального градиента давления.

4. Определить угол наклона изобарической поверхности 1000 гПа к горизонту в стандартной атмосфере, если горизонтальный градиент давления составляет 2 гПа/100 км.
5. Найти угол наклона изотермической поверхности к горизонту в стандартной атмосфере, если расстояние между единичными изотермами на карте масштаба 1 : 10<sup>7</sup> составляет 2 см.
6. Рассчитать горизонтальный градиент и лапласиан давления в квадратной сетке точек 3X 3 с шагом 300 км, если поле давления описывается следующим выражением:  $p(x, y) = ax^2 + by^2 + cxy + dx + ey + p_0$ , где  $a = -0,3 \cdot 10^{-4}$  гПа/км<sup>2</sup>,  $b = -0,2 \cdot 10^{-4}$  гПа/км<sup>2</sup>,  $c = 10^{-5}$  гПа/км<sup>2</sup>,  $d = -1,3 \cdot 10^{-2}$  гПа/км,  $e = -0,9 \cdot 10^{-2}$  гПа/км,  $p_0 = 1000$  гПа. Определить тип барического образования.
7. Определить среднее значение дивергенции и вихря скорости в области, ограниченной круговой линией тока антициклонической кривизны радиусом 500 км при скорости потока 10 м/с. 1.13. Найти среднее значение вихря скорости для области, ограниченной эллипсоидальной линией тока  $y = ax^2 + by^2$  циклонической кривизны, где  $a = 4 \cdot 10^{-6}$  1/с,  $b = 11 \cdot 10^{-6}$  1/с.
8. Определить дивергенцию скорости ветра в окрестности некоторой точки с юго-западным ветром, если известно, что поле ветра безвихревое, модуль ветра не изменяется по горизонтали, а широтная компонента скорости ветра возрастает в меридиональном направлении на 2 м/с на каждые 100 км.
9. Оценить дивергенцию и вихрь скорости ветра по данным, приведенным на рис. 1.2 ( $r = 500$  км). 1.16. Оценить дивергенцию и вихрь скорости ветра по данным, приведенным на рис. 1.3 ( $r = 500$  км).
10. Вычислить изменение температуры за 3 ч, которое будет гистрировано приборами на свободном уравновешенном аэро, смещающемся на северо-восток со скоростью 11 м/с, если зонтальный градиент температуры численно равен 2° С на км и направлен на юг, а повышение температуры за послед3 ч по данным стационарных измерений составило 0,5 °С. 1.18. Вычислить изменение температуры, которое зарегистрируют приборы на привязном аэростате за 3 ч, если по данным измерений на свободном уравновешенном аэростате температура за это время не изменилась, скорость юго-западного ветра составляет 7 м/с, а горизонтальный градиент температуры равен 3°С/100 км и направлен на юг.
11. Определить скорость перемещения свободного уравновешенного аэростата, если температура по данным его приборов не изменяется, а стационарные измерения фиксируют рост температуры на 0,6°С/ч. Известно, что горизонтальный градиент температуры равен 1°С/100 км, а угол между направлением градиента и направлением движения аэростата составляет 130°.
12. Вычислить расстояние между двумя единичными изотермами на высоте полета свободного уравновешенного аэростата, смещающегося на восток со скоростью 8 м/с; если его приборы зарегистрировали понижение температуры на 1 °С/ч, в то время как по данным стационарных измерений температура за это время не изменилась, а горизонтальный градиент температуры направлен на юго-запад.
13. Определить направление и скорость движения свободного уравновешенного аэростата, если за 3 ч полета он сместился на 100 км восточнее, его приборы за

это время показали понижение температуры на  $2^{\circ}\text{C}$ , а по данным стационарных измерений температура повышается на  $0,3^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ . Известно, что горизонтальный градиент температуры равен  $1,5^{\circ}\text{C}/100\text{ км}$  и направлен на юг.

14. Воздушная масса поднимается со скоростью  $1\text{ см}/\text{с}$ . Вычислить изменение ее температуры за  $3\text{ ч}$ , если вертикальный градиент равен  $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  (температура с высотой убывает), а на некоторой фиксированной высоте температура за это время возросла на  $1^{\circ}\text{C}$ . 1.23. Вычислить изменение температуры на некотором фиксированном уровне, если воздушная масса адиабатически опускается со скоростью  $2\text{ см}/\text{с}$ , а вертикальный градиент температуры в атмосфере равен  $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  (температура с высотой убывает).

15. Увеличение температуры в движущейся воздушной массе равно уменьшению температуры в фиксированной точке. Найти угол между градиентом температуры, равным  $4^{\circ}\text{C}/100\text{ км}$ , и скоростью ветра, равной  $8\text{ м}/\text{с}$ , если за  $3\text{ ч}$  температура в точке возросла на  $1^{\circ}\text{C}$ . 1.25. За какое время температура в будке уменьшится на  $2^{\circ}\text{C}$  при скорости восточного ветра  $7\text{ м}/\text{с}$ , если температура убывает с запада на восток на  $4^{\circ}\text{C}/100\text{ км}$ , а движение воздушной массы происходит изотермически?

16. На каком расстоянии отстоят друг от друга изотермы, проводимые через  $5^{\circ}\text{C}$  на карте масштаба  $1:1\,500\,000$ , если адвективное похолодание равно  $1^{\circ}\text{C}$  за  $1\text{ ч}$ , направление ветра составляет угол  $45^{\circ}$  с направлением градиента температуры, а скорость ветра равна  $10\text{ м}/\text{с}$ .

17. Определить изменение температуры в поднимающейся со скоростью  $1,5\text{ см}/\text{с}$  воздушной массе, если температура в фиксированной точке пространства возросла на  $2^{\circ}\text{C}$  за  $3\text{ ч}$ , воздушная масса сместилась за это время в северо-западном направлении на  $100\text{ км}$ , а горизонтальный градиент температуры равен  $1^{\circ}\text{C}/100\text{ км}$  и направлен на юг. Вертикальный градиент равен  $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  (температура с высотой убывает).

18.. Вычислить изменение температуры за  $6\text{ ч}$  в фиксированной точке пространства, если воздушная масса смещается на восток со средней скоростью  $11\text{ м}/\text{с}$ , адиабатически поднимаясь при этом со скоростью  $2\text{ см}/\text{с}$ . Горизонтальный градиент температуры равен  $2^{\circ}\text{C}/100\text{ км}$  и направлен на юго-запад, а вертикальный градиент равен  $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  (температура с высотой убывает). 1 1

19. Воздушная масса натекает на склон горы, имеющий наклон  $\Gamma$  к горизонту, со скоростью  $8\text{ м}/\text{с}$ . Как изменится температура в фиксированной точке за  $3\text{ ч}$ , если движение происходит адиабатически, а падение температуры с высотой составляет  $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ ? 1 1 .30 .

20. при дополнительном условии, что существует горизонтальный градиент температуры, равный  $2^{\circ}\text{C}/100\text{ км}$ -, а угол между его направлением и направлением движения воздушной массы составляет  $45^{\circ}$ .