

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра экологии, безопасности жизнедеятельности и химии**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **УЧЕНИЕ ОБ АТМОСФЕРЕ**

**Б1.Б.19**

### **НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**05.03.06 Экология и природопользование**

### **ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Экология**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

	Стр.
<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	3
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	4
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	5
4.3 Лабораторные работы.....	6
4.4 Семинары / практические занятия....	7
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат	7
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	8
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	9
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	9
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	10
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	10
9.1 Методические указания по подготовке и выполнению практических работ.....	11
9.2 Методические указания по подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины .....	41
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	42
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	42
<b>Приложения 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....</b>	43
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	49
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	50
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	51

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся производственно-технологическому и научно-исследовательскому видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

изучить строение и свойства атмосферы, типы ее циркуляции, закономерности распределения тепла и влаги в ней, факторы климатообразования.

## Задачи дисциплины

состоят в том, чтобы обучить студентов основным закономерностям:

- климатологии и метеорологии, лежащих в основе общей циркуляции атмосферы;
- радиационного и теплового режимов атмосферы;
- формирования климата и погоды.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-5	владением знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– строение, состав и физические характеристики атмосферы;</li><li>– распространение радиации в атмосфере;</li><li>– тепловой режим атмосферы;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– комплексно оценивать состояние атмосферы и процессы, происходящие в ней;</li><li>– определять физические закономерности, влияющие на циркуляцию атмосферы и погоду;</li></ul> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– методами комплексной оценки состояния атмосферы и процессов, происходящих в ней;</li><li>– методами поиска и обмена информацией в профессиональной сфере;</li></ul>
ПК-14	владением знаниями об основах землеведения, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– общую циркуляцию и влагооборот;</li><li>– формирование и причины изменения климата;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– оценивать вклад различных факторов в формирование климата на планете;</li></ul> <b>владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками анализа метеорологической информации для составления прогноза погоды;</li><li>– навыками оценки изменения климата с использованием сведений многолетних наблюдений</li></ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.Б.19 Учение об атмосфере относится к базовой части. Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин Физика, География.

Дисциплина Учение об атмосфере представляет собой основу для изучения в последующем дисциплин:

- Оценка воздействия на окружающую среду;
- Экологический мониторинг;
- Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Очная</b>	2	3	108	34	17	-	17	74	-	зачет
<b>Заочная</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Заочная (ускоренное обучение)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Очно-заочная</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	34	12	34
Лекции (Лк)	17	6	17
Практические занятия (ПЗ)	17	6	17
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	74	-	74
Подготовка к практическим занятиям	44	-	44
Подготовка к зачету в течение семестра	30	-	30
<b>III. Промежуточная аттестация</b> зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины 108 час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Радиационный и тепловой режим атмосферы</b>	<b>43</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>28</b>
1.1.	Общие сведения об атмосфере	12	2	2	8
1.2.	Радиация в атмосфере	12	2	2	8
1.3.	Тепловой режим атмосферы	9	2	2	5
1.4.	Температурный режим почвы	10	1	2	7
<b>2.</b>	<b>Влагооборот и циркуляция атмосферы</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>20</b>
2.1.	Вода в атмосфере	16	4	2	10
2.2.	Барическое поле и барическая система	14	2	2	10
<b>3.</b>	<b>Климатообразование и погода</b>	<b>35</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>26</b>
3.1.	Климат	19	2	3	14
3.2.	Погода	16	2	2	12
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>74</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
<b>1. Радиационный и тепловой режим атмосферы</b>			<b>2</b>
1.1.	Общие сведения об атмосфере	Введение. Строение, состав и физические характеристики атмосферы	лекция-беседа (0,5 час.)
1.2.	Радиация в атмосфере	Виды радиации: прямая и рассеянная. Собственное излучение Земли и встречное излучение. Радиационный баланс. Методы и приборы измерения радиации. Географическое распределение солнечной радиации.	лекция-беседа (0,5 час.)
1.3.	Тепловой режим атмосферы	Суточный и годовой ход температуры воздуха. Тепловой баланс земной поверхности. Распределение температуры по территории земного шара. Изменение температуры воздуха с высотой. Измерение температуры воздуха.	лекция-беседа (0,5 час.)

1.4.	Температурный режим почвы	Суточный и годовой ход температуры почвы. Факторы, влияющие на суточный и годовой ход температуры почвы. Измерение температуры почвы.	лекция-беседа (0,5 час.)
<b>2. Влагооборот и циркуляция атмосферы</b>			<b>2</b>
2.1.	Вода в атмосфере	Влажность воздуха. Характеристики влажности воздуха. Приборы для измерения влажности воздуха. Процесс испарения. Измерение испарения. Распределение испарения на поверхности земли. Облачность в атмосфере. Атмосферные осадки: виды и классификация. Приборы для измерения осадков. Распределение осадков на территории земли. Изогигеты.	лекция-беседа (1 час.)
2.2.	Барическое поле и барическая система	Циклоны и антициклоны. Фронтальные разделы воздушных масс в атмосфере. Типы фронтов: теплый, холодный, стационарный, окклюзии. Условия образования фронтов. Понятие ветра. Характеристики ветра. Основные приборы для измерения ветра. Суточный и годовой ход скорости ветра. Ветровые потоки у земной поверхности. Шкала Бофорта. Понятие розы ветров.	лекция-беседа (1 час.)
<b>3. Климатообразование и погода</b>			<b>2</b>
3.1.	Климат	Классификация климатов по Л.С. Бергу и Б.П. Алисову. Климатические зоны России. Микроклимат как явление приземного слоя атмосферы. Мезоклимат. Влияние различных факторов на микроклимат. Климат большого города. Изменения климата в период инструментальных наблюдений. Учет климатических факторов в городе при проектировании, строительстве и природоохранных мероприятиях.	лекция-беседа (1 час.)
3.2.	Погода	Классификация прогнозов погоды. Синоптические карты погоды. Опасные метеорологические явления в теплый период. Опасные метеорологические явления в холодный период. Методы борьбы с опасными метеорологическими явлениями. Использование метеорологических наблюдений в природообустройстве.	лекция- беседа (1 час.)

#### 4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисци- плины</i>	<i>Наименование тем практи- ческих занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Основные метеорологические величины	2	Работа в малых группах (1 час.)
2	1.	Тепловой режим нижнего (приземного) слоя атмосферы	2	Работа в малых группах (1 час.)
3	1.	Тепловой режим почвы и водоёмов	2	Работа в малых группах (1 час.)
4	1.	Радиационный режим атмосферы	2	Работа в малых группах (1 час.)
5	2.	Водяной пар в атмосфере	2	-
6	2.	Образование облаков	2	-
7	2.	Атмосферная циркуляция	2	-
8	3.	Прогноз погоды	2	Работа в малых группах (1 час.)
9	3.	Климат населенного пункта	3	Работа в малых группах (1 час.)
10	3.	Изменения климата. Роль испарения в сохранении теплового баланса системы Земля – атмосфера	2	-
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>6</b>

#### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>5</i>	<i>14</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Радиационный и тепловой режим атмосферы	43	+	+	2	21,5	Лк, ПЗ, СР	зачет
2. Влагооборот и циркуляция атмосферы	30	+	+	2	15	Лк, ПЗ, СР	зачет
3. Климатообразование и погода	35	+	+	2	17,5	Лк, ПЗ, СР	зачет
<i>всего часов</i>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>54</b>		



## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие/ М.А. Варданян. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.
2. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. / М.А. Варданян. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Кол-во экз. в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность</i>
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1	Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие/ М.А. Варданян. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Варданян%20М.А.%20Учение%20об%20атмосфере.Учеб.пособие.2016.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Варданян%20М.А.%20Учение%20об%20атмосфере.Учеб.пособие.2016.pdf</a>	Лк, ПЗ, СР	1(ЭУ)	1
2	Учение об атмосфере : учебное пособие / А.И. Байтелова, М.Ю. Гарицкая, Т.Ф. Тарасова, О.В. Чекмарева . - Оренбург : ОГУ, 2016. - 125 с. <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467002">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467002</a>	Лк, ПЗ, СР	1(ЭУ)	1
3	Науки о Земле : учебное пособие / Р.Н. Плотникова, О.В. Клепиков, М.В. Енютина, Л.Н. Костылева. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. - 275 с. <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141924">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141924</a>	Лк, ПЗ, СР	1(ЭУ)	1
4	Динамическая метеорология. Общая циркуляция атмосферы : учебное пособие (курс лекций) / авт.-сост. Р.Г. Закинян, А.Р. Закинян. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 159 с. <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457895">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457895</a>	Лк, ПЗ, СР	1(ЭУ)	1
<b>Дополнительная литература</b>				
5	Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. / М.А. Варданян. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с. <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Варданян%20М.А.Учение%20об%20атмосфере.МУ.2012.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Химия/Варданян%20М.А.Учение%20об%20атмосфере.МУ.2012.pdf</a>	ПЗ, СР	1(ЭУ)	1
6	Воробьев А.В. Человек и биосфера: глобальное изменение климата: Учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1,2/ А.Е. Воробьев, Л.А.Пучков.- М.: РУДН, 2006.- 912 с.	Лк, ПЗ, СР	20	1
7	Новиков Л.С. Основы экологии околоземного космического пространства: Учебное пособие./ Л.С. Новиков. - М.: Университетская книга, 2006. – 84 с. <a href="http://window.edu.ru/resource/780/74780/files/TextbookNovikovEcologу.pdf">http://window.edu.ru/resource/780/74780/files/TextbookNovikovEcologу.pdf</a>	СР	1(ЭУ)	1
8	Захаровская Н.Н. Метеорология и климатология: Учеб. Пособие для вузов / Н.Н. Захаровская, В. В. Ильнич. - М.: КолосС, 2004.- 127 с.	Лк, ПЗ, СР	24	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. **Электронный каталог библиотеки БрГУ**  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. **Электронная библиотека БрГУ**  
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. **Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»**  
<http://biblioclub.ru> .
4. **Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»**  
<http://e.lanbook.com> .
5. **Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"**  
<http://window.edu.ru> .
6. **Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU** <http://elibrary.ru> .
7. **Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)**  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. **Национальная электронная библиотека НЭБ**  
<http://xn--90ax2c.xn--plai/how-to-search/> .
9. **Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)**  
<http://www.meteorf.ru/>
10. **Официальный сайт Гидрометцентра России**  
<http://meteoinfo.ru/>
11. **Прогноз погоды от Гидрометцентра**  
<http://gismeteo.ru/>
12. **Официальный сайт Метеоновости.ru**  
<http://www.meteonovosti.ru/index.php?index=14&value=11>

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподавание дисциплины Учение об атмосфере проводится с использованием следующих видов образовательных технологий и форм организации учебного процесса:

- *лекция*, проведение которой основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.
- *практическое занятие*, нацеленное на эффективную отработку знаний студентов, тренировку умения проводить расчеты и применения теоретических знаний в решении конкретных задач.
- *самостоятельная работа*, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений, заключается в работе студентов с лекционным материалом, поиске и анализе материалов из литературных и электронных источников информации по заданной теме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, изучении материала к практическим занятиям.
- *текущий контроль* учебных достижений обучающихся проводится на практических занятиях при защите отчетов по ним, а также при выполнении тестовых заданий.
- *консультации*. В случае затруднений при изучении курса следует обращаться за письменной консультацией к своему преподавателю. Консультации можно получить по вопросам организации самостоятельной работы и по другим организационно-методическим вопросам.

- *зачет*. К сдаче зачета допускаются студенты, которые выполнили практические работы и сдали отчеты по ним, имеют положительные результаты по тестированию.

Также в процессе обучения используются современные технологии и формы организации учебного процесса, такие как *лекции-беседы, электронные учебные пособия, интернет-ресурсы*.

Изучение курса сопровождается выполнением упражнений и решением задач *в малых группах*. Решение задач - один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

Работа в малых группах дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Работа в малой группе - неотъемлемая часть практического занятия.

## **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ**

*Цель практических занятий* по дисциплине Учение об атмосфере – закрепление знаний студентов о закономерностях атмосферных процессов и явлений, определения взаимосвязей радиационных свойств атмосферы и теплообмена с динамическими процессами различного масштаба, формирование практических умений и навыков решать метеорологические задачи, логически мыслить и делать обобщения.

Все практические работы требуют у студентов теоретических знаний, полученных на лекциях по данной дисциплине.

Первая часть практического занятия посвящается закреплению теоретического материала, изученного при слушании лекции. Вторая часть посвящается выполнению практических заданий. Для выполнения практических заданий вся группа обучающихся делится на малые группы по 2 человека в каждой. Каждой малой группе выдается индивидуальное задание.

*Подготовка к практическому занятию*. При подготовке к занятию обучающимся рекомендуется придерживаться следующего плана:

- прочитать название работы, уяснить цель работы и какие теоретические положения изучаются в ней;
- повторить соответствующий теоретический материал, найти ответы на вопросы, приведенные в начале описания работы, составить их краткий конспект;
- выполнить задания для самоконтроля, приведенные в конце описания работы;
- продумать, какой окончательный результат и вывод должен быть получен в данной практической работе.

*Форма отчета по практической работе*. Результаты практических работ рекомендуется оформлять в виде отчетов. Правильно оформленный отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

- полное название работы и её №;
- цель работы;
- теоретическую часть (краткий конспект основных теоретических положений);
- практическую часть (полное условие задач, предложенных преподавателем на занятии и их краткую запись, основные формулы и результаты расчетов по ним, графические зависимости и их анализ, вопросы для подготовки к дискуссии и краткие ответы на них);
- вопросы для самоконтроля, приведенные в конце описания работы и ответы на них;
- вывод (должен соответствовать цели работы).

### **Практическое занятие №1. Основные метеорологические величины**

Цель работы: ознакомиться с начальными сведениями об основных метеорологических величинах, получить навыки работы с Психрометрическими таблицами.

**Задание:** При подготовке к практической работе изучить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Выполнить 4 задания разных типов из практической части.

**Порядок выполнения:**

Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Какие величины относятся к основным метеорологическим величинам?
2. Какие температурные шкалы известны и используются в разных странах?
3. Что показывает атмосферное давление?
4. Какие гигрометрические характеристики описывают влажность воздуха?
5. Что показывают Психрометрические таблицы?

### Практическая часть

1. Пользуясь приведенными ниже характеристиками температурных шкал, вывести формулы для перевода температуры из °С в К, а также для перевода °R, °F и °Re в °С и К. Какая шкала имеет наиболее «крупные» градусы, а какие шкалы – самые «мелкие»? Может ли одна и та же температура в одной шкале выражаться положительным числом, а в другой – отрицательным?

Величины	К	°С	°R	°F	°Re
Температура плавления чистого льда при нормальном давлении	273,15	0,0	0,0	32,0	491,67
Температура кипения воды при нормальном давлении	373,15	100,0	80,0	212,0	671,67

2. Выразить в К и °С температуру 0,0; 14,0; 77,0 и 122,0 °F.
3. Вывести соотношение между мм рт. ст. и гПа.

*Указание.* Определить давление, производимое ртутным высотой 1 мм и сечением 1 м<sup>2</sup>, находящимся при нормальных условиях, при которых плотность ртути составляет 13595,1 кг/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения вблизи земной поверхности принять равным 9,80665 м/с<sup>2</sup>.

4. Показание стационарного чашечного барометра 967,6 мбар, инструментальная поправка данного барометра 0,2 мбар, широта места 55°, высота чашки барометра над уровнем моря 300 м, показание термометра при барометре 14,8 °С, его поправка –0,1 °С. Вычислить поправки, ввести их в показания барометра и найти давление на станции.

5. Показание стационарного чашечного барометра 975,4 мбар, постоянная поправка 1,5 мбар, показание термометра при барометре 9,8°, его поправка 0,1 °С. Найти давление на станции в гПа и мм рт. ст.

6. Найти изменения давления насыщенного водяного пара при изменении температуры воздуха от –30,0 до –31,0, от 1,0 до 0,0 и от 31,0 до 30,0 °С. Представить схематически график функции  $E(t)$ . При высокой или низкой температуре воздуха одинаковое её понижение приводит к более значительному уменьшению давления насыщенного пара? Какие следствия этого факта наблюдаются в природе?

7. Температура воздуха –4,2 °С, парциальное давление водяного пара 1,54 гПа. Найти дефицит насыщения.

8. Температура воздуха 12,4 °С, дефицит насыщения 4,7 гПа. Найти парциальное давление водяного пара и давление насыщенного водяного пара.

9. Вычислить относительную влажность, если при температуре 14,4 °С парциальное давление водяного пара равно 0,0; 4,1; 8,2; 12,3; 16,4 гПа. Первое или последнее из найденных значений чаще встречается в природе?

10. Температура воздуха –3,1 °С, парциальное давление водяного пара 1,70 гПа. Вычислить относительную влажность. Как и почему она изменяется, если при той же температуре парциальное давление водяного пара увеличится (уменьшится)? Если при том же парциальном давлении температура повысится (понижится)? При повышении или понижении температуры воздуха содержащийся в нём водяной пар с заданным парциальным давлением приближается к состоянию насыщения?

11. Температура воздуха  $-8,6$  °С, относительная влажность 74 %. Найти давление насыщенного водяного пара, находящегося в воздухе, и дефицит насыщения.

12. До какой температуры должен изобарически охладиться воздух, чтобы содержащийся в нём пар стал насыщенным, если начальная температура воздуха  $13,4$  °С и дефицит насыщения  $4,2$  гПа? Как и почему изменится ответ, если при той же начальной температуре дефицит насыщения будет больше (меньше) заданного? Если при данном дефиците насыщения повысится (понижится) начальная температура? (см. прил. 2).

13. Температура воздуха  $7,2$  °С, парциальное давление водяного пара  $4,7$  гПа. Вычислить абсолютную влажность. Как и почему она изменяется, если при данном парциальном давлении водяного пара температура повысится (понижится)? Если при данной температуре парциальное давление пара увеличится (уменьшится)? При изменении какой величины – температуры воздуха или парциального давления – абсолютная влажность изменится больше?

14. Температура воздуха  $23,7$  °С, абсолютная влажность  $14,1$  г/м<sup>3</sup>. Найти парциальное давление водяного пара, давление насыщенного пара, дефицит насыщения, относительную влажность и точку росы.

15. Парциальное давление водяного пара  $10,0$  гПа, атмосферное давление  $1000,0$  гПа. Найти массовую долю водяного пара. Как и почему она изменится, если при данном атмосферном давлении парциальное давление пара увеличится (уменьшится)? Если при данном парциальном давлении изменится атмосферное давление?

16. Температура воздуха  $12,7$  °С, давление  $974,2$  гПа, относительная влажность 42%. Найти массовую долю водяного пара. Как и почему она изменится, если при остальных неизменных условиях относительная влажность увеличится (уменьшится)?

17. Температура воздуха  $-7,1$  °С, давление  $993,9$  гПа, массовая доля водяного пара  $0,02$  %. Найти парциальное давление водяного пара, дефицит насыщения, относительную влажность, точку росы и абсолютную влажность.

18. Парциальное давление водяного пара  $14,1$  гПа, атмосферное давление  $1017,4$  гПа. Найти массовое отношение водяного пара. Будет ли оно численно больше или меньше массовой доли водяного пара при тех же условиях? Почему? Как и почему оно изменится, если при данном атмосферном давлении парциальное давление водяного пара увеличится (уменьшится)? Если при данном парциальном давлении пара атмосферное давление увеличится (уменьшится)?

19. Температура воздуха  $15,0$  °С, атмосферное давление  $1015,0$  гПа, массовое отношение водяного пара  $10$  ‰. Найти парциальное давление водяного пара, давление насыщенного пара, дефицит насыщения, относительную влажность, абсолютную влажность и массовую долю водяного пара.

20. Температура воздуха  $21,8$  °С, атмосферное давление  $1017,7$  гПа, относительная влажность 37 %. Вычислить все остальные гигрометрические характеристики.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

#### Основная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.

#### Дополнительная литература

1. Захаровская Н.Н. Метеорология и климатология: Учеб. Пособие для вузов.- М.: КолосС, 2004.- 127 с.
2. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите основные метеорологические величины.
2. Приведите формулы для перевода температуры из °С в К, °R, °F и °Re .
3. Укажите единицы измерения атмосферного давления. Приведите соотношения между этими единицами.
4. Перечислите гигрометрические характеристики атмосферного воздуха.

5. Какие значения температуры, давления и вертикального барического градиента приняты для понятия «международная стандартная атмосфера»?

### Практическое занятие №2. Тепловой режим нижнего (приземного) слоя атмосферы

Цель работы: изучить суточный и годовой ход температуры приземного слоя атмосферы и факторы, влияющие на его амплитуду

Задание: При подготовке к практическому занятию обучающимся рекомендуется повторить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Выполнить 4 задания разных типов из практической части.

Порядок выполнения:

Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Что называют тепловым режимом атмосферы?
2. Какие изменения температуры называются индивидуальными, адвективными, локальными?
3. Что такое суточный ход температуры нижнего слоя атмосферы? Приведите примеры кривых суточного хода температуры;
4. Что такое годовой ход температуры нижнего слоя атмосферы? Приведите примеры кривых годового хода температуры;
5. Как определяют «профиль» температуры?

#### Практическая часть

1. Температура воздуха (°C) на площадке метеорологической станции под Санкт-Петербургом в пасмурный день 9 июля и в ясный день 13 июля 1994 г. составляет:

Дата	Срок, ч											
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
9 июля	13,0	13,4	13,1	13,6	14,1	14,5	18,3	18,8	18,4	16,1	14,1	13,7
13 июля	10,9	8,7	11,0	17,4	19,6	21,9	23,0	24,9	24,5	21,0	12,8	10,0

Построить и проанализировать кривые суточного хода температуры. Указать причины его различия в пасмурные и ясные дни. Как влияют на суточный ход температуры воздуха, форма облаков и их количество? Какие другие погодные явления на него влияют и каким образом?

2. Многолетняя средняя температура воздуха (°C) в Самаре в январе и июле составляет:

Месяц	Срок, ч											
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Январь	-14,1	-14,2	-14,4	-14,5	-14,5	-14,0	-13,1	-12,5	-12,9	-13,4	-13,8	-13,9
Июль	18,3	17,3	16,5	17,3	19,6	22,0	23,7	24,4	24,5	23,5	21,3	19,5

Построить и проанализировать кривые суточного хода. Объяснить причины его различия на данной станции зимой и летом.

*Указание.* Данные за 0 ч использовать дважды – в начале и в конце суток.

3. Температура воздуха (°C) над Атлантическим океаном 15 августа 1998 г. на судах погоды *E* и *M* (35 и 66° с. ш.) составляет:

Судно погоды	Срок, ч									
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	
<i>E</i>	25,2	25,1	25,1	25,2	25,5	25,7	26,0	25,9	25,5	
<i>M</i>	8,0	8,1	8,5	9,8	10,0	10,0	9,5	9,5	9,7	

Построить и проанализировать кривые суточного хода. Сравнить их с кривыми, построенными по данным предыдущей задачи. Как и почему изменяется широтное различие суточного хода температуры воздуха при переходе с суши на океан?

4. Многолетняя средняя температура воздуха в июле в двух континентальных пунктах, один из которых (Торжок) находится примерно на 57° с. ш., а другой (Байрам-Али) – на 38° с. ш. составляет:

Пункт	Срок, ч											
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Торжок	13,8	12,9	12,4	14,1	16,9	19,0	20,3	20,7	20,7	19,7	17,7	15,2
Байрам-Али	26,2	24,5	22,7	22,3	28,7	33,5	35,6	36,7	36,7	35,7	30,9	28,1

Построить график и проанализировать кривые суточного хода температуры. Указать причины его различия над сушей на разных широтах.

5. Средняя за 8 суток температура воздуха на высоте 3 м над полупустыней и близлежащим орошаемым хлопковым полем совхоза Пахта-Арал (Узбекистан) в июле 1992 г. составляет:

Вид поверхности	Срок, ч.мин										
	0.30	4.30	6.30	8.30	10.30	12.30	14.30	16.30	18.30	20.30	
Полупустыня	24,4	20,3	23,0	28,2	33,1	35,7	37,0	37,1	34,0	29,6	
Орошаемое поле	23,2	19,4	21,2	25,9	30,2	33,1	34,4	34,0	30,6	26,6	

Построить и проанализировать кривые суточного хода. Объяснить причины его различия над разными участками земной поверхности.

*Указание.* Данные за 0 ч 30 мин использовать дважды – в начале и в конце суток.

6. Многолетняя средняя температура воздуха в июле на двух соседних станциях, одна из которых (Ашхабад) находится на равнине, а другая (Хейрабад) – на возвышенности, составляет:

Пункт	Срок, ч											
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Ашхабад	27,4	25,9	24,9	25,2	29,9	33,1	35,2	36,2	36,4	35,1	30,4	28,7
Хейрабад	15,2	14,5	13,9	15,3	17,9	19,2	20,2	20,5	20,3	19,1	16,8	15,8

Построить и проанализировать кривые суточного хода. Указать причины его различия на станциях, расположенных на равнине и на возвышенности. Рассмотреть и объяснить его суточный ход разности температур на его станциях.

7. Вычислить разности температур над южным и северным склонами возвышенности в Саблино (под Ленинградом) в каждый срок и указать причины их изменения в течение суток, если температура воздуха на высоте 25 см над указанными склонами составляет:

Склон	Срок, ч							
	0	10	12	14	16	18	20	
Южный	28,4	32,0	32,6	35,8	32,6	26,5	22,4	
Северный	27,8	31,4	31,2	30,8	28,6	25,0	21,7	

8. Средняя за 9 суток температура воздуха в 13 ч над южным и северным склонами возвышенности в Батуми в сентябре – октябре составляет:

Склон	Высота, см				
	5	25	50	100	150
Южный	28,0	25,2	23,8	22,6	22,0
Северный	23,8	22,6	22,2	22,2	21,8

Вычислить разности температур над южным и северным склонами на каждой высоте. Указать причины ее изменения с высотой.

9. Многолетняя средняя температура воздуха в июле на станциях Таллин и Якутск, находящихся примерно на одинаковой широте, составляет:

Пункт	Срок, ч											
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Таллин	14,6	14,1	13,8	14,9	16,7	18,0	18,7	18,9	18,9	18,3	17,0	15,4
Якутск	14,7	13,4	13,1	15,7	18,3	20,7	22,4	23,3	23,3	22,7	20,9	17,0

Построить и проанализировать кривые суточного хода температуры. Указать причины его различия на береговой и континентальной станции. Вычислить разности температур на этих станциях в каждый срок. Построить и рассмотреть суточный ход разности температур.

10. Средняя суточная температура воздуха на ст. Токсово (Ленинградская область) в период с 10 по 20 апреля 1997 г. составляет:

Дата	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>t</i> , °С	-4,0	-4,5	-1,1	-3,7	-3,2	-1,7	-2,1	0,0	2,2	1,6	2,8

Вычислить межсуточную изменчивость температуры воздуха и среднее ее значение за весь период на указанной станции. Какие атмосферные процессы характеризует эта величина?

11. Средняя за 8 суток температура воздуха на разной высоте в полупустыне в районе совхоза Пахта-Арал (Узбекистан) в июле 1992 г. составляет:

Высота, м	Срок, ч.мин									
	0.30	4.30	6.30	8.30	10.30	12.30	14.30	16.30	18.30	20.30
0,15	22,8	18,6	23,6	30,4	36,3	39,3	40,2	39,3	35,2	27,2
0,50	23,3	19,1	23,5	29,4	34,8	37,8	38,9	38,3	34,9	28,0
1,50	24,0	19,6	23,3	28,7	33,6	36,3	37,6	37,5	35,0	28,8
3,00	24,4	20,3	23,0	28,2	33,1	35,7	37,0	37,1	34,9	29,6

Построить и проанализировать график суточного хода температуры воздуха на всех высотах. Вычислить разность температур на высотах 0,5 и 3,0 м за каждый срок. Рассмотреть суточный ход разности температур. Какие факторы приводят к образованию и разрушению ночной приземной инверсии? Вычислить вертикальный градиент температуры (°С/100 м) в слое 0–3 м за те же сроки. Сделать выводы о стратификации слоя 0–3 м, о направлении и интенсивности переноса тепла в этом слое.

12. Температура поверхности почвы и воздуха на нескольких уровнях в одном и том же пункте составляет:

Срок, ч	Высота, м				
	0,0	0,2	0,5	1,0	2,0
3	4,3	5,7	6,1	6,3	6,6
5	11,4	8,6	9,1	9,1	9,2
13	25,8	17,6	17,0	17,0	16,8
17	11,7	13,7	13,5	13,5	13,4

Построить и проанализировать вертикальные профили температуры воздуха в каждый срок. Вычислить значения вертикального градиента температуры (°С/100 м) в каждом слое для всех сроков. Рассмотреть характер его изменения с высотой и со временем. Указать направление переноса тепла в этих слоях.

13. Температура воздуха, измеренная на 300-метровой метеорологической мачте 11–12 июля 1993 г. составляет:

Высота, м	Срок, ч				
	1	7	13	19	1
0,5	13,3	16,3	21,5	19,2	11,9
25	13,5	14,9	19,9	19,2	14,8
97	13,6	13,9	19,0	18,8	17,8
193	13,6	13,8	18,4	18,1	17,8
301	13,4	12,3	17,0	17,9	17,4

Найти амплитуду суточного хода температуры на каждой из высот. Указать возможные причины различия ее изменения до уровня 193 м и выше. Вычислить вертикальный градиент температуры (°С/100 м) в каждом слое в срок 13 ч. Установить характер стратификации слоя 0,5–25 м в срок 19 ч и указать, чем такая стратификация обусловлена.

14. Многолетняя средняя месячная температура воздуха на станциях, лежащих примерно на одинаковой долготе, но на разных широтах составляет:

Пункт	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>
-------	----------	-----------	------------	-----------	----------	-----------



Салем (Южная Индия)	23,9	25,8	28,5	30,4	29,6	28,3
Агра (Северная Индия)	15,6	18,2	24,8	31,2	34,4	34,1
Алма-Ата	-7,4	-5,6	1,8	10,5	16,2	20,6
Омск	-19,4	-17,9	-11,0	1,0	11,3	16,8
Сургут	-22,0	-19,6	-13,3	-3,5	4,1	13,0
<i>Пункт</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>
Салем (Южная Индия)	27,3	26,8	26,4	26,0	24,9	23,9
Агра (Северная Индия)	30,0	29,0	29,0	26,3	20,4	16,2
Алма-Ата	23,3	22,3	16,9	9,5	0,8	-4,8
Омск	19,4	16,5	11,0	1,9	-9,5	-16,5
Сургут	16,9	14,0	7,8	-1,4	-13,2	-20,3

Построить и проанализировать кривые годового хода. Указать причины его различия на разных широтах.

15. Многолетняя средняя месячная температура воздуха над Атлантическим океаном (судно погоды *K*) и над сушей на той же широте (ст. Кзыл-Орда, Туркменистан) составляет:

<i>Пункт</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>
Судно погоды <i>K</i>	-12,3	11,5	12,0	12,6	13,9	16,3
Кзыл-Орда	-9,3	-7,3	0,8	11,7	19,4	24,3
<i>Пункт</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>
Судно погоды <i>K</i>	18,0	18,9	18,4	16,6	14,4	13,1
Кзыл-Орда	25,7	23,8	17,0	8,7	-0,1	-6,6

Построить и проанализировать кривые годового хода. Указать причины его различия над океаном и над сушей. Вычислить разность температур воздуха над океаном и над сушей для каждого месяца. Построить и проанализировать кривую ее годового хода. Указать влияние этой разности на развитие атмосферных процессов.

16. Многолетние средние месячные температуры поверхности почвы и воздуха в Смоленске в январе  $-9$  и  $-8,8$  °С, в июле  $20$  и  $17,1$  °С. Вычислить вертикальный градиент температуры в слое  $0-2,0$  м в эти месяцы (°С/100 м). Сделать выводы о средней стратификации слоя  $0-2,0$  м в эти месяцы. Определить направление переноса в этом слое. Наблюдается ли вертикальный эффект в годовом изменении этого переноса?

17. Многолетняя средняя месячная температура воздуха на двух станциях, лежащих примерно на одинаковой широте составляет:

<i>Пункт</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>
Таллин	-4,7	-5,5	-2,7	2,6	8,4	13,2
Якутск	-43,2	-35,9	-22,2	-7,4	5,7	15,4
<i>Пункт</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>
Таллин	16,6	15,6	11,1	6,0	1,2	-2,6
Якутск	18,7	14,8	6,2	-6,9	-28,0	-39,8

Построить и проанализировать кривые годового хода. Указать причины его различия на береговой и континентальной станциях. Вычислить разность температур воздуха на этих станциях для каждого месяца. Построить и проанализировать кривую ее годового хода.

18. Многолетняя средняя месячная температура на станциях в Казахстане, расположенных близко друг от друга, на лежащих на разной высоте над уровнем моря, составляет:

<i>Пункт</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>	<i>VI</i>
Или (453 м)	-11,4	-8,1	2,4	11,9	17,9	22,7
Алма-Ата(848 м)	-7,4	-5,6	1,8	10,5	16,2	20,6
Сосновка (1007 м)	-6,5	-5,0	1,3	9,6	14,8	19,1
Верхний Горельник (2252 м)	-7,8	-6,7	-2,5	2,3	7,0	10,6
Мын-Джилки (3036 м)	-12,7	-11,4	-7,3	-2,6	1,5	5,0

<i>Пункт</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>
Или (453 м)	25,4	24,1	17,7	9,4	-0,4	-7,6
Алма-Ата(848 м)	23,3	22,3	16,9	9,5	0,8	-4,8
Сосновка (1007)	21,7	20,6	15,4	8,3	0,2	-4,0
Верхний Горельник (2252)	13,3	12,9	8,4	3,3	-2,0	-5,2
Мын-Джилки (3036 м)	7,4	7,5	3,1	-1,8	-6,9	-10,2

Построить и проанализировать кривые годового хода. Указать причины его различия на разных высотах. Для июля вычислить вертикальный градиент температуры ( $^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ ) между соседними (по вертикали) станциями. Рассмотреть его изменение с высотой. Вычислить для того же месяца средний градиент в слое 453–3036 м и сравнить его со средним значением градиента для всех тропосферы. Используя значение среднего градиента и считая, что оно сохраняется и в слое 0–453 м, привести к уровню моря среднюю температуру за июль для каждой станции.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

#### Основная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.

#### Дополнительная литература

1. Захаровская Н.Н. Метеорология и климатология: Учеб. Пособие для вузов.- М.: КолосС, 2004.- 127 с.
2. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.

#### Контрольные задания для самопроверки

1. Перечислите процессы передачи тепла в атмосфере.
2. Как подсчитывают сумму активных температур воздуха и сумму эффективных температур воздуха?
3. Как меняется температура воздуха с высотой?
4. Что такое балластные температуры воздуха?
5. Что называют температурной инверсией?

### **Практическое занятие №3. Тепловой режим почвы и водоёмов**

Цель работы: изучить различия в тепловом режиме почвы и водоёмов, построить кривые суточного и годового хода температуры поверхности почвы и водоёмов, рассчитать их теплофизические характеристики.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3]. Выполнить 4 задания разных типов из практической части.

#### Порядок выполнения:

Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Что называют тепловым режимом почвы?
2. Что такое суточный ход температуры поверхности почвы? Приведите примеры суточного хода температуры поверхности почвы;
3. Что такое годовой ход температуры поверхности водоёмов и в верхних слоях воды? Приведите примеры годового хода температуры поверхности водоёмов;
4. Какими приборами измеряется температура почвы и водоёмов?

#### **Практическая часть**

1. Средняя за 1993–1996 гг. температура ( $^{\circ}\text{C}$ ) поверхности почвы в Самаре в январе и в июле:

Месяц	Срок, ч.мин					
	0.30	0.30	9.30	12.30	15.30	18.30
Январь	-18	-19	-19	-14	-16	-16
Июль	16	21	33	40	36	26

Построить и проанализировать кривые суточного хода. Объяснить возможные причины его различия летом и зимой.

Указание. Значение за 0 ч 30 мин использовать дважды – в начале и в конце интервала.

2. Температура (°С) поверхности почвы площадке ЛГМИ в Даймище в пасмурный день 9 июля и в ясный день 13 июля 1994 г.:

Дата	Срок, ч												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
9 июля	11	11	12	12	13	15	20	21	21	20	17	10	10
13 июля	11	10	9	16	24	35	38	40	36	28	21	13	10

Построить и проанализировать кривые суточного хода. Указать возможные причины его различия в ясные и пасмурные дни.

3. По наблюдениям в Финляндии за несколько летних дней получены экстремальные температуры поверхности соседних участков с гранитной почвой: 34,8 и 14,5 °С, и с сухой песчаной почвой: 42,3 и 7,8 °С. Вычислить амплитуду на каждом участке и указать причину их различия.

4. Средняя за 8 суток температура поверхности почвы на площадке в полупустыне и на близлежащем орошаемом хлопковом поле совхоза Пахта-Арал (Узбекистан) в июле 1992 г.:

Вид поверхности	Срок, ч.мин									
	0.30	4.30	6.30	8.30	10.30	12.30	14.30	16.30	18.30	
Полупустыня Орошаемое поле	22,2	17,8	25,4	43,0	58,4	64,9	63,2	53,8	38,6	
	20,6	18,8	20,3	24,0	28,3	35,6	32,7	30,1	27,3	

Построить и проанализировать кривые суточного хода. Указать причины его различия на этих площадках.

5. Температура поверхности воды в Атлантическом океане (судно погоды *E*) и температура оголенной поверхности солончаковой почвы примерно на той же широте (ст. Чарджоу) 15 августа 1998 г.:

Срок, ч	Судно погоды E									
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	
<i>t</i> , °С	25,6	25,2	25,2	25,1	25,1	25,1	25,1	25,0	25,2	
Срок, ч	Ст. Чарджоу									
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	
<i>t</i> , °С	25,6	25,5	25,3	25,3	48,0	44,6	28,9	25,3	25,6	

Построить и проанализировать кривые суточного хода. Указать причину различия суточного хода на море и в глубине континента.

6. Многолетняя средняя месячная температура оголенной поверхности в двух пунктах с примерно одинаковым характером почвы:

Пункт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Москва Ашхабад	-10	-9	-5	4	15	20	22	19	12	4	-2	-7
	1	4	10	19	28	35	37	35	27	17	9	3

Построить и проанализировать кривые годового хода. Указать причины различия годового хода на разных широтах.

7. Многолетняя средняя месячная температура поверхности воды в Каспийском море и поверхности супесчаной почвы на двух станциях на той же широте, одна из которых (Гасан-Кули) находится на берегу Каспийского моря, а другая (Ничка) примерно на расстоянии 900 км от моря, в Юго-Восточных Каракумах:

Точка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Каспийское море	11,0	9,4	8,9	10,9	14,6	22,8	26,2	25,8	21,6	19,6	14,7	11,8
Гасан-Кули	5	6	11	17	24	29	33	32	28	20	12	7
Ничка	2	6	12	20	29	36	38	34	27	18	9	4

Построить и проанализировать кривые годового хода. Указать причины различия годового хода в этих трех точках.

8. Средняя за месяц температура поверхности почвы в районе Москвы в дневной срок наблюдений на северном и южном склонах одинаковой крутизны и на равнинной местности в апреле – октябре составляет:

Поверхность	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Северный склон	5,5	16,0	22,3	23,7	20,0	12,2	4,9
Равнина	9,4	18,2	23,6	25,7	22,8	16,8	6,7
Южный склон	12,9	20,0	24,6	27,0	25,1	20,8	8,4

Построить и проанализировать кривые изменения температуры от месяца к месяцу. Указать причины различия температурного режима площадок с разной экспозицией.

9. Средняя за 15 лет температура (°С) поверхности оголенной почвы и почвы под снегом в Ленинграде:

Поверхность	XI	XII	I	II	III	IV
Оголенная	-1,6	-6,5	-8,0	-8,8	-4,7	3,8
Под снегом	0,1	-1,8	-1,5	-1,6	-1,2	1,8

Построить и проанализировать кривые изменения температуры во времени. Указать причины различия температурного режима этих площадок.

10. Даны температуры (°С) поверхности и верхнего слоя почвы на ст. Колтуши (Ленинградская область) 9–11 июля 2001 г. Построить и проанализировать график суточного хода температуры поверхности почвы и температуры на всех глубинах за 10 июля (с 0 до 24 ч). Определить, меняется ли период колебания с глубиной. Найти по графику амплитуду колебания на каждой глубине и описать ее изменение с глубиной. Определить время наступления максимума на всех глубинах. Найти запаздывание максимума на каждой глубине по сравнению с моментом его наступления на поверхности.

Дата	Срок, ч	Глубина, см				
		0	5	10	15	20
9 июля	20	16,7	18,3	17,5	16,8	15,7
10 июля	0	14,5	17,2	16,5	15,9	15,3
»	4	15,2	16,0	15,4	15,4	14,8
»	8	20,6	16,7	16,0	15,5	15,0
»	12	23,2	19,0	17,2	16,0	15,7
»	16	21,6	19,6	18,3	17,1	16,1
»	20	16,2	18,1	17,6	17,0	16,4
11 июля	0	11,2	16,0	16,2	16,3	16,1
»	4	10,2	14,6	14,8	15,2	15,4

11. Амплитуда годового хода температуры на одинаковых глубинах па суше и в море в районе Калининграда:

Вид поверхности	Глубина, м			
	0	5	8	15
Суша	20,3	3,9	1,7	0,1
Море	19,0	18,6	14,5	7,5

Построить и проанализировать кривые изменения амплитуды температуры с глубиной. Указать причины их различия.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

#### Основная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с. – с.3 - 171

#### Дополнительная литература

1. Захаровская Н.Н. Метеорология и климатология: Учеб. Пособие для вузов.- М.: КолосС, 2004.- 127 с.

- Варданын М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.

#### Контрольные задания для самопроверки

- Перечислите процессы нагревания и охлаждения почвы, водоема?
- При каких условиях тепло идет вглубь почвы (тип инсоляции), а при каких поток тепла направлен из глубины к поверхности (тип излучения)?
- Опишите приборы и методы измерения температуры почвы. Как стоят изоплеты?
- Какие факторы влияют на амплитуду суточного хода температуры почвы?
- Сформулируйте законы Фурье.

### **Практическое занятие №4. Радиационный режим атмосферы**

Цель работы: приобрести навыки расчёта солнечной радиации, встречного и эффективного излучения, изучить их суточный ход.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить основные теоретические сведения с использованием литературы [1] и [3] из п.7. Выполнить 4 задания разных типов из практической части.

#### Порядок выполнения:

Подготовить ответы на следующие вопросы:

- Что называют солнечной постоянной?
- От чего зависит количество радиации, приходящей на местность?
- Что такое альбедо?
- Виды радиации: прямая и рассеянная.
- Что такое радиационный баланс? Как его определяют?

#### **Практическая часть**

- Излучение Солнца примерно соответствует излучению черного тела с радиационной температурой 5805 К. Вычислить энергетическую светимость Солнца.
- Вычислить энергетическую освещенность солнечной радиацией горизонтальной поверхности на верхней границе атмосферы при высотах Солнца 0, 15, 30, 45, 60,75 и 90°. Построить и проанализировать график функций  $S'_0 = f(h_0)$ .
- 1 сентября при высоте Солнца 30° прямая радиация на перпендикулярную поверхность составляла 0,68 кВт/м<sup>2</sup>, а при 10° – 0,36 кВт/м<sup>2</sup>. Вычислить коэффициенты ослабления  $s$  (по Кастрову) и коэффициенты прозрачности – не приведенные при  $m = 2$ . Изменилось ли состояние атмосферы в интервале между наблюдениями? Почему не приведенный коэффициент прозрачности не позволяет правильно ответить на предыдущий вопрос? Чем объясняется полученное соотношение между не приведенным и приведенным коэффициентами прозрачности в каждом случае?
- При высоте Солнца 42° прямая радиация на перпендикулярную поверхность равна 0,63 кВт/м<sup>2</sup>. Найти фактор мутности. Каков смысл полученного результата?
- Вычислить прямую радиацию на перпендикулярную поверхность при высотах Солнца 30 и 60°, если коэффициент прозрачности составляет 0,500; 0,700; 0,800. построить и проанализировать график зависимости  $S = f(P)$  при заданных высотах Солнца.
- Средние часовые действительные суммы прямой радиации на перпендикулярную поверхность (МДж/м<sup>2</sup>) в июне:

Пункт	Интервал, ч							
	0–1	3–4	6–7	9–10	12–13	15–16	18–19	21–22
Якутск	0,00	0,38	1,30	1,67	1,59	1,30	0,96	0,04
Карадаг	0,00	0,00	1,42	2,09	2,05	1,84	0,92	0,00

Построить и проанализировать график суточного хода сумм прямой радиации.

- Действительные месячные суммы прямой радиации на горизонтальную поверхность (МДж/м<sup>2</sup>) в Ленинграде и в Воейково (30 км от центра Санкт-Петербурга):

Станция	II	IV	VI	VIII	X	XII
Ленинград	13	163	301	167	25	0
Воейково	21	193	327	184	21	4

Построить и проанализировать график годового хода. Найти годовые суммы. На сколько процентов одна из них больше другой? Указать возможные причины различия в этих пунктах, расположенных близко друг к другу.

8. Средние за месяц суточные суммы рассеянной радиации (МДж/м<sup>2</sup>):

Пункт	II	IV	VI	VIII	X	XII
Якутск	2,34	7,08	8,50	5,86	2,47	0,50
Тбилиси	4,23	6,57	6,57	6,15	4,14	2,60

Построить кривые годового хода сумм рассеянной радиации в Якутске и Тбилиси. Указать возможные причины его различия в этих пунктах.

9. Средние месячные суммы рассеянной радиации (МДж/м<sup>2</sup>):

Пункт	II	IV	VI	VIII	X	XII
Игарка	38	247	310	234	63	0
Смоленск	80	193	268	247	92	29
Ашхабад	130	226	193	172	126	88

Построить график годового хода, сравнить с графиком из предыдущей задачи и указать возможные причины различия. Вычислить годовые суммы. Почему полученные результаты различаются между собою не очень значительно?

10. Альbedo свежеспаханного влажного чернозема около 10 %, а чистого сухого снега около 90 %. Если суммарная радиация на этих участках одинакова, то какой участок больше поглощает и во сколько раз? Как влияет различие в альbedo на количество поглощенной радиации? Как это сказывается на тепловом режиме разных участков деятельного слоя и прилегающих к нему слоев атмосферы при одинаковом поступлении солнечной радиации?

11. Средние значения альbedo (%) в Санкт-Петербурге и Воейково:

Пункт	II	IV	VI	VIII	X	XII
Ленинград	58	17	17	18	19	47
Воейково	71	28	18	19	22	69

Построить график годового хода альbedo в Ленинграде и Воейково. Указать возможные причины его различия в этих пунктах.

12. Средние значения альbedo поверхности Черного моря летом:

$h_{\odot}^{\circ}$	20	30	40	50	60
$A, \%$	10	7	6	6	5

Построить график функции  $A = f(h_{\odot})$ . Указать причину уменьшения альbedo моря при увеличении высоты Солнца (волнением моря пренебречь).

13. Вычислить количество солнечной радиации, поглощаемой поверхностью снега, альbedo которого составляет 80 %, в истинный полдень 20 февраля на 60° с.ш., если коэффициент ослабления  $s$ , по В.Г. Кастрову, равен 0,25, а рассеянная радиация составляет 0,07 кВт/м<sup>2</sup>.

14. Вычислить энергетическую светимость деятельного слоя сухого песка при температуре 15,0 °С. Результат сравнить со значением прямой радиации на горизонтальную поверхность при высоте Солнца 30° и коэффициенте прозрачности 0,700. Значительно ли различаются эти величины? Может ли излучение деятельного слоя скомпенсировать или превысить поглощенную часть прямой или суммарной радиации?

15. Вычислить энергетическую светимость деятельного слоя оголенной сухой почвы при температурах 40,0 и -40,0 °С. Значительно ли изменяется излучение деятельного слоя от лета к зиме? Изменится ли ответ, если учесть, что зимой почва может быть покрыта снегом?

16. Вычислить встречное излучение при ясном небе, температуре воздуха 30,0 °С и парциальном давлении водяного пара 16,0 гПа. Сравнить его с излучением сухого песка, по-

верхность которого имеет такую же температуру. Какая из двух сравниваемых величин при обычных условиях бывает преобладающей?

17. Многолетняя средняя месячная температура воздуха и парциальное давление водяного пара в Воейково в июле:

Срок, ч.мин	0.30	6.30	9.30	12.30	15.30	18.30
°С	11,8	14,7	17,6	18,9	18,9	17,3
$e$ , гПа	13,6	14,3	14,1	13,9	13,9	14,2

Вычислить встречное излучение для каждого срока. Построить и проанализировать график суточного хода  $E_A$ . Рассчитать его суточную сумму. С чем связаны особенности суточного хода встречного излучения? Как он изменяется в этом пункте зимой в указанном месяце?

18. Месячные суммы эффективного излучения деятельного слоя ( $\text{МДж/м}^2$ ):

Пункт	II	IV	VI	VIII	X	XII
Воейково	88	130	188	138	80	42
Куйбышев	180	188	285	247	130	92

Построить и проанализировать график годового хода этих сумм. Вычислить годовые суммы эффективного излучения и указать причины их различия.

19. Рассчитать радиационный баланс деятельного слоя сухого песка, если суммарная радиация равна  $0,84 \text{ кВт/м}^2$ , альбедо 20 %, температура поверхности,  $45,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , температура воздуха  $27,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , парциальное давление водяного пара  $16,0 \text{ гПа}$  и наблюдается 2 балла облаков нижнего яруса.

20. Вычислить радиационный баланс деятельного слоя чистого снега, если суммарная радиация равна  $0,14 \text{ кВт/м}^2$ , альбедо 90%, температура поверхности и воздуха  $-30,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , парциальное давление водяного пара  $0,25 \text{ гПа}$ , небо ясное. Может ли радиационный баланс деятельного слоя быть отрицательным при наличии прямой и рассеянной радиации? Может ли он быть положительным, если прямая и рассеянная радиации отсутствуют?

21. Средние месячные значения радиационного баланса деятельного слоя в Минске в 1998 г. ( $\text{кВт/м}^2$ ):

Месяц	Срок, ч.мин					
	0.30	6.30	9.30	12.30	15.30	18.30
Январь	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,02
Июль	-0,04	0,10	0,31	0,33	0,24	0,03

Построить и проанализировать график суточного хода радиационного баланса на одной и той же станции зимой и летом. Указать возможные причины различия. Вычислить суточные суммы  $B$ .

22. Средние месячные значения радиационного баланса деятельного слоя в июне 1995 г. ( $\text{кВт/м}^2$ ):

Пункт	Срок, ч.мин					
	0.30	6.30	9.30	12.30	15,30	18,30
Архангельск	-0,03	0,12	0,24	0,25	0,19	0,06
Ташкент	-0,06	0,14	0,47	0,54	0,30	-0,01

Построить и проанализировать график суточного хода в один и тот же летний месяц на двух станциях, значительно различающихся по широте и физико-географическим условиям. Указать возможные причины различия. Вычислить суточные суммы  $B$ .

23. Месячные значения радиационного баланса деятельного слоя в 1995 г. ( $\text{МДж/м}^2$ ):

Пункт	II	IV	VI	VIII	X	XII
Верхоянск	-17	0	360	218	-29	-33
Кишинев	29	201	356	276	75	-33

Построить и проанализировать график годового хода радиационного баланса за один и тот же год на двух станциях, значительно различающихся по широте и физико-географическим условиям. Указать возможные причины различия. Вычислить годовые суммы  $B$ .

24. Среднее во времени и в пространстве альbedo системы деятельный слой – атмосфера, по расчетам М.И. Будыко, составляет 36 %. При этом на долю атмосферы приходится около 33 % солнечной радиации, поглощенной этой системой. Зная, что годовая энергетическая экспозиция солнечной радиации на верхней границе атмосферы равна 10 880 МДж/м<sup>2</sup>, вычислить годовые суммы солнечной радиации, поглощаемой атмосферой и деятельным слоем. Велика ли роль деятельного слоя? Является ли атмосфера по отношению к солнечной радиации преимущественно поглощающей или рассеивающей средой?

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

#### Основная литература

1. Науки о Земле : учебное пособие / Р.Н. Плотникова, О.В. Клепиков, М.В. Енютин, Л.Н. Костылева. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. - 275 с.
2. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.

#### Дополнительная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие виды солнечной радиации в атмосфере вы знаете? Запишите радиационный баланс поверхности земли днем, ночью.
2. Что такое прямая солнечная радиация? инсоляция?
3. Как возникает рассеянная радиация?
4. Чему равно альbedo ( $A$ ) различных поверхностей и Земли в целом?
5. Из чего складывается эффективное излучение?

### **Практическое занятие № 5. Водяной пар в атмосфере**

Цель работы: ознакомиться с характеристиками влажности воздуха, изучить ее суточный и годовой ход и факторы, влияющие на ее амплитуду.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить основные теоретические сведения с использованием литературы [3] из п.7. Выполнить 4 задания разных типов из практической части.

Порядок выполнения:

Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Укажите характеристики влажности воздуха.
2. Как изменяется влажность воздуха с высотой в приземном слое?
3. Какие приборы используют для измерения влажности?

#### **Практическая часть**

1. Построить и проанализировать кривые суточного хода температуры воздуха  $t$ , парциального давления водяного пара  $e$ , относительной влажности воздуха  $f$  и дефицита точки росы  $\Delta t_d$  в ясный и пасмурный дни ( $n$  – количество облаков) по данным станции, находящейся на северо-западе ЕТС за 9 и 11 июля 1997 г.:

Метеорологическая величина	Срок наблюдения, ч							
	0	3	6	9	12	15	18	21
9 июля								
$n$ , баллы	0/0	0/0	0/0	2/2	3/3	4/4	2/2	0/0
$t$ , °С	11,0	7,7	8,8	18,9	20,8	22,6	21,1	10,5
$e$ , гПа	12,1	10,4	10,7	13,4	10,8	11,9	12,9	11,0
$f$ , %	92	99	95	62	44	43	52	87
$\Delta t_d$ , °С	1,2	0,1	0,8	7,6	12,7	13,1	10,4	2,1
11 июля								



$n$ , баллы	10/3	10/4	10/6	10/0	9/2	9/7	10/1	1/1
$t$ , °C	15,1	11,6	12,5	17,0	19,2	17,0	0	13,5
$e$ , гПа	15,2	13,3	14,0	15,8	16,2	15,8	14,1	13,0
$f$ , %	94	97	97	81	73	81	15,5	97
$\Delta t_d$ , °C	1,9	0,4	0,5	3,2	5,0	3,2	0,6	2,6

Указать время наступления и значения максимума и минимума рассматриваемых метеорологических элементов и привести объяснения. Сопоставить суточный ход характеристик влажности с суточным ходом температуры. Объяснить различия суточного хода характеристик влажности в ясные и пасмурные дни. Какие факторы определяют суточный ход парциального давления водяного пара, относительной влажности и температуры точки росы?

2. Вычислить парциальное давление водяного пара и относительную влажность на высотах 1 и 3 км, если при радиозондировании на ст. Воейково получено:

Высота, км	0	1	3
$t_z$ , °C	14,2	10,9	1,8
$e_0$ , гПа	10,6	–	–

Выполнить расчет парциального давления водяного пара по формулам Ганна, Зюринга и Накоренко. Результаты сопоставить между собой.

3. Построить и проанализировать кривые суточного хода температуры воздуха, парциального давления водяного пара, относительной влажности воздуха и дефицита точки росы по данным наблюдений станции, находящейся на северо-западе ЕТС за 15 и 20 января 1998 г.:

Метеорологическая величина	Срок наблюдения, ч							
	0	3	6	9	12	15	18	21
15 января								
$n$ , баллы	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
$t$ , °C	-11,2	-13,3	-16,1	-15,1	-14,2	-10,5	-11,3	-11,9
$e$ , гПа	2,2	2,0	1,5	1,7	1,8	2,5	2,2	2,1
$f$ , %	85	89	86	90	88	92	87	86
$\Delta t_d$ , °C	2,1	1,1	1,8	1,3	1,5	1,2	2,0	2,0
20 января								
$n$ , баллы	10/10	6/0	9/0	5/1	10/10	10/10	10/10	10/10
$t$ , °C	-10,7	-15,3	-15,3	-17,2	-9,2	-7,1	-3,3	-1,8
$e$ , гПа	2,6	1,7	1,8	1,4	2,8	3,2	4,1	4,6
$f$ , %	93	92	93	91	98	88	86	86
$\Delta t_d$ , °C	0,5	1,1	0,2	1,5	0,4	1,5	2,1	2,0

Указать время наступления и значения максимума и минимума рассматриваемых метеорологических элементов и привести объяснения. Сопоставить суточный ход характеристик влажности с суточным ходом температуры. Объяснить различия суточного хода характеристик влажности в ясные и пасмурные дни. Какие факторы определяют суточный ход парциального давления водяного пара, относительной влажности и температуры точки росы?

4. По осредненным за октябрь 2005 г. ежечасным наблюдениям за температурой и относительной влажностью воздуха на агрометеостанции г. Ереван вычислить парциальное давление водяного пара и температуру точки росы. Построить суточный ход температуры и относительной влажности воздуха. Сопоставить суточный ход температуры и относительной влажности воздуха.

Время, ч	$t$ , °C	$f$ , %	Время, ч	$t$ , °C	$f$ , %	Время, ч	$t$ , °C	$f$ , %
1	8,5	75	9	10,6	71	17	13,2	59
2	8,0	78	10	11,2	67	18	11,2	71
3	7,9	78	11	12,3	61	19	9,7	76
4	7,6	79	12	13,5	57	20	9,1	78
5	7,3	80	13	14,3	54	21	8,9	76
6	6,9	83	14	14,3	54	22	8,9	75
7	7,0	82	15	14,4	52	23	8,6	75
8	8,6	76	16	14,1	53	24	8,4	74

5. Построить и проанализировать суточные кривые годового хода средней месячной температуры воздуха, парциального давления водяного пара, относительной влажности и дефицита точки росы по данным станции ЛГМИ за 2006 и 2007 г.:

Метеорологическая величина	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006 г.												
$t$ , °C	-10,7	-9,3	-3,8	2,9	10,6	12,2	16,4	14,4	9,3	0,3	0,0	-4,1
$e$ , гПа	2,7	2,8	4,0	5,4	7,7	10,6	14,0	12,7	9,7	5,2	5,7	4,2
$f$ , %	88	80	83	73	62	74	75	78	80	82	90	88
$\Delta t_d$ , °C	0	1,0	1,9	4,6	7,4	4,4	4,4	3,9	2,8	2,5	0,9	0,9
2007 г.												
$t$ , °C	-7,7	-7,9	-2,2	4,4	11,3	15,7	17,1	15,8	9,6	4,6	2,5	-6,0
$e$ , гПа	3,2	3,2	4,5	6,2	9,0	12,0	14,7	14,3	9,9	7,3	6,5	3,6
$f$ , %	84	86	80	74	68	67	76	78	79	83	87	84
$\Delta t_d$ , °C	0,9	0,7	1,9	4,2	5,8	6,0	4,4	3,5	2,8	2,1	1,6	1,1

Указать время наступления максимума и минимума приведенных в таблице значений метеорологических величин, амплитуду годового хода и привести объяснения. Сопоставить годовой ход характеристик влажности с годовым ходом температуры воздуха.

6. По многолетним средним месячным значениям температуры и парциального давления водяного пара определить средние месячные значения относительной влажности и температуры точки росы.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура воздуха, °C												
Кустанай Сарыч-Маяк	-17,8	-17,0	-10,7	1,8	12,9	18,4	20,4	18,1	11,9	3,0	-8,4	-14,9
	4,5	4,1	6,1	9,9	15,0	19,8	23,6	23,8	20,0	15,3	10,2	6,8
Парциальное давление водяного пара, гПа												
Кустанай Сарыч-Маяк	1,9	1,7	2,7	5,9	8,8	12,9	14,0	12,7	8,9	5,7	3,7	2,0
	6,5	6,3	6,6	8,6	12,0	15,4	16,8	16,9	13,8	11,5	9,9	7,8

Проанализировать годовой ход указанных характеристик влажности. Как различается годовой ход рассмотренных характеристик влажности на континентальной и береговой станциях?

7. По данным градиентных наблюдений на четырех уровнях на учебной станции Даймище за 9 июля 1997 г. построить и проанализировать вертикальные профили парциального давления водяного пара (гПа) в разное время суток

Высота, м	Срок наблюдения, ч					
	0	4	8	12	16	22
0,2	10,0	8,9	13,6	11,8	12,1	13,6
0,5	10,8	9,0	13,4	10,8	11,5	13,4
1,0	11,5	9,2	13,2	10,2	11,0	13,5
2,0	12,1	9,3	12,8	9,0	10,6	13,5

Вычислить вертикальный градиент парциального давления водяного пара (гПа) за все сроки в каждом слое. Почему парциальное давление водяного пара неодинаково изменяется с высотой в разное время суток? Как изменяется градиент парциального давления водяного пара с высотой? Указать направление переноса водяного пара в разное время суток в каждом слое.

8. Считая профиль парциального давления водяного пара логарифмическим, вычислить парциальное давление на уровне 5 м, если на уровне 0,5 м  $e = 18,2$  гПа, а на уровне 2,0 м  $e = 17,8$  гПа.

9. Вычислить парциальное давление водяного пара на высотах 3 см и 10 см над лугом, если  $\Delta t/\Delta z \approx 0$  и парциальное давление водяного пара на уровне 0,5 м составляет 13,2 гПа, а на уровне 2,0 м – 12,5 гПа. Зачем в задаче задан вертикальный градиент температуры?

10. Вычислить парциальное давление водяного пара за 16 июля 1998 г. на разных высотах по формулам Ганна, Зюринга, Накоренко. Результаты сопоставить между собой.

$h$ , м	$p$ , гПа	$t$ , °C	$s$ , %	$h$ , м	$p$ , гПа	$t$ , °C	$s$ , %
70	1007	16,8	7,1	3000	705	-3,3	3,0

200	993	16,2	6,9	3080	699	-3,9	2,8
500	958	15,0	6,4	4000	620	-5,4	2,4
550	952	14,8	6,3	4050	616	-5,6	2,4
1000	902	11,7	5,3	5000	546	-10,4	1,4
1500	849	7,5	5,9	7000	419	-22,5	0,5
2000	799	3,6	4,9	8000	364	-29,0	0,3

Какая формула позволяет получить результаты, наиболее близкие к данным радиозондирования?

11. Вычислить массовую долю водяного пара  $s$  и абсолютную влажность  $a$  на всех указанных высотах по формуле Зюринга. Результаты расчетов сопоставить с фактическим распределением  $s$ , полученным по материалам радиозондирования на ст. Воейково (70 м над уровнем моря) за 15 июля 1998 г.:

$h$ , м	$p$ , гПа	$t$ , °С	$s$ , ‰	$h$ , м	$p$ , гПа	$t$ , °С	$s$ , ‰
70	1000	13,1	9,3	3000	699	-2,2	3,2
200	985	12,8	8,9	4000	614	-8,2	2,0
500	950	11,2	8,1	5000	540	-16,2	1,0
1000	895	8,0	6,4	6000	471	-23,8	0,4
1500	842	4,9	5,2	7000	410	-31,6	0,2
1920	799	2,3	4,5	8000	356	-38,4	0,1
2000	791	2,1	4,4				

12. Вычислить парциальное давление водяного пара на высоте 0,8 м, если на высотах 0,2; 0,5; 1,0 и 2,0 м оно составляет 12,1; 11,7; 11,4 и 11,1 гПа, соответственно. Решить задачу графическим способом и по формуле 5.1, используя данные на двух стандартных уровнях (0,5 и 2,0 м). Результаты сопоставить.

13. Определить парциальное давление водяного пара в воздухе над морем на высоте 20 м, если на высоте 2 м оно составляет 10,0 гПа, а на высоте 8 м – 9,0 гПа.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

#### Основная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.

#### Дополнительная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.
2. Захаровская Н.Н. Метеорология и климатология: Учеб. Пособие для вузов.- М.: КолосС, 2004.- 127 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое абсолютная влажность воздуха? Что такое точка росы?
2. Какие характеристики измеряют психрометрами?
3. От каких основных факторов зависит значение испарения с водной поверхности?
4. Каково значение относительной влажности в облаках?
5. Что измеряют пьювиографом?

### **Практическое занятие № 6. Образование облаков**

Цель работы: изучить классификацию облаков с использованием электронного атласа облаков, приобрести навыки расчета высоты их нижней границы.

#### Задание:

При подготовке к практическому занятию повторить основные теоретические сведения с использованием литературы [3] из п.7. Самостоятельно выполнить одну задачу из практической части и все тестовые задания с использованием электронного атласа облаков.

#### Порядок выполнения:

Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Что называют облаком?

2. Какие роды облаков приняты по Международной классификации?
3. Какие эмпирические формулы используются для определения высоты нижней границы облаков?

### Практическая часть

1. Определить высоту нижней границы  $St$  в 7 ч 50 мин 30 апреля в районе Воейково, если температура воздуха  $5,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $92\%$ , парциальное давление водяного пара  $8,0\text{ гПа}$ . Использовать формулы (6.1) – (6.3) и значения точки росы ( $t_d$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ) при заданном парциальном давлении водяного пара из Психрометрических таблиц с точностью до десятых. При станционных метеорологических наблюдениях эти значения округляют до  $1^{\circ}\text{C}$ .

2. Определить высоту нижней границы облаков  $Ns$  (Слоисто-дождевые),  $Frn b$  (дождевые), из которых выпадает слабый снег, в 8 ч 3 февраля в районе Воейково, если температура воздуха  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $100\%$ .

3. Определить высоту нижней границы  $Cu$ ,  $Cb$  в 19 ч 50 мин 24 июля в районе Воейково, если температура воздуха  $19,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , атмосферное давление  $997\text{ гПа}$  и относительная влажность  $74\%$ .

### Тестовые задания

1. Высоко-кучевые чечевицеобразные облака образуются на высоте ... км.
  - 1) 4–8;    2) 2–6;    3) 9–12;    4) 1–3
2. Этот вид облаков возникает за счет волновых движений воздуха на границах инверсий.
  - 1) кучевые мощные; 2) высоко-кучевые чечевицеобразные; 3) перистые плотные; 4) перистые кистевидные
3. Главная характерная черта высоко-кучевых просвечивающих облаков – это ... .
  - 1) неоднородная плотность; 2) непрозрачность; 3) однородная плотность 4) желтый цвет
4. Чаще всего высоко-слоистые непросвечивающие облака возникают в процессе ... .
  - 1) поднятия теплых воздушных масс; 2) уплотнения перисто-слоистых облаков 3) волновых воздушных масс; 4) охлаждение воздуха
5. Высота основания слоистых туманообразных облаков составляет ... км.
  - 1) 2–6;    2) 4–8;    3) 3–9;    4) 0,1–0,7
6. Во сколько раз толщина кучевых мощных облаков превышает основание облака?
  - 1) 1,5–2;    2) 3–4;    3) 5–6;    4) 0,3–1
7. Высота основания разорвано дождевых облаков составляет ... км.
  - 1) 2–3;    2) 5–6;    3) 0,1–1; 4) 6–7
8. Орографические облака образуются ... .
  - 1) у поверхности земли; 2) на склонах хребтов; 3) на высоте 8–9 км 4) на высоте 4–5 км
9. Слоисто-кучевые растекающиеся вечерние облака состоят из ... .
  - 1) снежинок; 2) кристаллов; 3) капель; 4) кристаллов и капель
10. Слоисто-кучевые дневные облака образуются на высоте ... км.
  - 1) 2–3;    2) 3–4;    3) выше 4;    4) ниже 2
11. Высота основания слоисто-кучевых просвечивающих облаков равна ... км.
  - 1) 1–2,5    2) 2–4    3) 1,5–2    4) 0,5–1,5
12. Кучевые плоские облака наблюдаются преимущественно ... .
  - 1) вечером; 2) в холодное время года; 3) осенью; 4) в теплое время года
13. Осадки кучевых средних облаков представляют собой ... .
  - 1) снег с дождем; дождевые; не выпадают; кристаллы и снежинки

14. Высота основания кучево-дождевых облаков составляет ... км.  
1) 2–2,5 2) 3–4 3) 0,4–1,0 4) 1,5–2
15. В каких широтах перистые волокнистые облака при низких температурах могут распространяться до поверхности земли?  
1) умеренных; 2) тропических; 3) арктических; 4) морских
16. Высота основания слоисто-кучевых плотных облаков составляет ... км.  
1) 2; 2) 2,5–3; 3) выше 1; 4) 0,5–1,5
17. При наличии какого явления можно обнаружить перисто-слоистые волнистые облака?  
1) гало; 2) венцы; 3) ирригация; 4) зарево
18. Толщина слоя перистых хребтовидных облаков может колебаться ... .  
1) от нескольких см до 100 м; 2) от сотен м до нескольких км  
3) от 100 м до нескольких сотен метров; 4) от сотен м до 100 км
19. Высота основания слоистых волнистых облаков составляет ... км.  
1) 1 2) больше 4 3) 0,2–0,7 4) 1,5–2
20. В какое время суток перистые плотные облака принимают серебристую, затем золотистую окраску?  
1) утром; 2) ночью; 3) днем; 4) вечером
21. Перисто-слоистые волнистые облака – это пелена, имеющая в основании ... вид.  
1) когтеобразный; 2) перьевой; 3) волнистый; 4) зернистый
22. Радиус гало, наблюдаемого в перисто-слоистых туманообразных облаках составляет ... ° (град).  
1) 77 и 54 2) 22 и 54 3) 22 и 46 4) 77 и 46
23. ... облака являются предвестниками перемен в погоде, связанными с наступлением теплого фронта.  
1) перистые плотные; 2) высоко-кучевые чечевицеобразные;  
3) перистые когтевидные; 3) перистые перепутанные
24. Перисто-кучевые кучевообразные, закрывая Солнце, ... .  
1) принимают золотистый оттенок; 2) не прозрачны;  
3) окрашиваются в голубоватый цвет; 4) не уменьшают освещенность
25. Перисто-кучевые волнистые облака характеризуются ... .  
1) наличием волн и мелкой ряби; 2) крупными осадками;  
3) неподвижностью; 4) большой протяженностью
26. Конденсационные следы – это искусственные ... облака.  
1) кучевые; 2) туманы; 3) слоистые; 4) перистые
27. Искусственные облака образуются вследствие ... .  
1) туманов; 2) конденсации водяного пара, вылетающего из двигателей самолётов  
3) наступления холодного фронта; 4) волновых движений воздуха
28. Высоко-кучевые хлопьевидные облака имеют затененные части, которые состоят из ...  
1) ледяных кристаллов; 2) водяных капелек  
3) снежинок; 4) волокон
29. Толщина слоя высоко-слоистых просвечивающих облаков в среднем ... км.  
1) 0,5 2) 4 3) 1 4) 2

30. Наличие высоко-кучевых облаков тёплым и влажным летним утром предвещает ... .  
1) о скором появлении грозных облаков; 2) ливневый дождь;  
3) приход теплого фронта; 4) наступление заморозков
31. Перистые перепутанные облака состоят из ... .  
1) кристалликов льда; 2) дождевых капель; 3) брызгов; 4) снега

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1). На проверку сдаются также выполненные тестовые задания.

#### Основная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.

#### Дополнительная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.
2. Захаровская Н.Н. Метеорология и климатология: Учеб. Пособие для вузов.- М.: КолосС, 2004.- 127 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Приведите международную классификацию облаков.
2. Опишите условия образования слоистых, кучевых, перьевых облаков.
3. Какую высоту нижней и верхней границы имеют слоистые, кучевые, перьевые облака?
4. Приведите формулы для определения нижней границы облаков.
5. Почему так важно знать высоту нижней границы облаков?

### **Практическое занятие № 7. Атмосферная циркуляция**

Цель работы: ознакомиться с причинами возникновения в тропосфере разнообразных потоков горизонтальной циркуляции воздушных масс, изучить количественные характеристики барического поля, рассчитать горизонтальную и вертикальную составляющие барического градиента.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить основные теоретические сведения с использованием литературы [3] из п.7. Выполнить 4 задания разных типов из практической части.

#### Порядок выполнения:

Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Что называют атмосферной циркуляцией?
2. Как возникает циклон? антициклон?
3. Что такое барический градиент?
4. Как определяют силы, действующие при горизонтальном движении воздуха?
5. Что такое градиентный ветер и как его определяют?

#### **Практическая часть**

1. Вычислить вертикальный градиент давления на высоте, на которой атмосферное давление равно 1000,0 гПа и температура 0,0 °С. На сколько гПа уменьшается атмосферное давление на каждые 100 м высоты при обычных условиях у земной поверхности?

2. Сравнить вертикальный градиент давления у поверхности Земли при температуре – 11,9 °С и давлении 1045,0 гПа ( $G_0$ ) с его значением по высоте, где температура равна – 38,8 °С и давление 468,7 гПа ( $G_z$ ). Как и почему изменяется вертикальный градиент давления с высотой? Что можно на этом основании сказать о характере изменения самого давления с высотой? Представить схематично график изменения давления с высотой.

3. В двух пунктах, первый из которых находится на экваторе, а второй в Арктике, на уровне моря были получены одновременно одинаковые значения давления – 990,0 гПа.

Температура в первом пункте равна  $27,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а во втором  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Условно считая, что вертикальный градиент давления не изменяется с высотой, приближенно определить в этих пунктах давление на высоте 5 км. В холодном или теплом воздухе при остальных одинаковых условиях давление быстрее уменьшается с высотой? В каком общем направлении перемещается воздух на высоте 5 км?

4. У подножия горы высотой 3 км средние значения давления в один из зимних и в один из летних месяцев оказались одинаковыми – 1000,0 гПа. Средняя температура воздуха у подножия горы в эти месяцы составила соответственно  $-13,0$  и  $17,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Условно считая, что вертикальный градиент давления не меняется с высотой, вычислить среднее давление в указанные месяцы на вершине горы. Построить схему годового хода давления в высокогорных районах.

5. Вычислить барическую ступень у поверхности Земли при давлении 1000,0 гПа и температурах  $-40,0$ ;  $0,0$  и  $40,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На сколько метров надо переместиться по вертикали вблизи земной поверхности при обычных условиях, чтобы давление изменилось на 1 гПа? Летом или зимой, днем или ночью давление быстрее уменьшается с высотой?

6. Вычислить барическую ступень, если вертикальный градиент давления составляет  $8,0\text{ гПа}/100\text{ м}$ .

7. Сравнить барическую ступень на высоте, где температура равна  $-30,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давление  $500,0\text{ гПа}$  ( $h_z$ ), с ее значением у поверхности Земли при температуре  $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлении  $1000,0\text{ гПа}$  ( $h_0$ ). Как изменяется барическая ступень с высотой? Что можно на этом основании сказать о характере изменения самого давления с высотой? Представить схематически график изменения давления с высотой.

8. Условно считая, что барическая ступень не меняется с высотой, найти давление на уровне моря, если на высоте 4800 м оно равно  $500,0\text{ гПа}$ , а температура  $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Бывает ли в действительности на уровне моря такое давление? Как изменится ответ, если учесть характер изменения барической ступени с высотой?

9. Условно считая, что барическая ступень не изменяется с высотой, определить, как и на сколько изменится расстояние по вертикали между изобарическими поверхностями  $1000,0$  и  $800,0\text{ гПа}$ , если температура на нижней из них увеличится от  $0,0$  до  $10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В теплом или холодном воздухе толщина слоя воздуха между одинаковыми изобарическими поверхностями больше?

10. Сравнить барическую ступень в воздухе, содержащем насыщенный пар ( $h_{\text{вл}}$ ) при температуре  $32,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлении  $978,0\text{ гПа}$ , с ее значением в сухом воздухе ( $h_c$ ) при тех же условиях. В сухом или во влажном воздухе давление медленнее уменьшается с высотой при одинаковой температуре и одинаковом давлении на нижнем уровне?

11. Найти градиентную силу при нормальных условиях, если горизонтальная составляющая барического градиента равна  $3,0\text{ гПа}/111\text{ км}$ . Результат сравнить с силой тяжести, действующей на такую же массу воздуха. Почему сила тяжести не создает заметных вертикальных перемещений воздуха, тогда как значительно меньшая градиентная сила способна вызывать иногда очень сильный ветер?

12. Вычислить и сравнить градиентную силу у земной поверхности при нормальных условиях ( $G_1$ ) и на высоте, где плотность воздуха составляет  $1,000\text{ кг}/\text{м}^3$  ( $G_2$ ), если горизонтальная составляющая барического градиента в обоих случаях равна  $4,0\text{ гПа}/111\text{ км}$ . Почему одинаковый барический градиент при меньшей плотности воздуха обуславливает большую градиентную силу, чем при большей плотности?

13. На протяжении 500 км вдоль некоторой прямой линии на земной поверхности горизонтальная составляющая барического градиента всюду составляет  $3,0\text{ гПа}/111\text{ км}$ . Найти скорость, которую приобрел бы воздух, если бы он двигался вдоль этой прямой под действием только градиентной силы. Начальную скорость движения воздуха считать равной нулю, а его плотность – близкой к нормальной. Почему, несмотря на правдоподобность заданного значения градиента, найденная скорость ветра у земной поверхности встречается лишь в редких случаях?

14. Доказать, что вертикальная составляющая градиентной силы всегда точно уравновешивается силой тяжести.

15. Найти силу Кориолиса на широте  $60^\circ$ , если скорость ветра равна  $5 \text{ м/с}$ ; сравнить с градиентной силой, найденной в задаче 12.4. Возможны ли случаи, когда сила Кориолиса уравнивает градиентную? Если все остальные условия одинаковы, то когда такое равновесие вероятнее – при большой или незначительной горизонтальной составляющей барического градиента? При большой или малой скорости ветра? В высоких или низких широтах?

16. При какой скорости ветра на широте  $30^\circ$  отклоняющая сила будет такой же, как и на  $60^\circ$  при скорости ветра  $5 \text{ м/с}$ ?

17. Изобразить схематически действующие силы и направление движения воздуха при геострофическом ветре в северном полушарии. На каких высотах в атмосфере наблюдается геострофический ветер? В чем заключается барический закон ветра?

18. Выполнить задание предыдущей задачи для южного полушария.

19. Вычислить скорость геострофического ветра на широтах  $90$ ,  $60$  и  $30^\circ$  и на высоте, где плотность воздуха составляет  $1,000 \text{ кг/м}^3$ , если горизонтальная составляющая барического градиента во всех случаях равна  $2,0 \text{ гПа/111 км}$ . Почему одинаковый барический градиент вызывает в низких широтах более сильный геострофический ветер, чем в высоких? Может ли ветер быть геострофическим на экваторе?

20. На широтах  $60$  и  $20^\circ$  и на высотах, где плотность воздуха одинакова, скорость геострофического ветра также оказалась одинаковой. Найти соотношение между горизонтальными составляющими барического градиента в этих двух случаях.

21. На широте  $30^\circ$  и высоте, где плотность воздуха равна  $0,800 \text{ кг/м}^3$  скорость геострофического ветра составляет  $40 \text{ м/с}$ . Найти горизонтальную составляющую барического градиента, градиентную силу и силу Кориолиса. Две последние величины сравнить между собой и объяснить результат.

22. Изобразить схематически действующие силы и направление движения воздуха в круговом циклоне в северном полушарии при отсутствии силы трения. Каков общий характер движения воздуха в данном случае? Сохраняет ли силу барический закон ветра?

23. Выполнить задание предыдущей задачи для южного полушария.

24. Изобразить схематически действующие силы и направление движения воздуха в круговом антициклоне в северном полушарии при отсутствии силы трения. Каков общий характер движения воздуха в данном случае? Сохраняет ли силу барический закон ветра?

25. Выполнить задание предыдущей задачи для южного полушария.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

#### Основная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.

#### Дополнительная литература

1. Захаровская Н.Н. Метеорология и климатология: Учеб. Пособие для вузов.- М.: КолосС, 2004.- 127 с.
2. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как перемещается воздух в циклоне?
2. Какие явления можно назвать предвестниками приближения атмосферного фронта?
3. Как образуются пассаты?
4. Почему ветер дует не по прямой, а по сложной траектории?
5. Каким прибором измеряют направление, скорость и порывистость ветра?

### **Практическое занятие № 8. Прогноз погоды**



Цель работы: приобрести навыки анализа синоптической карты и составления метеорологического прогноза.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить основные теоретические сведения с использованием литературы [3] из п.7. Составить письменный (словесный) синоптический прогноз погоды на заданную дату для заданной территории России.

Порядок выполнения:

Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Что называют службой погоды?
2. Что такое синоптический анализ и прогноз? Приведите пример прогноза погоды.
3. Краткосрочные и долгосрочные прогнозы: какова их оправдываемость?
4. Какая информация представляется на синоптической карте?

Синоптический анализ прогностических карт на заданную дату для территории России (например, Восточной Сибири, Урала, Центрального района и др.), выполняется с использованием Интернет-ресурсов официальных сайтов:

1. Meteonovosti.ru <http://www.hmn.ru/>
2. Погода Прибайкалье <http://meteo.ucoz.ru/index/0-2>
3. Метеобюро. Москва <http://mosmeteo.hmn.ru/buro/index1.php?code=33>.

Ниже приведены условные обозначения (табл.8.1), встречающиеся на синоптических картах:

Таблица 8.1

Условные обозначения			
<b>В</b>	– область высокого атмосферного давления	<b>Н</b>	– область низкого атмосферного давления
<b>1010</b> 	– изобары и давление (гПа)		– направление перемещения барич. образований
	– фронт окклюзии		– холодный атмосферный фронт
	– теплый атмосферный фронт		– снег
	– гроза		– сильный дождь
	– дождь		– шквал
	– туман		– сильный ливневой дождь
	– ливневой дождь		– скорость ветра 5 м/с
	– скорость ветра 25 м/с		– гололед

### Практическая часть

*Синоптическая карта погоды* – это географическая карта, на которую цифрами и символами нанесены результаты наблюдений на сети метеорологических станций в определенные моменты времени. Такие карты повсеместно регулярно составляют синоптики по несколько раз в сутки. Их анализ является основой для краткосрочных прогнозов погоды.

Синоптическую карту составляют, нанося условные знаки, обозначающие метеорологические характеристики, вокруг географических пунктов, имеющих метеостанции. Все данные наносят в определенном порядке, называемом схемой наноски. Пример наноски по сокращенному варианту международного кода показан на рис. 6.2. При необходимости схема может быть более или менее подробной.

Обработка метеорологических данных, нанесенных таким образом на карту, в первую очередь предусматривает проведение изобар (линии с одинаковым давлением). Только после их проведения можно установить области с повышенным (антициклоны) и пониженным (циклоны) давлением, а также другие барические системы.

Очень важно выделить на карте зоны с понижающимся и повышающимся давлением, что можно сделать на основе анализов величины и характеристики барической тенденции, информация о которой расположена на схеме наноски справа от пункта метеорологических наблюдений. Далее после выделения зон с характерными осадками (обычно с помощью соответствующей штриховки), анализа характеристик облачности и ветра можно до-

статочно объективно провести на карте соответствующие фронтальные разделы воздушных масс. Их обычно изображают особыми линиями: холодный фронт – линией с треугольниками, обращенными в сторону перемещения фронта; теплый фронт – линией, на которой полукружки направлены также в стороны его движения; на линии фронта окклюзии треугольники и кружки чередуются. На карте также выделяют пункты и зоны с опасными явлениями, такими как грозы или туман, заморозки и т.п.



Рис. 6.2. Схема нанесения данных на синоптическую карту

Анализируя синоптические карты, составленные за смежные сроки метеорологических наблюдений, например с разницей во времени 3 ч, можно достаточно объективно оценить скорость и направление перемещения основных барических систем и фронтальных разделов. Такой анализ существенно уточняет краткосрочный прогноз погоды в конкретных регионах.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

#### Основная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.

#### Дополнительная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.
2. Воробьев А.В. Человек и биосфера: глобальное изменение климата: Учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1,2/ А.Е. Воробьев, Л.А.Пучков.- М.: РУДН, 2006.- 912 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. На какие виды подразделяются прогноз погоды?
2. Дайте понятие «краткосрочный прогноз».
3. Что такое долгосрочный прогноз?
4. Что представляет из себя синоптическая карта?
5. Что помогает предсказать аэрологическая диаграмма?

#### **Практическое занятие № 9. Климат населенного пункта**

Цель работы: изучить климат конкретного населенного пункта на основе гидрометеорологических материалов Мирового центра данных за период 1966–2004 гг.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить основные теоретические сведения с использованием литературы [3] из п.7. Изучить и проанализировать климатическую информацию за период 1966 – 2004 гг., приведенную в литературе [5, стр.103-127] из п.7 и касающуюся следующих метеорологических характеристик конкретного населенного пункта (по заданию):

- атмосферного давления;
- направления и скорости ветра;
- термического режима атмосферы;
- влажности воздуха;
- атмосферных осадков.

Порядок выполнения:

Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Что называют климатом населенного пункта?
2. Какие внешние и внутренние процессы влияют на климат?
3. Как проводятся метеорологические наблюдения на метеостанциях?
4. Какие основные климатические показатели фиксируются при проведении метеорологических исследований?

### Практическая часть

*Климатом* в глобальном понимании называют совокупность статистических состояний, проходимых системой «атмосфера – океан – суша – криосфера – биосфера» за многолетний период.

Компоненты климатической системы, включающей атмосферу, океан, запасы снега и льда, поверхность суши, растительность и животных, непрерывно взаимодействуют и обмениваются между собой энергией и веществом (рис. 9.1).

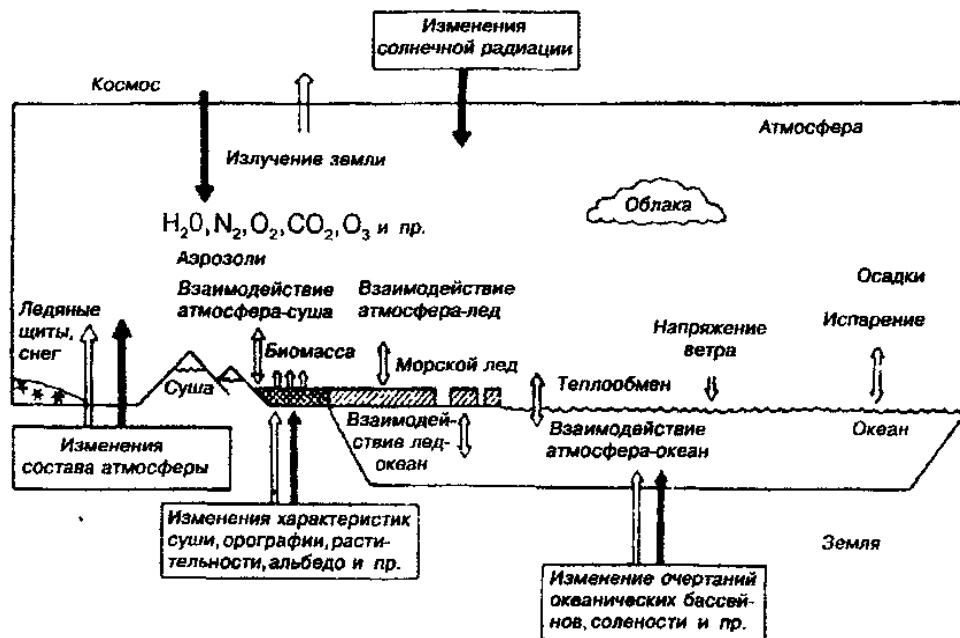


Рис. 9.1. Компоненты климатической системы «атмосфера – океан – поверхность Земли»

*Климат той или иной местности, то есть климат в узком смысле этого слова, – это многолетний режим погоды, обусловленный закономерной последовательностью атмосферных процессов, формирующихся в результате солнечной радиации, атмосферной циркуляции, и географическими условиями подстилающей поверхности.*

Основными источниками сведений о погоде и климате являются результаты наблюдений сети метеорологических станций. Для характеристики климата необходимы такие показатели, как *многолетние средние значения* метеорологических величин.

Климатический смысл многолетних средних значений метеорологических величин заключается не столько в точности их абсолютной величины, сколько в сравнимости их между собой, как и пределах исследуемой территории, так и в планетарном масштабе. Величины средних значений метеорологических величин можно рассматривать как «климатические нормы» для данного региона.

Многолетние средние значения дают возможность изучать особенности годового хода метеорологических величин, получить представление о важнейших чертах климата данной территории.

*Крайние значения* – наибольшие и наименьшие пределы, в которых изменяется метеорологическая величина на данной станции за отдельные месяцы и за год в целом в течение многолетнего периода наблюдений.

Абсолютные максимальные и минимальные значения за месяц находятся из этих величин за каждый день.

Для полного представления о климате, кроме средних и крайних значений метеорологических величин, необходимо знать *повторяемость* их в разные периоды. Величина повторяемости показывает, насколько часто в ряду наблюдений встречается тот или иной интервал значений.

*Неравномерность* в распределении давления определяется причинами термического и динамического характера, которые действуют совместно и определяют наблюдаемое в действительности распределение *атмосферного давления*. Над холодными поверхностями создаются условия, благоприятные для повышения давления вблизи земной поверхности, а над нагретыми, наоборот, для понижения. Действие динамических факторов проявляется в нагнетании воздуха и повышении давления в одних районах и оттоке воздуха и понижении давления в других.

На формирование климата существенное влияние оказывают периферии следующих центров действия атмосферы: Исландского минимума, Азиатского (Сибирского) и Азорского максимумов. Структура барического поля в различные сезоны характеризуется определенным преобладающим направлением изобар над данной территорией и смежными с ней районами.

*Направление и скорость ветра* – одна из важнейших климатических характеристик. Преобладание юго-западного ветра более резко выражено в зимний период, когда ось зимнего азиатского максимума давления проходит южнее изучаемой территории, а преобладание западного тропосферного переноса при больших горизонтальных градиентах давления обуславливает большую повторяемость юго-западных и южных ветров с повышенными скоростями. Летом перестройка структуры барического поля, как указывалось выше, обуславливает в среднем направление изобар с северо-запада на юго-восток, что приводит к возрастанию повторяемости западных, северо-западных и северных направлений ветра при уменьшении частоты юго-западных, южных и юго-восточных ветров. При этом в летнее время средние значения горизонтальных градиентов давления в тропосфере наиболее низкие, что характеризует наименьшие средние скорости ветра и увеличение частоты штилей.

*Температурный режим* характеризуется рядом показателей, среди которых средние и экстремальные значения температуры воздуха, характеристики ее пространственной и временной изменчивости, даты перехода средней суточной температуры через определенные уровни (например, через 0, 5, 10 и 15 °С), продолжительность периодов с температурой воздуха выше или ниже заданного уровня и т.д.

Температура воздуха измеряется психрометрическим термометром через каждые 3 часа – 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 гринвичского времени, суточная максимальная и минимальная температура соответственно по максимальному и минимальному термометрам. Максимальная температура характеризует дневную, наиболее теплую часть суток, минимальная – оценивает холодную часть суток – несколько часов в конце ночи летом и в предутренние часы зимой.

К регулярным изменениям относится и годовой ход температуры, при котором средние месячные температуры в зимние месяцы ниже, а в летние – выше. Характеристикой годового хода температуры воздуха является ее годовая амплитуда, то есть разность средних месячных температур самого теплого и самого холодного месяцев.

Основной характеристикой термического режима служат *средние месячные и годовые температуры воздуха*.

Температурный контраст между самым холодным и теплым месяцем года характеризуется амплитудой годового хода температуры воздуха, которая в большей степени зависит от степени континентальности климата и от характера рельефа и в меньшей мере от широты места.

Для решения многих практических задач в области *сельского* и городского хозяйства, строительства и т.п. большое значение имеют *максимальные и минимальные температуры воздуха*.

Максимальные и минимальные температуры воздуха определяют из рядов наблюдений по минимальному и максимальному термометрам, позволяющим проводить непрерывное слежение за температурой воздуха. К числу показателей, характеризующих ряд экстремальных значений, относятся средние максимальные и минимальные, а также абсолютные максимальные и минимальные температуры воздуха и средние из абсолютных максимумов и минимумов.

Абсолютные минимальные и максимальные температуры воздуха характеризуют наименьшие и наивысшие пределы, которых достигала температура на данной станции за многолетний период наблюдений в отдельные месяцы и за год в целом.

Одним из показателей суровости климата служат сильные зимние морозы. Понижение температуры воздуха ниже  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  считается опасным явлением, так как оказывает отрицательное воздействие на человека, окружающую его природную среду и объекты сельского и городского хозяйства.

*Влажность воздуха*, наряду с температурой, атмосферным давлением является одной из важнейших характеристик его состояния. Содержание водяного пара в атмосфере оценивается с помощью набора различных характеристик. Наиболее часто используемыми среди них являются парциальное давление (упругость) водяного пара  $e$ , относительная влажность воздуха  $f$ , дефицит (недостаток) насыщения  $d$ , температура точки росы  $t$ .

*Давление водяного пара* измеряется в гектопаскалях (гПа). Его изменения в приземном слое обычно следуют за изменениями температуры воздуха, что вполне объяснимо. С повышением (понижением) температуры воздуха возрастает (уменьшается) скорость испарения, как одного из основных источников поступления влаги в атмосферу.

На изменения давления водяного пара существенное влияние могут оказывать и процессы горизонтального переноса (адвекции) влаги в системе циркуляции атмосферы. Однако при изучении режима влажности в ходе его осреднения за большие промежутки времени роль указанного фактора существенно нивелируется и все более возрастает значимость испарения.

Роль испарения в изменениях давления пара еще более возрастает в отрицательных формах рельефа, где интенсивность воздухообмена, как правило, ослабевает. Напротив, на приподнятых и, в особенности, выпуклых формах рельефа роль испарения уменьшается.

Годовой ход средних месячных значений давления пара от многолетних норм в отдельные годы могут быть довольно значительными, особенно в летние месяцы.

*Относительная влажность воздуха* представляет собою процентное отношение фактического значения давления пара к давлению насыщения при данной температуре воздуха и характеризует, таким образом, степень насыщения воздуха водяным паром.

Относительная влажность воздуха находится в прямой зависимости от давления водяного пара и косвенно – в обратной зависимости от температуры воздуха.

Одной из важнейших климатических характеристик являются *атмосферные осадки*. Вместе с тем они представляют собой весьма сложное метеорологическое явление и характеризуются видом (фазовым состоянием, количеством, числом дней с осадками) и др.

Количество осадков измеряется с помощью *осадкомера* (осадкомерного ведра, снабженного специальной защитой) толщиной слоя (мм) выпавшей воды, который мог бы об-

разоваться на горизонтальной поверхности от выпавших жидких и твердых (после их таяния) осадков при отсутствии стока, просачивания и испарения.

При измерении количества осадков имеют место несколько систематических ошибок – потери собранных осадков на смачивание осадкомерного ведра, испарение осадков из ведра за время между окончанием выпадения осадков и сроком измерения, а также ошибки прибора, связанные с влиянием ветра. Последнее особенно сильно сказывается на точности измерения твердых осадков.

Форма отчетности: Отчет представить в виде реферата по вышеприведенной форме (п. 9.1). Климатическую информацию о конкретном населенном пункте (по заданию) обобщить в следующей последовательности:

1. Построить и проанализировать кривую годового хода атмосферного давления.
2. Построить розу ветров и проанализировать ее изменения во времени.
3. Построить и проанализировать кривую годового хода температуры воздуха.
4. Указать среднюю и экстремальные температуры воздуха.
5. Построить и проанализировать кривую годового хода давления водяного пара.
6. Построить и проанализировать кривую годового хода относительной влажности воздуха.
7. Построить и проанализировать кривую годового хода количества атмосферных осадков.
8. Сделать выводы о типе климата и его изменении за изучаемый период.

#### Основная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.

#### Дополнительная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.
2. Воробьев А.В. Человек и биосфера: глобальное изменение климата: Учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1,2/ А.Е. Воробьев, Л.А.Пучков.- М.: РУДН, 2006.- 912 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что называют климатом в глобальном понимании, а что такое климат данной территории?
2. Перечислите факторы формирования климата.
3. Какие климатические зоны имеются в нашей стране?
4. Каков климат Восточной Сибири, Иркутска, Братска?
5. Что называют микроклиматом? фитоклиматом?

### **Практическое занятие № 10. Изменения климата. Роль испарения в сохранении теплового баланса системы Земля – атмосфера**

Цель работы: изучить влияние фазовых переходов воды на тепловой баланс системы Земля – атмосфера и режим осадков, приобрести навыки расчёта испарения с поверхности суши, снега и водоёмов.

Задание: При подготовке к практическому занятию повторить основные теоретические сведения с использованием литературы [3] из п.7. Выполнить 3 задания разных типов из практической части.

#### Порядок выполнения:

Подготовить ответы на следующие вопросы:

1. Что понимают под изменением климата в период инструментальных исследований?
2. Какую роль играет испарения в сохранении теплового баланса системы Земля -

атмосфера? Приведите пример.

3. Как происходит внешний и внутренний влагооборот?
4. Объясните климатическое значение снежного покрова?
5. По каким формулам проводят расчет испарения с поверхности: а) суши; б) водоемов; в) снега?

### Практическая часть

1. Вычислить скорость испарения и затраты тепла на испарение с поверхности неограниченного водоема, если температура водоема и воздуха составляет  $26,5^{\circ}\text{C}$ , скорость ветра на уровне судовых наблюдений  $4\text{ м/с}$ , относительная влажность  $90\%$ , параметр шероховатости  $0,02\text{ см}$ . Изменяется ли с высотой поток водяного пара в приводном слое? Какой фактор определяет испарение с водоема при условиях данной задачи? В районах теплых или холодных морских течений при прочих одинаковых условиях испарение интенсивнее?
2. Вычислить испарение (мм/ч и мм/сут) с поверхности снежного покрова высотой  $20\text{ см}$ , если температура воздуха и поверхности снега  $-8,0^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $90\%$ , скорость ветра на высоте флюгера ( $10\text{ м}$ )  $2\text{ м/с}$ , параметр шероховатости  $0,05\text{ см}$ .
3. Вычислить (в мм и см) средние месячные суммы испарения с оз. Севан, по нижеприведенным средним месячным данным. Построить и проанализировать график годового хода испарения с поверхности озера Севан.

Месяцы	$B$ , МДж/м <sup>2</sup>	$t_0$ , °C	$t$ , °C	$e$ , гПа	$U$ , м/с
I	0	3,1	-3,8	3,6	4,2
II	31	2,2	-3,4	4,0	4,2
III	94	2,0	-0,6	4,6	3,7
IV	153	3,2	3,4	6,1	3,2
V	202	6,9	7,8	8,7	2,6
VI	211	13,2	12,2	11,7	3,0
VII	204	17,7	15,7	14,5	3,5
VIII	185	18,7	16,2	15,1	3,4
IX	129	17,4	14,0	12,2	3,5
X	68	14,1	10,3	9,5	3,4
XI	13	9,8	3,5	6,8	3,7
XII	-13	5,5	-1,6	4,9	4,2
Среднее за год	1277	9,5	6,1	8,5	3,6

Примечание:  $t_0$  – температура воды,  $t$  – температура воздуха

4. Рассчитать испарение за час с поверхности моря, температура которой  $10,0^{\circ}\text{C}$ , если на уровне судовых наблюдений температура воздуха  $6,0^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $100\%$ . Скорость ветра  $2\text{ м/с}$ . Какое атмосферное явление может наблюдаться в этих условиях?
5. Вычислить скорость испарения с поверхности моря за час, если температура поверхности воды  $10,0^{\circ}\text{C}$ , температура воздуха на уровне судовых наблюдений  $12,0^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $60\%$ , скорость ветра  $3\text{ м/с}$ .
6. Вычислить испарение в мм/ч, мм/сут и затраты тепла на испарение с поверхности пруда, если дефицит насыщения воздуха на ближайшей метеостанции составляет  $4,3\text{ гПа}$ , скорость ветра на высоте флюгера ( $12\text{ м}$ )  $7\text{ м/с}$ , а параметр шероховатости  $3\text{ см}$ .
7. Вычислить испарение (мм/сут) с поверхности поля со стерней покрытого снегом, если температура воздуха составляет  $-11,0^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $70\%$ , скорость ветра на уровне  $2\text{ м}$   $3\text{ м/с}$ , температура поверхности снега  $-12,0^{\circ}\text{C}$ , параметр шероховатости  $0,6\text{ см}$ .
8. Вычислить испарение и затраты тепла на испарение с поверхности моря за сутки, в течение которых средние значения метеорологических величин составили: температура воды  $6,3^{\circ}\text{C}$ , температура воздуха на уровне судовых наблюдений  $5,3^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность  $75\%$ , скорость ветра  $6\text{ м/с}$ .
9. Вычислить скорость испарения с поверхности моря за час, если температура поверхности воды  $10,0^{\circ}\text{C}$ , температура воздуха на уровне судовых наблюдений  $12,0^{\circ}\text{C}$ , относи-

тельная влажность 60 %, скорость ветра 3 м/с.

Форма отчетности: Отчет по вышеприведенной форме (п. 9.1)

#### Основная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере: учебное пособие. – Братск : Изд-во БрГУ, 2016. – 172 с.

#### Дополнительная литература

1. Варданян М.А. Учение об атмосфере : метод. указания к выполнению практических работ. – Братск : ФГБОУ ВПО «БрГУ», 2012. – 131 с.
2. Воробьев А.В. Человек и биосфера: глобальное изменение климата: Учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1,2/ А.Е. Воробьев, Л.А.Пучков.- М.: РУДН, 2006.- 912 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как зависит скорость испарения от дефицита насыщения воздуха и скорости ветра?
2. При какой стратификации атмосферы при прочих равных условиях увеличивается испарение с поверхности водоемов и суши?
3. Как изменится температура поверхности водоема, с которого происходит интенсивное испарение при условии отсутствия притока тепла?
4. В какое время суток происходит более интенсивное испарение с поверхности малых водоемов летом?
5. Как влияют размер и форма водоемов на скорость испарения?

### **9.2 Методические указания по подготовке к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

*Текущий контроль* знаний обучающихся проводится как на практических занятиях в ходе дискуссий и выполнения индивидуальных заданий, так и при завершении изучения каждого раздела с помощью электронного банка тестовых заданий. Количество заданий, выдаваемых каждому студенту в рамках тестового контроля по одному разделу, не менее 25. Тестовый контроль может быть проведен как в письменном виде в аудитории, так и в дисплейном классе с использованием программы «Виртуальная студия тестирования» (VTS). Подготовку к тестированию рекомендуется проводить с использованием учебных пособий [1] и [5] из п.7.

В тестах по курсу Учение об атмосфере содержатся задания трех типов:

1. задание состоит из неполного суждения с одним ключевым элементом и множеством альтернативных ответов, один из которых является верным. Студенту необходимо выбрать один правильный ответ, чтобы суждение стало полным и верным;
2. неполное суждение, которое необходимо дополнить ключевым элементом. В качестве ключевого элемента является слово, вписываемое студентом;
3. задание состоит из полного суждения. Студенту необходимо указать, является ли оно верным.

*Во время тестирования необходимо помнить следующее:*

- в первую очередь выполнять те задания, которые кажутся более легкими;
- прежде чем отвечать на задание, нужно внимательно прочитать его 2...3 раза, чтобы правильно понять содержание;
- при решении расчетных задач использовать калькулятор;
- задания не переписывать, а сразу давать ответ;
- стараться закончить тестирование до того, как закончится отведенное на него время, чтобы иметь возможность проверить работу.

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме *зачета*. К сдаче зачета допускаются студенты, которые выполнили в установленные сроки весь объем запланированной работы по дисциплине: посещали и конспектировали лекции, защитили



отчеты по практическим работам, получили положительные результаты на мероприятиях текущего тестового контроля.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения практических занятий;
- работы в электронной информационной среде;
- контроля учебных достижений обучающихся.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
- Справочно-правовая система «Консультант Плюс»;
- Программное обеспечение «Визуальная студия тестирования».

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР или ПЗ</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Лк	Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование - Ноутбук hp, Видеопроектор Acer	-
ПЗ	Лаборатория общей не- органической химии	Мультимедийное оборудование - Ноутбук hp, Видеопроектор Acer	ПЗ №1-10
СР	Читальный зал №1	Оборудование 10- ПК i5- 2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP Laser Jet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-5	владением знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении	1. Радиационный и тепловой режим атмосферы	1.1. Общие сведения об атмосфере	Вопросы к зачету 1.1÷1.20
			1.2. Радиация в атмосфере	
			1.3. Тепловой режим атмосферы	
			1.4. Температурный режим почвы	
ПК-14	владением знаниями об основах землеведения, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии	2. Влагооборот и циркуляция атмосферы	2.1. Вода в атмосфере	Вопросы к зачету 2.1÷2.18
			2.2. Барическое поле и барическая система	
		3. Климатообразование и погода	3.1. Климат	Вопросы к зачету 3.1÷3.15
			3.2. Погода	

## 2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-5	владением знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении	<p>1.1 Основные сведения об атмосфере: состав и физические характеристики.</p> <p>1.2 Строение атмосферы.</p> <p>1.3 Виды радиации: прямая и рассеянная солнечная радиация. Суммарная радиация.</p> <p>1.4 Понятие альбедо.</p> <p>1.5 Собственное излучение Земли и встречное излучение атмосферы.</p> <p>1.6 Радиационный баланс деятельного слоя.</p> <p>1.7 Методы и приборы измерения радиации.</p> <p>1.8 Тепловой режим: нагревание и охлаждение атмосферы.</p> <p>1.9 Процессы передачи тепла в атмосфере: тепловая конвекция, радиационное излучение тепла, конденсация.</p> <p>1.10 Тепловой баланс земной поверхности.</p> <p>1.11 Суточный и годовой ход температуры воздуха.</p> <p>1.12 Типы годового хода температуры воздуха.</p> <p>1.13 Распределение температуры по территории земного шара, изотермы.</p> <p>1.14 Изменение температуры воздуха с высотой.</p> <p>1.15 Понятия вертикального градиента температуры и температурной инверсии. Измерение температуры воздуха.</p> <p>1.16 Процессы нагревания и охлаждения почв.</p> <p>1.17 Измерение температуры почвы.</p> <p>1.18 Суточный и годовой ход температуры почв. Изоплеты.</p> <p>1.19 Факторы, влияющие на амплитуду суточного и годового хода температуры почвы.</p> <p>1.20 Закономерности распространения тепла в почве: законы Фурье.</p> <p>2.1 Вода в атмосфере: влажность воздуха, характеристики влажности.</p>	<p>1. Радиационный и тепловой режим атмосферы</p> <p>2. Влагообо-</p>

2	ПК-14	<p>владением знаниями об основах земледелия, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии</p>	<p><b>2.2</b> Приборы для измерения влажности.  <b>2.3</b> Международная классификация облаков.  <b>2.4.</b> Измерение испарения.  <b>2.5</b> Облачность в атмосфере.  <b>2.6</b> Ветровые потоки у земной поверхности: пассаты, муссоны, интенсивная циклоническая деятельность, бризы, местные ветры, бора, шквалы, горно-долинные ветры, фён.  <b>2.7</b> Атмосферные осадки: виды и классификация.  <b>2.8</b> Приборы для измерения осадков.  <b>2.9</b> Распределение осадков по территории земли. Изогииеты.  <b>2.10</b> Общая циркуляция атмосферы.  <b>2.11</b> Распределение атмосферного давления у земной поверхности. Барическое поле и барическая система.  <b>2.12</b> Типы изобар: циклон, антициклон, ложбина, гребень, седловина.  <b>2.13</b> Барическое поле и ветер. Циклоны и антициклоны.  <b>2.14</b> Фронтальные разделы воздушных масс в атмосфере.  <b>2.15</b> Типы фронтов: теплый, холодный, стационарный, окклюзии. Условия их образования.  <b>2.16</b> Ветер, характеристики ветра, шкала Бофорта. Понятие розы ветров.  <b>2.17</b> Основные приборы для измерения ветра.  <b>2.18</b> Суточный и годовой ход скорости ветра.</p> <p><b>3.1</b> Климат, климатические факторы.  <b>3.2</b> Классификация климатов по Л.С.Бергу и Б.П.Алисову.  <b>3.3</b> Климатические зоны России.  <b>3.4</b> Микроклимат как явление приземного слоя атмосферы.  <b>3.5</b> Влияние рельефа, растительности, водоемов, зданий на микроклимат.  <b>3.6</b> Мезоклимат. Климат большого города.  <b>3.7</b> Изменения климата в период инструментальных наблюдений.  <b>3.8</b> Учет климатических факторов в городе при проектировании, строительстве и природоохранных мероприятиях.  <b>3.9</b> Влияние климатических условий на планировку застройки.  <b>3.10</b> Прогноз погоды. Классификация прогнозов погоды.  <b>3.11</b> Синоптические карты погоды.  <b>3.12</b> Опасные метеорологические явления в теплый период : заморозки, засухи и сухо-</p>	<p>рот и циркуляция атмосферы</p> <p><b>3.</b> Климатообразование и погода</p>
---	-------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

			<p>веи, пыльные бури, град, ливневые осадки, ураганы и смерчи.</p> <p><b>3.13</b> Опасные метеорологические явления в холодный период: сильный мороз, выпревание, вымокание, ледяная корка, зимняя засуха.</p> <p><b>3.14</b> Методы борьбы с опасными метеорологическими явлениями.</p> <p><b>3.15</b> Использование метеорологических наблюдений в природообустройстве.</p>	
--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– строение, состав и физические характеристики атмосферы;</li> <li>– распространение радиации в атмосфере;</li> <li>– тепловой режим атмосферы;</li> </ul> <p>(ПК-14):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– общую циркуляцию и влагооборот;</li> <li>– формирование и причины изменения климата;</li> </ul> <p><b>Уметь</b> (ОПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– комплексно оценивать состояние атмосферы и процессы, происходящие в ней;</li> <li>– определять физические закономерности, влияющие на циркуляцию атмосферы и погоду;</li> </ul> <p>(ПК-14):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оценивать вклад различных факторов в формирование климата на планете;</li> </ul> <p><b>Владеть</b> (ОПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами комплексной оценки состояния атмосферы и процессов, происходящих в ней;</li> <li>– методами поиска и обмена информацией в профессиональной сфере;</li> </ul> <p>(ПК-14):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа метеорологической информации для составления прогноза погоды;</li> <li>– навыками оценки изменения климата с использованием сведений многолетних наблюдений.</li> </ul>	<p><b>зачтено</b></p>	<p>обучающийся знает программный материал по дисциплине, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с практическими заданиями</p>
	<p><b>незачтено</b></p>	<p>обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания</p>

### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Учение об атмосфере имеет важное значение в системе подготовки эколога. Она направлена на получение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для их дальнейшего использования в профессиональной деятельности. Дисциплина формирует у обучающихся общие представления об основных законах климатологии и метеорологии, знакомит их со строением, составом и свойствами атмосферы и процессами, происходящими в ней, закономерностями формирования и динамики климата Земли и антропогенным воздействием на него. Дисциплина предусматривает:

- лекции,
- практические занятия;
- самостоятельную работу;
- зачет.

После освоения раздела «1. Радиационный и тепловой режим атмосферы» обучающиеся должны знать:

- строение, состав и физические характеристики атмосферы;
- виды радиации: прямая и рассеянная солнечная радиация;
- понятие альbedo, собственное излучение Земли и встречное излучение атмосферы.
- радиационный баланс деятельного слоя; методы и приборы измерения радиации;
- тепловой режим атмосферы: тепловую конвекцию, радиационное излучение тепла, конденсацию; тепловой баланс земной поверхности;
- суточный и годовой ход температуры воздуха, их типы;
- изменение температуры воздуха с высотой, понятия вертикального градиента температуры и температурной инверсии;
- процессы нагревания и охлаждения почв, измерение температуры почвы;
- суточный и годовой ход температуры почв и их графическое представление;
- распространение тепла в почве: законы Фурье.

*Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:*

- расчета основных метеорологических величин: температуры, давления, влажностных характеристик;
- сопоставления различных типов суточного и годового хода температуры почвы и атмосферы;

*Необходимо овладеть навыками применения изученных методов в конкретных ситуациях:*

- для комплексной оценки состояния атмосферы и процессов, происходящих в ней.

После освоения раздела «2. Влагооборот и циркуляция атмосферы» обучающиеся должны знать:

- характеристики влажности: абсолютную и относительную влажность, точку росы, дефицит насыщения; приборы для измерения влажности и испарения, количества осадков, скорости и направления ветра;
- процессы испарения и конденсации, суммарное испарение;
- международную классификацию облаков;
- общую циркуляцию атмосферы; типы фронтов: теплый, холодный, стационарный, окклюзии, условия их образования; характеристики ветра, шкалу Бофорта; понятие розы ветров;

*Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:*

- объяснения распределения испарения и осадков на Земном шаре и их влияния на погоду и климат;
- объяснения суточного и годового хода скорости ветра и ее влияния на погоду и климат.

*Необходимо овладеть навыками применения изученных методов в конкретных ситуациях:*

- для комплексной оценки состояния атмосферы и процессов, происходящих в ней.

После освоения раздела «3. Климатообразование и погода» обучающиеся должны знать:

- понятие «климат» и основные факторы, формирующие климат;
  - существующие классификации климатов; климатические зоны России;
  - понятие микроклимата и влияние различных факторов на него;
  - понятие мезоклимата; изменения климата в период инструментальных наблюдений;
  - понятие «прогноз погоды», классификацию прогнозов;
  - опасные метеорологические явления в теплый период: заморозки, засухи и суховеи, пыльные бури, град, ливневые осадки, ураганы и смерчи;
  - опасные метеорологические явления в холодный период: сильный мороз, выпревание, вымокание, ледяная корка, зимняя засуха;
- Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для:*
- учета климатических факторов в городе при проектировании, строительстве и природоохранных мероприятиях.
  - борьбы с опасными метеорологическими явлениями в теплый и холодный период;
  - оценки глобальных эффектов антропогенного воздействия на климат;
- Необходимо овладеть навыками применения изученных методов в конкретных ситуациях:*
- для использования метеорологических наблюдений и методов в природообустройстве.

*Самостоятельную работу целесообразно начинать с внимательного ознакомления с теоретическими сведениями, далее рекомендуется ответить на вопросы для самопроверки, приведенные в конце каждой практической работы, и только после этого приступить к ее выполнению. Студентам необходимо помнить, что большую роль в достижении ими высоких результатов играет самостоятельная учебная работа, направленная на изучение как отдельных разделов и тем дисциплины, так и на подготовку к текущим контрольным мероприятиям. Самостоятельная работа, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений, заключается в работе обучающихся с лекционным материалом, поиске и анализе материалов из литературных и электронных источников информации по заданной теме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку.*

*Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.*

*В процессе проведения практических работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления об основных законах климатологии и метеорологии, строении, составе и свойствах атмосферы, о процессах, происходящих в ней; о тепло- и влагообороте, радиационном режиме, атмосферной циркуляции; о метеорологических наблюдениях; закономерностях формирования и динамики климата Земли и антропогенного воздействия на него.*

*Подготовку к зачету рекомендуется проводить с использованием учебных пособий [1] и [5] из п.7.*

*В процессе консультации с преподавателем обучающемуся необходимо уяснить вопросы, вызвавшие затруднение при самостоятельном изучении курса. Консультации можно получить по вопросам организации самостоятельной работы и по другим организационно-методическим вопросам.*

**Приложение 2**

## **АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины**

# Учение об атмосфере

## 1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является изучить строение и свойства атмосферы, типы ее циркуляции, закономерности распределения тепла и влаги в ней, факторы климатообразования.

Задачей изучения дисциплины является обучить студентов основным закономерностям:

- климатологии и метеорологии, лежащих в основе общей циркуляции атмосферы;
- радиационного и теплового режимов атмосферы;
- формирования климата и погоды.

## 2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебной работы, включая самостоятельную работу: лекций 17 ч., практических занятий 17 ч., самостоятельная работа 74 ч.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетные единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Радиационный и тепловой режим атмосферы
- 2 – Влагооборот и циркуляция атмосферы
- 3 – Климатообразование и погода

## 3. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-5 - владением знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении;
- ПК-14 - владением знаниями об основах землеведения, климатологии, гидрологии, ландшафтоведения, социально-экономической географии и картографии.

## 4. Вид промежуточной аттестации: зачет



*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.,  
*(разработчик)*

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
*(Ф.И.О.)*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-5  ПК-14	владением знаниями основ учения об атмосфере	1. Радиационный и тепловой режим атмосферы	1.1. Общие сведения об атмосфере	ПЗ№1, ПЗ№2, ПЗ№3, ПЗ№4, Тест по разделу 1
			1.2. Радиация в атмосфере	
			1.3. Тепловой режим атмосферы	
			1.4. Температурный режим почвы	
	владением знаниями об основах землеведения, климатологии, гидрологии	2. Влагооборот и циркуляция атмосферы	2.1. Вода в атмосфере	ПЗ№5, ПЗ№6, ПЗ№7, Тест по разделу 2
			2.2. Барическое поле и барическая система	
		3. Климатообразование и погода	3.1. Климат	ПЗ№8, ПЗ№9, ПЗ№10, Тест по разделу 3
			3.2. Погода	

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций**

Показатели	Оценка	Критерии
<b>Знать</b> <i>(ОПК-5):</i> – строение, состав и физические характеристики атмосферы; – распространение радиации в атмосфере; – тепловой режим атмосферы; <i>(ПК-14):</i> – общую циркуляцию и влагооборот; – формирование и причины изменения климата; <b>Уметь</b> <i>(ОПК-5):</i> – комплексно оценивать состояние атмосферы и процессы, происходящие в ней; – определять физические закономерности, влияющие на циркуляцию атмосферы и погоду;	<b>отлично</b>	– знание теоретического контролируемого материала отличное; – умения и навыки решения типовых задач отличные; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы отличное;
	<b>хорошо</b>	– знание теоретического контролируемого материала хорошее; – умения и навыки решения типовых задач хорошие; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы хорошее;
	<b>удовлетворительно</b>	– знание теоретического контролируемого материала среднее; – умения и навыки решения типовых задач средние; – умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы среднее;

<p><i>(ПК-14):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оценивать вклад различных факторов в формирование климата на планете;</li> </ul> <p><b>Владеть</b> <i>(ОПК-5):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами комплексной оценки состояния атмосферы и процессов, происходящих в ней;</li> <li>– методами поиска и обмена информацией в профессиональной сфере;</li> </ul> <p><i>(ПК-14):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа метеорологической информации для составления прогноза погоды;</li> <li>– навыками оценки изменения климата с использованием сведений многолетних наблюдений.</li> </ul>	<p><b>неудовлетворительно</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знание теоретического контролируемого материала ниже среднего;</li> <li>– умения и навыки решения типовых задач ниже среднего;</li> <li>– умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные мысли, делать выводы ниже среднего.</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование от «11» августа 2016 г. № 998

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «16» октября 2016 г. №684

**Программу составила:**

Варданян Маргарит Андраниковна, доцент, канд.тех.наук, доцент

\_\_\_\_\_ (подпись)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭБЖиХ от «\_\_\_\_\_» декабря 2018 г., протокол №\_\_

Заведующий кафедрой ЭБЖиХ \_\_\_\_\_

М.Р. Ерофеева

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой ЭБЖиХ \_\_\_\_\_

М.Р. Ерофеева

Директор библиотеки \_\_\_\_\_

Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЕН факультета от «\_\_\_\_\_» декабря 2018 г., протокол №\_\_

Председатель методической комиссии ЕНФ \_\_\_\_\_

М.А. Варданян

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник учебно-методического управления \_\_\_\_\_

Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_

(методический отдел)