

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
МСХА им. К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Институт агробиотехнологии
Кафедра метеорологии и климатологии

А.И.Белолобцев

КЛИМАТЫ РОССИИ

Рабочая тетрадь

Москва 2024

Климаты России: Рабочая тетрадь / А.И. Белолобцев. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2024. 40 с.

Рабочая тетрадь содержит задания и правила выполнения практических и семинарских занятий по дисциплине «Климаты России».

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология», направленность «Климатическая безопасность», «Метеорология» (уровень бакалавриата).

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института агробιοтехнологии (протокол № 8 от 27.02. 2024 г.).

© Белолобцев А.И., 2024
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
им. К.А. Тимирязева, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| 1. Климат как статистический режим. Анализ многолетних данных | 5 |
| 2. Солнечная радиация как климатообразующий фактор | 8 |
| 3. Пространственно-временные характеристики осадков, влажности и облачности | 12 |
| 4. Распределение значений температуры по России и земному шару. Поле температуры | 17 |
| 5. Генетическая классификация климатов (Кёппен) | 20 |
| 6. Ландшафтно-ботаническая классификация климатов (Берг) | 23 |
| 7. Классификация климатов по принципу повторяемости воздушных масс различного происхождения (Алисов) | 25 |
| 8. Колебания и современные изменения климата | 27 |
| 9. Циркуляция атмосферы и океана как климатообразующий фактор | 34 |
| Список рекомендованной литературы | 39 |

ВВЕДЕНИЕ

Разработанное учебное издание предлагается студентам, изучающим проблемы метеорологии и климатологии в области сельскохозяйственного производства на территории Российской Федерации.

Целью использования рабочей тетради «Климаты России» является углубление теоретических знаний, полученных учащимися на лекциях, с помощью решения практических примеров. В задачи практических занятий входит:

- использование теоретических знаний при решении практических гидрометеорологических задач;
- применение климатологической информации для оценки состояния экосистем в различных пунктах РФ;
- научный анализ локальных и региональных метеорологических данных;
- проведение экспериментальных исследований с помощью гидрометеорологических приборов и средств;
- обработка рядов наблюдений на основе применения современных вычислительных методик;
- построение графиков, диаграмм, специализированных карт;
- изучение сельскохозяйственных рисков, связанных с изменением климатических условий на территории России;
- оценка природно-ресурсного потенциала районов РФ с помощью классификации климатов, описания тенденции изменения климатообразующих факторов, конструирования адаптивных систем.

Тематический план рабочей тетради включает 9 работ, состоящих из нескольких заданий. Задания выполняются непосредственно в тетради. В конце каждой работы помещаются вопросы для самоконтроля учащимися полученных знаний. Список рекомендованной литературы основывается на базовых трудах ведущих учёных в области метеорологии, климатологии и агрометеорологии.

Выполненные учащимися работы сдаются для проверки преподавателю. По итогам их контроля в группах студентов проводятся коллоквиумы.

РАЗДЕЛ I. КЛИМАТООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ И КЛИМАТ РОССИИ

Тема 2. Климатообразующие факторы и их особенности

РАБОТА 1

КЛИМАТ КАК СТАТИСТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ. АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНИХ ДАННЫХ

(Климатологическая обработка многолетних данных на примере температуры воздуха)

Задание:

1. Рассчитать среднемесячные и среднегодовые температуры по данным, приведенным в таблице 1.1.

2. Найти и записать абсолютный минимум и абсолютный максимум среднемесячной и среднегодовой температур (табл. 1.2).

3. Рассчитать повторяемость температуры в июле и среднегодовой температуры (табл. 1.3).

Таблица 1.1

Среднемесячные и среднегодовые температуры воздуха за 1990-2024 гг

| Годы | январь | февраль | март | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь | ноябрь | декабрь | Средняя за год |
|------|--------|---------|------|--------|------|------|------|--------|----------|---------|--------|---------|----------------|
| 1991 | -6,1 | -6,1 | -1,0 | 7,3 | 13,6 | 19,1 | 18,4 | 16,4 | 11,0 | 6,9 | 0,9 | -3,9 | |
| 1992 | -5,2 | -4,3 | 1,8 | 5,4 | 12,2 | 17 | 19,1 | 18,5 | 13,4 | 2,2 | -2,6 | -4,5 | |
| 1993 | -4,5 | -4,9 | -1,8 | 5,8 | 15 | 14,1 | 17,5 | 15,6 | 7,0 | 4,9 | -7,8 | -3,6 | |
| 1994 | -3,3 | -10,9 | -2,8 | 7,6 | 9,9 | 14,5 | 17,7 | 16,1 | 14,1 | 5,2 | -2,6 | -8,0 | |
| 1995 | -5,8 | -0,8 | 0,8 | 9,3 | 14,6 | 19,8 | 17,7 | 17,1 | 13,0 | 6,9 | -2,7 | -9,2 | |
| 1996 | -9,7 | -9,2 | -2,8 | 6,7 | 16,1 | 16,8 | 19,2 | 17,5 | 10,1 | 6,2 | 4,0 | -6,6 | |
| 1997 | -7,7 | -4,3 | -0,9 | 4,9 | 11,5 | 18,2 | 19,2 | 17,7 | 9,0 | 4,0 | 2,0 | -7,6 | |
| 1998 | -4,6 | -7,2 | -1,0 | 4,4 | 14 | 20,1 | 18,9 | 15,6 | 11,0 | 5,9 | -7,8 | -5,8 | |
| 1999 | -4,4 | -5,8 | -0,7 | 10,2 | 8,8 | 21,9 | 22,2 | 16,6 | 11,9 | 7,5 | -4,7 | -1,8 | |
| 2000 | -6,1 | -2,9 | 0,2 | 11,2 | 10,8 | 16,2 | 19,2 | 16,8 | 10,3 | 7,4 | 0,2 | -2,4 | |
| 2001 | -4,0 | -7,0 | -1,9 | 9,6 | 11,3 | 16,4 | 23,2 | 17,1 | 12,4 | 5,0 | -0,4 | -10,4 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|-------|--|
| 2002 | -4,7 | -0,3 | 2,5 | 7,5 | 13 | 17,4 | 23 | 17,5 | 12,3 | 2,7 | -1,4 | -12,4 | |
| 2003 | -7,5 | -8,1 | -2,4 | 4,9 | 15,8 | 12,9 | 20,8 | 17 | 11,6 | 6,0 | 1,3 | -1,9 | |
| 2004 | -6,2 | -6,7 | 1,7 | 4,8 | 11,7 | 15,4 | 19,3 | 17,9 | 12,4 | 6,1 | -1,3 | -2,9 | |
| 2005 | -2,8 | -8,6 | -5,9 | 7,6 | 15 | 16,5 | 19,6 | 17,8 | 13,3 | 6,5 | 1,7 | -4,1 | |
| 2006 | -10,7 | -12,2 | -3,5 | 6,2 | 12,7 | 18,3 | 18,2 | 17,6 | 13,6 | 7,1 | 0,7 | 1,4 | |
| 2007 | -1,3 | -10,9 | 4,7 | 6,0 | 15,9 | 17,7 | 19,1 | 20,4 | 12,2 | 7,1 | -1,9 | -2,0 | |
| 2008 | -5,7 | -1,4 | 1,9 | 9,7 | 11,5 | 15,7 | 19,3 | 17,6 | 10,9 | 9,0 | 2,4 | -1,6 | |
| 2009 | -5,7 | -5,2 | -0,5 | 5,4 | 13,8 | 17,4 | 19 | 15,8 | 14,0 | 5,9 | 2,3 | -6,3 | |
| 2010 | -13,9 | -7,8 | -0,7 | 8,7 | 17 | 19,2 | 26,5 | 22,5 | 12,0 | 4,1 | 2,8 | -7,5 | |
| 2011 | -7,3 | -11 | -1,9 | 6,7 | 14,7 | 18,8 | 23,8 | 18,9 | 12,2 | 7,6 | 0,3 | -0,1 | |
| 2012 | -6,4 | -11,1 | -3 | 8,4 | 15,3 | 17,1 | 21 | 18,1 | 13 | 6,7 | 1,6 | -8,3 | |
| 2013 | -8,3 | -3,3 | -6,2 | 6,4 | 17,1 | 20 | 19 | 18,5 | 10,3 | 6,7 | 4,1 | -1,7 | |
| 2014 | -8,2 | -1,7 | 3 | 7,2 | 16 | 16,3 | 21,2 | 19,5 | 12,5 | 3,9 | -1,2 | -3,8 | |
| 2015 | -4,2 | -1,7 | 2,3 | 6,2 | 14,2 | 17,9 | 18,3 | 17,7 | 14,1 | 4,6 | 0,9 | 0,3 | |
| 2016 | | | | | | | | | | | | | |
| 2017 | | | | | | | | | | | | | |
| 2018 | | | | | | | | | | | | | |
| 2019 | | | | | | | | | | | | | |
| 2020 | | | | | | | | | | | | | |
| 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| 2022 | | | | | | | | | | | | | |
| 2023 | | | | | | | | | | | | | |
| 2024 | | | | | | | | | | | | | |
| Средн. за месяц | | | | | | | | | | | | | |

2. Какие способы передачи тепла существуют в атмосфере?
3. Чем характеризуется климат?

РАБОТА 2

СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ КАК ГЛАВНЫЙ КЛИМАТООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР

Энергетическая освещённость солнечной радиации, приходящей на верхнюю границу атмосферы, составляет $S_0 = 1367 \text{ Вт/м}^2$ при среднем расстоянии от Земли до Солнца. S_0 - так называемая, солнечная постоянная. Проходя через атмосферу, поток солнечной радиации в виде пучка параллельных лучей ослабляется из-за поглощения и рассеяния газами, аэрозолями и облаками.

Поступающая на поверхность Земли прямая солнечная радиация при перпендикулярном падении лучей выражается законом Буге:

$$S = S_0 p^m ,$$

где p – коэффициент прозрачности атмосферы; m – число оптических масс h_0 .

Ослабление солнечного потока в атмосфере зависит от высоты Солнца над горизонтом: чем ниже Солнце над горизонтом, тем большее число оптических масс проходят его лучи. За одну оптическую массу атмосферы принимается масса, которую проходят солнечные лучи при положении Солнца в зените, таблица 2.1. Коэффициент прозрачности p , зависящий от содержания в атмосфере аэрозолей и водяного пара, в реальной атмосфере на уровне моря составляет 0,70 – 0,85.

Таблица 2.1

Оптические массы атмосферы (m) при разной высоте Солнца (h_0)

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| m | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,6 | 2,0 | 2,9 | 5,6 | 10,4 | 26,0 | 34,4 |
| h_0 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 5 | 1 | 0 |

Поток прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность (инсоляция) вычисляется по формуле:

$$S' = S \sin h_0 .$$

Помимо высоты Солнца и прозрачности атмосферы энергетическая освещённость прямой радиации возрастает с увеличением высоты места над

уровнем моря. Так, на высоте $H = 1000$ м её увеличение составляет в среднем 100 Вт/м^2 .

Используя описанные выше теоретические законы и физические параметры, решите несколько практических актинометрических задач для пунктов России.

Задание:

1. Определите в таблице 2.2 величину инсоляции в основных земледельческих районах России при высотах Солнца 50° и 65° , коэффициенте прозрачности атмосферы 0,75.

Таблица 2.2

Вычисление инсоляции, как функции высоты Солнца

| Параметры | $h_0 = 50^\circ$ | $h_0 = 65^\circ$ |
|--------------------------|------------------|------------------|
| m | | |
| p^m | | |
| $S,$ Вт/м^2 | | |
| $S',$ Вт/м^2 | | |

2. Определите в таблице 2.3 величину инсоляции 30 июня на горной плантации рододендронов, расположенной в пункте Красная поляна (в районе г. Сочи), принимая полуденные значения прямой радиации на уровне моря 860 Вт/м^2 .

Таблица 2.3

Вычисление инсоляции в зависимости от высоты места

| Параметры | Значения |
|--|----------|
| H (пункта Красная поляна), м | |
| S (пункта Красная поляна), Вт/м ² | |
| h ₀ (в районе г. Сочи), град. | |
| sin h ₀ | |
| S', Вт/м ² | |

3. Постройте и проанализируйте диаграмму на рис. 2.1, характеризующую распределение величин инсоляции в городах России. Используйте таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Годовая инсоляция в городах России (МВт/м²)

| Пункт | Значение |
|--------------|----------|
| Архангельск | 0,85 |
| Екатеринбург | 1,10 |
| Москва | 1,01 |
| Новосибирск | 1,14 |
| Омск | 1,26 |
| Астрахань | 1,38 |

| | |
|-----------------|------|
| Санкт-Петербург | 0,93 |
| Ростов-на-Дону | 1,29 |

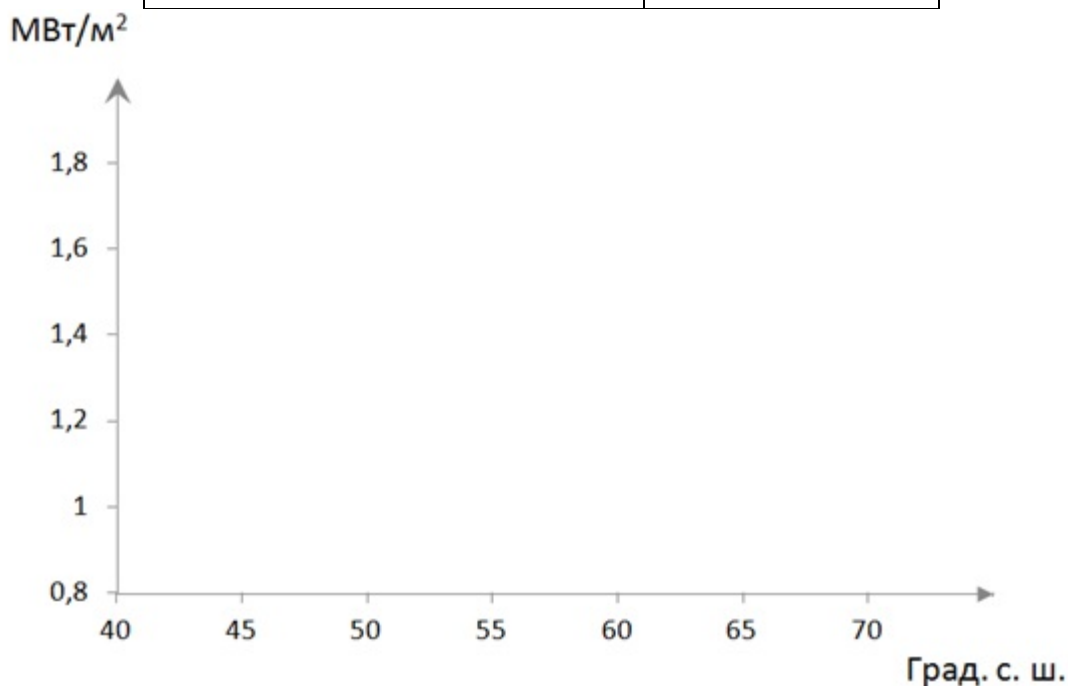


Рис. 2.1. Годовые значения инсоляции в пунктах РФ в зависимости от широты.

Научный анализ диаграммы рисунка 2.1:

Вопросы:

1. Почему к числу важнейших климатообразующих факторов России относится географическая широта.
2. От чего зависит величина инсоляции в различных пунктах РФ.
3. Каковы агроклиматические особенности России, связанные с энергетической освещённостью.

РАБОТА 3

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСАДКОВ, ВЛАЖНОСТИ И ОБЛАЧНОСТИ

Задание:

1. Проанализируйте в таблице 3.1 пространственно-временное распределение температуры и осадков в различных климатических поясах и областях России. Используйте соответствующие карты Атласа «География России».

Таблица 3.1

Климатические пояса и области России

| Пояс | Область | Широта, град., от-до | Долгота, град., от-до | Температура, °С | | Осадки, мм | | Охватываемые территории |
|----------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|---|------------|---|-------------------------|
| | | | | я | и | я | и | |
| Арктический | многолетних льдов | | | | | | | |
| | атлантического влияния | | | | | | | |
| | континентального влияния | | | | | | | |
| | тихоокеанского влияния | | | | | | | |
| Субарктический | атлантико-арктического влияния | | | | | | | |
| | континентальная | | | | | | | |
| | тихоокеанского влияния | | | | | | | |
| Умеренный | атлантико-арктического влияния | | | | | | | |
| | атлантико-континентальная | | | | | | | |
| | континентальная западно- | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----------------|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| | сибирская | | | | | | | |
| | континентальная восточно-сибирская | | | | | | | |
| | муссонная дальневосточная | | | | | | | |
| | тихоокеанского влияния | | | | | | | |
| | континентальная европейская | | | | | | | |
| | континентальная западно-сибирская | | | | | | | |
| | континентальная | | | | | | | |
| | горная Северного Кавказа | | | | | | | |
| | горная Алтая и Саян | | | | | | | |
| Субтропический | | | | | | | | |

2. На основании приведённого ниже перечня природных условий в климатических поясах России разместите в таблице 3.2 соответствующие цифры:

- 1- Континентальный климат. Тёплое короткое влажное лето и холодная продолжительная снежная зима;
- 2- Прохладное короткое лето и продолжительная холодная снежная зима;
- 3- Жаркое сухое лето и тёплая влажная зима;
- 4- Континентальный климат. Тёплое лето и холодная снежная зима;
- 5- Муссонный климат. Тёплое дождливое лето и холодная сухая зима;
- 6- Тёплое лето, очень холодная малоснежная зима;
- 7- Очень короткое холодное лето и очень суровая продолжительная зима;
- 8- Резко континентальный климат. Жаркое довольно сухое лето и суровая зима с невысоким снежным покровом.

Климатические условия России

| Пояс | Характеристика климата |
|----------------|------------------------|
| Арктический | |
| Субарктический | |
| Умеренный | |
| Субтропический | |

3. Представьте сведения в таблице 3.3 о температуре, осадках, флоре и фауне в климатических зонах России на основании карт Атласа «География России».

Таблица 3.3

Природные факторы климатических зон России

| Название климатической зоны | Температура, °С | | | Осадки, мм/год | Флора и фауна, возможности сельскохозяйственного производства |
|-----------------------------|-----------------|------|-----------|----------------|---|
| | Макс. | Мин. | Амплитуда | | |
| Арктических пустынь и тундр | | | | | |
| Тундры | | | | | |
| Лесотундры | | | | | |
| Тайги | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Смешанных и широколиственных лесов | | | | | |
| Лесостепи | | | | | |
| Степи | | | | | |
| Полупустыни | | | | | |

4. Определите в таблице 3.5 месячные значения суммарной радиации Q_n в пунктах России, с учётом облачности. Используйте данные таблицы 3.4 и параметров карты облачности атласа.

Суммарная солнечная радиация с учётом облачности Q_n вычисляется по формуле:

$$Q_n = Q_0 [1 - (1 - K) n],$$

где Q_0 – суммарная радиация при безоблачном небе; n – средняя степень облачности в долях единицы; K – эмпирический коэффициент.

Таблица 3.4

Месячные значения суммарной радиации при безоблачном небе и коэффициент влияния облачности

| Месяц | Широта (в град. с. ш.) | | | | | | | | |
|-------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| | Суммарная радиация при безоблачном небе Q_0 (ккал/см ²) | | | | | | | | |
| V | 17,7 | 18,2 | 20,6 | 22,0 | 22,8 | 23,0 | 22,4 | 21,1 | 19,2 |
| VI | 20,3 | 21,3 | 22,3 | 23,0 | 23,5 | 23,2 | 22,9 | 21,2 | 17,5 |
| VII | 18,8 | 20,1 | 21,4 | 22,5 | 23,1 | 23,0 | 22,5 | 21,2 | 18,3 |
| VIII | 10,6 | 13,5 | 16,2 | 18,7 | 20,8 | 22,0 | 22,0 | 21,2 | 19,5 |
| | Коэффициент влияния облачности K | | | | | | | | |
| K | 0,55 | 0,50 | 0,40 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,35 | 0,36 |

Определение значений суммарной радиации для пунктов России с учётом облачности

| Месяцы | Параметры | Нарьян-Мар | Нижний Новгород | Ставрополь |
|--------|---------------------|------------|-----------------|------------|
| V | Q_0 K n | | | |
| | Q_n | | | |
| VI | Q_0 K n | | | |
| | Q_n | | | |
| VII | Q_0 K n | | | |
| | Q_n | | | |
| VIII | Q_0 K n | | | |
| | Q_n | | | |

Вопросы:

1. В каких единицах измеряются атмосферные осадки? Географическое распределение осадков на планете.
2. Перечислите характеристики влажности воздуха.
3. Состав и структура облачных систем.

РАБОТА 4

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО РОССИИ И ЗЕМНОМУ ШАРУ. ПОЛЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Задание:

1. На основе данных таблицы 4.1 годового хода температуры воздуха и осадков в нескольких точках планеты, определите - в каком климатическом поясе находятся пункты, относящиеся к территории России, и каковы в них типы климата:

умеренный пояс - тип климата морской (а), континентальный (б), муссонный (в);

субтропический пояс – тип климата средиземноморский (г).

В тетради напротив номера № пункта проставьте соответствующие буквы. Используйте климатическую карту Атласа «География России».

Таблица 4.1

Годовой ход температуры и осадков в некоторых точках планеты

| № | Т-ра (°С), Ос. (мм) | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Год |
|---|------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 1 | Темп | 26,2 | 27,2 | 28,6 | 29,7 | 29,0 | 27,8 | 27,3 | 27,5 | 27,4 | 27,2 | 26,7 | 26,0 | 27,6 |
| | Ос | 17 | 3 | 16 | 41 | 212 | 339 | 309 | 284 | 345 | 280 | 113 | 63 | 2022 |
| 2 | Темп | 26,9 | 26,6 | 25,5 | 22,3 | 19,2 | 17,0 | 17,8 | 18,9 | 20,0 | 22,5 | 24,5 | 26,6 | 22,4 |
| | Ос | 136 | 140 | 106 | 134 | 115 | 70 | 55 | 38 | 80 | 136 | 152 | 154 | 1315 |
| 3 | Темп | -23,1 | -17,4 | -8,8 | 2,8 | 10,9 | 16,7 | 20,2 | 19,6 | 13,6 | 4,2 | -8,3 | -19,4 | 0,9 |
| | Ос | 5 | 5 | 7 | 24 | 65 | 98 | 129 | 125 | 49 | 34 | 15 | 8 | 564 |
| 4 | Темп | 10,3 | 11,2 | 12,4 | 14,2 | 15,7 | 19,8 | 21,1 | 21,7 | 20,2 | 16,8 | 13,8 | 11,0 | 15,7 |
| | Ос | 92 | 89 | 87 | 66 | 50 | 18 | 4 | 6 | 36 | 83 | 109 | 104 | 744 |
| 5 | Темп | 5,1 | 4,2 | 7,2 | 9,7 | 12,5 | 15,0 | 17,2 | 17,4 | 14,5 | 10,8 | 7,6 | 5,4 | 10,8 |
| | Ос | 68 | 51 | 50 | 45 | 45 | 49 | 52 | 54 | 70 | 103 | 89 | 78 | 767 |
| 6 | Темп | 21,6 | 23,0 | 26,4 | 30,1 | 31,7 | 30,7 | 28,1 | 27,3 | 28,2 | 29,7 | 26,9 | 22,7 | 27,2 |
| | Ос | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 | 21 | 85 | 109 | 52 | 13 | 0 | 0 | 290 |
| 7 | Темп | -19,7 | -18,1 | -9,3 | 3,7 | 10,8 | 17,0 | 19,0 | 17,1 | 12,3 | 5,3 | -5,6 | -13,8 | 1,6 |
| | Ос | 20 | 20 | 30 | 38 | 56 | 76 | 81 | 56 | 53 | 36 | 25 | 23 | 514 |
| 8 | Темп | 25,5 | 25,8 | 26,3 | 26,6 | 27,0 | 26,6 | 26,8 | 26,5 | 26,4 | 26,5 | 26,1 | 26,7 | 26,3 |
| | Ос | 246 | 181 | 185 | 197 | 166 | 177 | 169 | 198 | 175 | 201 | 256 | 263 | 2414 |

2. Постройте графики на рисунке 4.1 годового хода температуры воздуха для пунктов, расположенных в морском и континентальном климате. Используйте таблицу 3 «Строительная климатология».

Графические обозначения:

Калининград -----

Кызыл ++++++

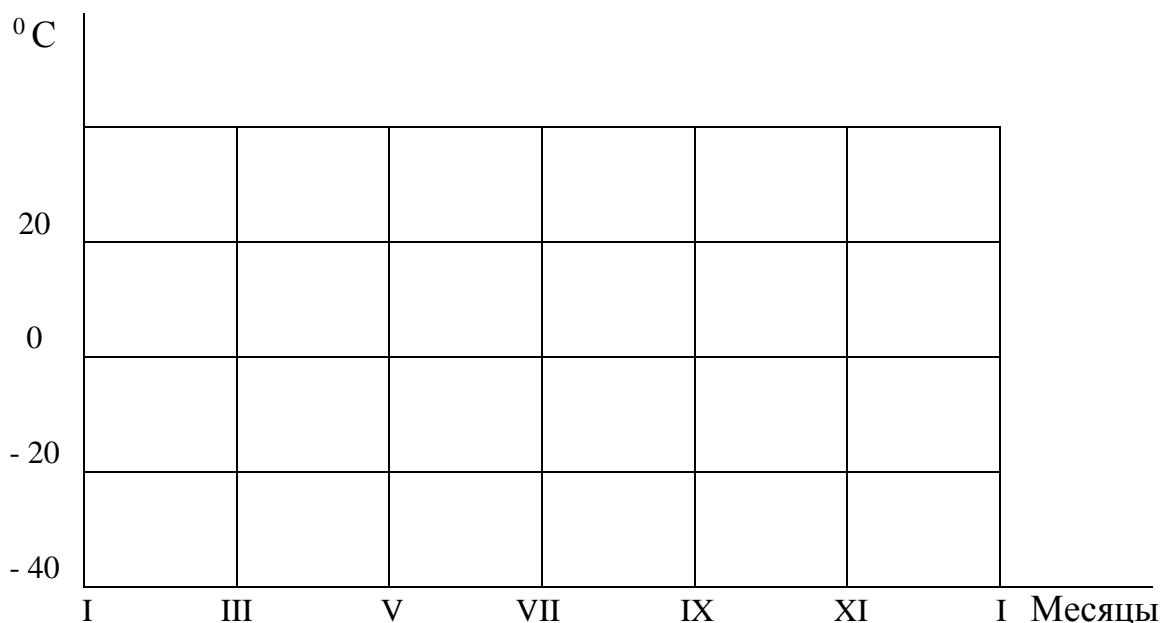


Рис. 4.1. Годовой ход температуры воздуха в морском и континентальном климате.

3. Определите величины средних абсолютных и квадратичных отклонений температуры воздуха в г. Казани в январе, июле и за год, используя таблицу 4.2.

Для характеристики изменчивости температуры воздуха используются величины:

- среднее абсолютное отклонение от многолетней средней

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - X_n|}{n}$$

- среднее квадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X_n)^2}{n}},$$

где n – число лет; x_i – значения за отдельные годы; X_n – среднее многолетнее за отдельные годы.

Таблица 4.2

**Параметры отклонения температуры от многолетней средней
в г. Казани**

| Год | Температура | | | Отклонения от средней | | | Квадрат отклонения от средней | | |
|---------------------------------|-------------|------|--------|-----------------------------------|---|--------|--|---|--------|
| | я | и | за год | я | и | за год | я | и | за год |
| 1921 | - 12,5 | 17,7 | 2,3 | | | | | | |
| 1922 | - 16,2 | 17,6 | 1,1 | | | | | | |
| 1923 | - 17,3 | 20,1 | 2,2 | | | | | | |
| 1924 | - 20,0 | 16,0 | 2,1 | | | | | | |
| 1925 | - 13,0 | 17,1 | 1,6 | | | | | | |
| 1926 | - 12,3 | 16,1 | 2,8 | | | | | | |
| 1927 | - 16,4 | 20,6 | 3,3 | | | | | | |
| 1928 | - 10,4 | 18,6 | 3,0 | | | | | | |
| 1929 | - 14,4 | 20,4 | 2,4 | | | | | | |
| 1930 | - 9,0 | 19,6 | 3,7 | | | | | | |
| Средние многолетние температуры | | | | Средние абсолютные отклонения v | | | Средние квадратичные отклонения σ | | |

Вопросы:

1. Сколько тепловых поясов на территории России, как они называются и в каких границах заключаются.
2. В сентябре и марте высота Солнца над горизонтом, а следовательно, и угол падения солнечных лучей одинаковы. Почему же в Москве средние месячные температуры воздуха этих месяцев существенно различаются: в марте она ниже - 6 °С, а в сентябре выше +8 °С.
3. Где и каковы на территории страны максимальные и минимальные среднегодовые, январские и июльские температуры воздуха.

РАЗДЕЛ II. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ

Тема 4. Принципы климатического районирования

РАБОТА 5

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КЛИМАТОВ (КЕППЕН-ТРЕВАРТ)

Задание:

1. Перечислите и охарактеризуйте в таблице 5.1 главные климаты на территории РФ из классификации В. Кёппена и Г. Треварта:

Ar – тропический дождливый климат;

Am – тропический муссонный климат;

Aw – тропический летний дождливый климат;

As – тропический зимний дождливый климат;

BS – климат степи;

BW – климат пустыни;

BM – морской пустынный климат;

Cr – субтропический дождливый климат;

Cw – субтропический летний дождливый климат;

Cs – субтропический зимний дождливый климат;

DO – умеренный морской климат;

DC – умеренный континентальный климат;

EO – субарктический морской климат;

EC – субарктический континентальный климат;

FT – климат тундры;

FI – ледовый климат.

Климатическое районирование России по Кёппену-Треварту

| Класс климатов | Термические границы, °С. | | Осадки (мм/год), их режим | | Район распространения, характеристика климата |
|----------------|--------------------------|----------------|---------------------------|------|---|
| | Общие | Дополнительные | Зима | Лето | |
| | | | | | |

РАБОТА 6

ЛАНДШАФТНО-БОТАНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КЛИМАТОВ (Л.С.БЕРГ)

Задание:

1. Охарактеризуйте в таблице 6.1 типы климатов России по ландшафтно-ботанической классификации Л.С. Берга.

Таблица 6.1

Климатическое районирование России по Л.С. Бергу

| Типы климатов | Относительная влажность воздуха, % | Коэффициент увлажнения, его степень | Почвы | Растительность |
|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------|----------------|
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |
| 4. | | | | |
| 5. | | | | |
| 6. | | | | |
| 7. | | | | |

2. Опишите основные принципы классификации климатов по Л.С.Бергу:

Вопросы:

1. Факторы климатообразования, учитываемые в классификации Л.С. Берга.
2. Распределение сельскохозяйственных зон на территории России в соответствии с принципами климатического районирования.
3. Укажите характерные черты климата степей.

РАБОТА 7

КЛАССИФИКАЦИЯ КЛИМАТОВ ПО ПРИНЦИПУ ПОВТОРЯЕМОСТИ ВОЗДУШНЫХ МАСС РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ (Б.П. АЛИСОВ)

Задание:

1. Охарактеризуйте в таблице 7.1 климатические пояса и области на основе генетической классификации Б.П. Алисова.

Таблица 7.1

Климатическое районирование России по Б.П. Алисову

| Климатические пояса и области | Воздушные массы | | Направление ветров | | Температура, °С | | Осадки | |
|------------------------------------|-----------------|------|--------------------|------|-----------------|-----------|---------|-----------------|
| | зима | лето | зима | лето | летом, до | зимой, до | мм, год | Сезон выпадения |
| Арктический | | | | | | | | |
| Субарктический: | | | | | | | | |
| океанический, | | | | | | | | |
| континентальный | | | | | | | | |
| Умеренный: | | | | | | | | |
| континентальный, | | | | | | | | |
| морской западных частей материков, | | | | | | | | |
| муссонный восточных | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| частей материков | | | | | | | | |
| Субтропи ческий (средиземно - морский) | | | | | | | | |

2. Опишите основные принципы климатического районирования по Б.П. Алисову:

Вопросы:

1. Укажите основные отличия классификации климатов по Б.П. Алисову.
2. Перечислите воздушные массы, участвующие в формировании климата на территории России.
3. Чем отличается континентальный климат умеренных широт от океанического и морской климат западных частей материков от муссонного климата восточных их частей на территории России по классификации Б.П. Алисова.

РАЗДЕЛ 3. ИЗМЕНЕНИЯ И КОЛЕБАНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

Тема 12. Оценка возможных климатических рисков в связи с глобальным изменением климата

РАБОТА 8

КОЛЕБАНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Задание:

1. Постройте на рисунке 8.1 и проанализируйте графики средних годовых значений температуры воздуха в пунктах на территории России для двух исторических климатических периодов:

1. 1961 - 1990 гг.; 2. 1979 - 2007 гг., используя данные таблицы 8.1.

Таблица 8.1

Средние годовые значения температуры воздуха в базовые периоды 1961 - 1990 гг. и 1979 - 2007 гг.

| Пункт | Годовая температура, °С | Годовая температура, °С |
|------------|-------------------------|-------------------------|
| | 1961 – 1990 гг. | 1979 – 2007 гг. |
| Верхоянск | -15,7 | -14,7 |
| Кандалакша | - 0,2 | 0,3 |
| Саратов | 6,4 | 6,9 |
| Армавир | 10,7 | 11,0 |
| Сыктывкар | 0,6 | 1,2 |
| Томск | 0,2 | 1,0 |
| Хабаровск | 1,8 | 2,2 |

Графические обозначения:

1. ++++++

2. -----

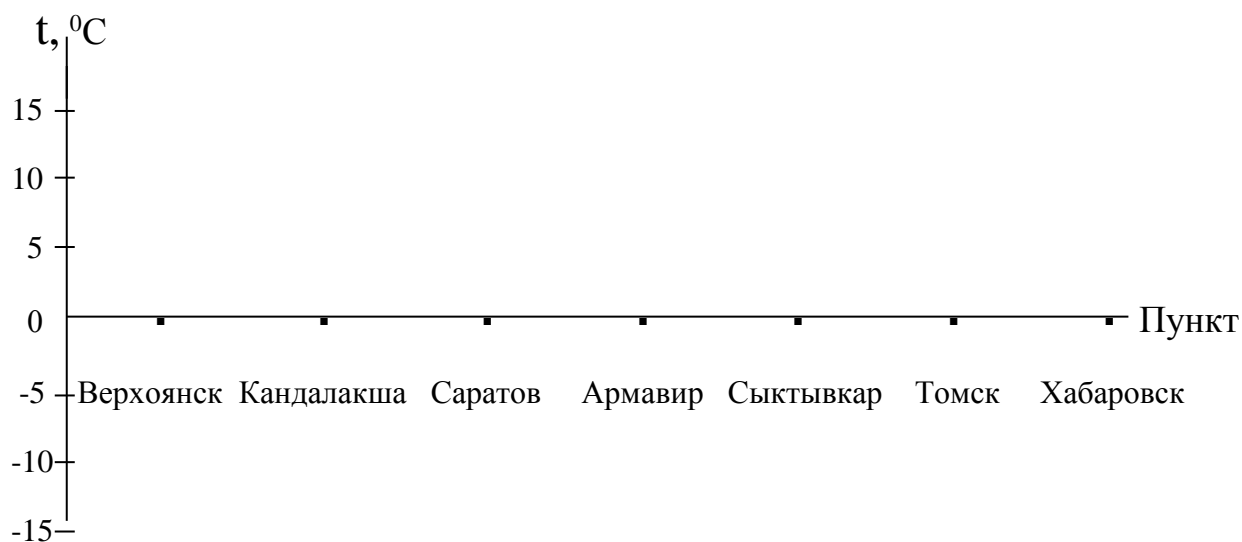


Рис. 8.1. Средние годовые значения температуры воздуха в пунктах России для двух исторических периодов (1, 2).

Научный анализ графиков рисунка 8.1:

2. Укажите в таблице 8.2 основные районы распространения неблагоприятных метеорологических явлений и их негативные последствия для сельского хозяйства на территории России в условиях изменения климата.

Неблагоприятные метеорологические явления на территории РФ

| Неблагоприятные метеорологические явления | Основные районы распространения | Причины возникновения | Негативные последствия |
|---|---------------------------------|---|------------------------|
| Засухи | | Устойчивые антициклоны, высокие температуры воздуха, малое количество осадков | |
| Суховеи | | Высокая температура воздуха и низкая относительная влажность | |
| Пыльные бури | | Ветер, недостаток почвенной влаги | |
| Ураганы | | Прохождение циклонов с очень низким давлением в центре | |
| Морозы, заморозки | | Похолодание, антициклон | |
| Град, гололёд | | Резкое похолодание | |
| Лесные пожары | | Высокая температура воздуха, грозовая активность, ветер, антропогенный фактор | |

3. Выдайте Ваши рекомендации для федеральных ведомств РФ по решению климатически обусловленных проблем, руководствуясь таблицей 8.3.

Таблица 8.3

Примеры климатически обусловленных проблем, входящих в сферу федеральных ведомств РФ

| Федеральное ведомство | Ведомственные интересы, связанные с изменением климата |
|---|--|
| 1. Министерство внутренних дел РФ (Федеральная миграционная служба) | Миграционные процессы, связанные с изменениями климата и соответствующими воздействиями на экономику, социальную сферу, комфортность проживания, здоровье населения в различных регионах РФ и за рубежом |
| 2. Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий | Обусловленные изменениями климата изменения характера, повторяемости, масштабов стихийных бедствий |
| 3. Министерство иностранных дел РФ | Международные соглашения по проблемам окружающей среды и климата. Соблюдение национальных интересов РФ при разграничении морских пространств и дна морей Северного Ледовитого океана с приарктическими государствами |
| 4. Министерство обороны РФ | Оборона границ РФ в связи с климатически обусловленными изменениями геополитической обстановки и, в частности, обеспечение защиты суверенитета и международных прав РФ на арктическом региональном направлении и контролирование иностранной военно-морской деятельности в районах и зонах, согласованных с ведущими морскими державами на основе двусторонних и многосторонних соглашений |
| 5. Министерство здравоохранения и социального развития РФ | Климатически обусловленные угрозы здоровью и занятости населения |

| | |
|---|---|
| 6. Министерство образования и науки РФ | Подготовка квалифицированных научных кадров в интересах РФ |
| 7. Министерство природных ресурсов РФ (Федеральные агентства водных ресурсов, лесного хозяйства; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; Федеральное агентство по недропользованию) | Климатические воздействия на природные ресурсы РФ: возникновение недостатка питьевой воды в некоторых регионах РФ, изменения пожароопасности в лесах, вытеснение одних биологических видов другими, возникновение ранее не свойственных заболеваний деревьев. Облегчение доступа к новым ресурсам в Арктике и связанные с ним проблемы загрязнения окружающей среды |
| 8. Министерство промышленности и энергетики РФ (Федеральное агентство по промышленности; Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; Федеральное агентство по энергетике) | Проблемы энергосбережения, альтернативные углеводородам виды топлива. Переход на «чистые» технологии. Прямые воздействия климатических изменений, например, продолжительность отопительного периода. Мониторинг эмиссий ПГ (ТЭК обеспечивает 80% эмиссий ПГ, он же является главным потребителем углеводородного топлива) |
| 9. Министерство регионального развития РФ (Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству) | Стратегии устойчивого развития регионов. Влияние изменений климата на региональную экономику. Воздействия изменения климата (например, таяния многолетней мерзлоты) на инфраструктуры. Новые СНиПы |
| 10. Министерство сельского хозяйства РФ (Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору; Федеральное агентство по рыболовству; Федеральное агентство по сельскому хозяйству) | Изменения урожайности различных культур в новых климатических условиях. Изменения пригодности земель для использования в сельском хозяйстве. Изменения промысловых районов в морях и океанах. Новые инфекции и паразиты. Вытеснение одних биологических видов другими |
| 11. Министерство транспорта РФ (Федеральная служба по | Освоение Северного морского пути и связанная с ним потребность в обновлении и безопасности эксплуатации судов ледокольного класса, |

| | |
|--|---|
| надзору в сфере транспорта, Федеральное агентство воздушного транспорта, Федеральное дорожное агентство, Федеральное агентство железнодорожного транспорта, Федеральное агентство морского и речного транспорта, Федеральное агентство геодезии и картографии) | включая атомный ледокольный флот. Воздействия таяния многолетней мерзлоты на авто- и железные дороги. Изменения ландшафтов, например, в результате таяния вечномёрзлых грунтов или растительного покрова суши. Изменения береговой черты в результате подъёма уровня океана. Воздействия климатических изменений на морские и речные порты и судоходство: наводнения, усиление штормовой активности в арктических морях |
| 12. Министерство информационных технологий и связи РФ | Участие в технологическом обеспечении климатических исследований и мониторинга климата и ПГ, проводимых в РФ |
| 13. Министерство финансов РФ | Финансирование приоритетных научных исследований в области климата. Особенности финансирования регионов Крайнего Севера РФ в условиях эволюции климатических зон |
| 14. Министерство экономического развития и торговли РФ | Экономическое обоснование принятия политических и экономических решений, связанных с проблемой изменения климата, например, оценка экономических рисков, прогноз и учёт экономических выгод и потерь РФ при заключении международных соглашений, подобных Киотскому |
| 15. Федеральная служба по метеорологии и мониторингу окружающей среды | Организация исследований климата и последствий его изменений – глобальных и на территории РФ, организация мониторинга климата и ПГ в РФ. Подготовка Национальных оценочных докладов о климатических воздействиях на территории РФ. Организация межведомственной интеграции работ в области климата |
| 16. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору | Экологические последствия климатических изменений: например. Загрязнение Арктики в результате интенсификации хозяйственной деятельности. Изменения в ТЭК в связи с переходом на альтернативные углеводородам виды топлива, в том числе возможные изменения в секторе атомной энергетики |
| 17. Федеральное агентство по атомной энергии | Возможное увеличение сектора атомной энергетики в ТЭК РФ. Обновление и эксплуатация атомного ледокольного флота |

| | |
|---------------------------------------|---|
| 18. Федеральное космическое агентство | Участие в решении приоритетных научных задач. Мониторинг климата |
| 19. Федеральное агентство по туризму | Новые возможности для туристического бизнеса в результате смягчения климата высоких широт (например, круизы к Северному полюсу) |

Ваши научные рекомендации к пунктам 1-19:

Вопросы:

1. Как влияет на климаты России глобальное потепление.
2. В чём проявляются климатические риски в сельскохозяйственной отрасли РФ.
3. Приведите примеры инициатив РФ в области международного сотрудничества по вопросам изменения климата.

РАБОТА 9

ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА КАК КЛИМАТООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР

Задание:

1. Отметьте, на какой из схем движения воздушных масс над Россией (рис. 9.1) показана зима. Объясните свой выбор анализом климатообразующих факторов.

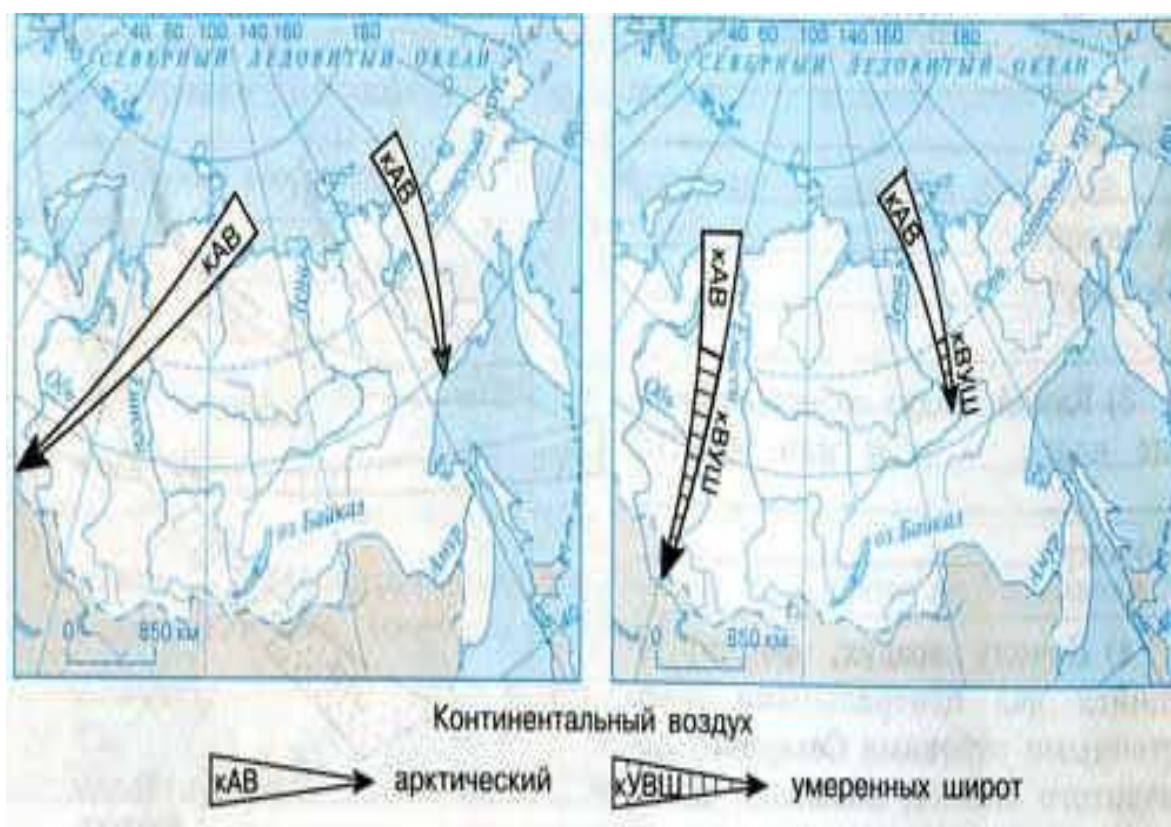


Рис. 9.1. Движение воздушных масс.

2. Укажите на схеме рисунка 9.2, в какой воздух трансформируется морской тропический воздух (мТВ) и морской воздух умеренных широт (мВУШ) при прохождении над территорией России.



Рис. 9.2. Трансформация воздушных масс.

3. Опишите в таблице 9.1 районы формирования и действия воздушных масс применительно к России. Используйте рисунок 9.3 (лето, зима):



Рис. 9.3. Циркуляция воздушных масс над Россией летом и зимой.

Свойства воздушных масс над Россией

| Название воздушных масс | Район формирования | Район действия |
|---|--------------------|----------------|
| <p>Арктический воздух – АВ</p> <p>Континентальный арктический воздух – кАВ</p> <p>Морской арктический воздух – мАВ</p> | | |
| <p>Воздух умеренных широт – ВУШ</p> <p>Континентальный воздух умеренных широт – кВУШ</p> <p>Морской воздух умеренных широт – мВУШ</p> | | |
| <p>Тропический воздух – ТВ</p> <p>Континентальный тропический воздух – кТВ</p> <p>Морской тропический воздух – мТВ</p> | | |

4. Охарактеризуйте в таблице 9.2 климатические условия морей России.

Таблица 9.2

Моря, омывающие территорию России

| Море | Бас-сейн океана | Площадь, тыс. км ² | Объём, тыс. км ³ | Глубина, м | | Температура воды, °С | | Со-лё-но-сть, ‰ | Ледови-тость | | Климатич-еские условия |
|------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|------------|-----|----------------------|------|-----------------|--------------|---------|------------------------|
| | | | | мак. | ср. | я-ф | и-ав | | за-ме-рз. | не-зам. | |
| 1. | | | | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | | | | |
| 10. | | | | | | | | | | | |
| 11. | | | | | | | | | | | |
| 12. | | | | | | | | | | | |
| 13. | | | | | | | | | | | |

5. Рассмотрите в таблице 9.3 типы морей России и составляющие их водного баланса, в соответствии с приведённым ниже перечнем.

Тип моря: море – озеро; окраинное океаническое; окраинное; смешанное материково–океаническое; материково – окраинное; внутреннее.

Таблица 9.3

Характеристики типизации морей России

| Море | Тип моря | Осадки, мм/год | Испарение, мм/год | Сток, км ³ /год |
|------|----------|-------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |
| 4. | | | | |
| 5. | | | | |
| 6. | | | | |
| 7. | | | | |
| 8. | | | | |
| 9. | | | | |
| 10. | | | | |
| 11. | | | | |
| 12. | | | | |
| 13. | | | | |

Вопросы:

1. Какие воздушные массы находятся над дальневосточными морями России.
2. Перечислите океанические течения, омывающие территорию РФ.
3. Почему более южное Белое море значительно холоднее Баренцева.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костин С.И. и Покровская Т.В. Климатология. – Л.: Гидрометиздат, 1953. - 427 с.
2. Алисов Б.П. Климат СССР. – М.: Высшая школа, 1969. – 104 с.
3. Метеорологический словарь. – Л.: Гидрометиздат, 1974. – 568 с.
4. Чирков Ю.И. Агрометеорология. - Л.: Гидрометеоздат, 1979. - 320 с.
5. Монин А.С. Введение в теорию климата. – Л.: Гидрометеоздат, 1982. - 246 с.
6. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: МГУ, 2006. – 582 с.
7. Белолобцев А.И. и др. Практикум по агрометеорологии и агрометеорологическим прогнозам. – М.: ТРАНСЛОГ, 2015. – 278 с.

Учебное издание

Составитель

Белолобцев Александр Иванович

КЛИМАТЫ РОССИИ

Рабочая тетрадь

Издано в редакции составителей
Корректурa составителей

Издательство РГАУ-МСХА
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44