

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 14.07.2025 08:44:19
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fec3ad1bf35f08

УП: 05.03.02
География РРиГИТ
2025.plx

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:
Руководитель ООП
В.Р. Хохлова
В.Р. Хохлова
«19» мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Климатология с основами метеорологии

Закреплена за кафедрой:	Физической географии и экологии
Направление подготовки:	05.03.02 География
Направленность (профиль):	Региональное развитие и геоинформационные технологии
Квалификация:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Семестр:	2

Программу составил(и):

канд. физ.-мат. наук, доц., Прокофьева Наталья Борисовна

Тверь, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Учебный курс «Климатология с основами метеорологии» целенаправлен на изучение основ климатологии и физических процессов и явлений, происходящих в атмосфере. Большое внимание уделяется изучению причин современных изменений климата, изменений климата в геологическом и историческом прошлом, а также региональным изменениям климата.

Задачи :

Задачи дисциплины состоят в изучении климатической системы Земли, глобального и локального климата, основных физических процессов и явлений, происходящих в атмосфере; усвоении методов наблюдения за атмосферными явлениями; в знакомстве с метеорологическими приборами, а также с методами анализа и прогноза состояний атмосферы и погоды.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Введение в географию

Математика

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Физическая география и ландшафты России

Физическая география материков и океанов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
самостоятельная работа	33
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.2: Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле при выполнении работ географической направленности

ОПК-2.1: Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях развития природных и природно-антропогенных систем для решения профессиональных задач

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	2

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Сем.	Часов	Примечание
	Раздел 1. ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ				
1.1	Атмосфера, погода, климат. Положение как в системе наук, так и в науках о Земле. Наблюдение и эксперимент. Статистический анализ, физико-математическое моделирование.	Лек	2	1	
	Раздел 2. Тема 2. Климатообразование.				
2.1	Влияние географической широты на климат. Изменения климата с высотой: высотная географическая зональность. Влияние распределения суши и моря на климат. Континентальность климата, индексы континентальности. Аридность климата, индекс увлажнения. Орография и климат. Океанические течения и климат. Влияние растительного и снежного покрова на климат.	Пр	2	2	
2.2	Географические факторы климата.	Ср	2	2	
2.3	Климатическая система, глобальный и локальный климат. Теплооборот, влагооборот и атмосферная циркуляция как климатообразующие процессы.	Лек	2	1	
2.4	Микроклимат как явление приземного слоя атмосферы. Влияние рельефа, растительности, водоемов, зданий на микроклимат. Связь иерархии климатов с иерархией физико-географических единиц. Мезоклимат.	Лек	2	1	
2.5	Климатические классификации. Непреднамеренные воздействия человека на климат. Изменения деятельной поверхности (сведение лесов, распахивание полей, орошение и обводнение, осушение, лесоразведение и пр.) и их последствия для климата.	Пр	2	2	
2.6	Техногенное увеличение концентрации углекислого газа и других радиационно-активных газов, а также аэрозолей. Техногенное производство тепла. Климат большого города. Остров тепла. Микроклиматы леса, пашни и естественных травянистых формаций, горных территорий. Оценка глобальных эффектов антропогенных воздействий на климат.	Ср	2	2	
2.7	Классификация климатов Земли.	Лек	2	2	

	Раздел 3. Тема 3. Воздух и атмосфера				
3.1	Состав сухого воздуха у земной поверхности. Водяной пар в воздухе, давление водяного пара и относительная влажность, давление насыщенного пара и его зависимость от температуры. Изменение состава воздуха с высотой. Газовые и аэрозольные примеси к атмосферному воздуху, озон. Уравнения состояния сухого воздуха.	Лек	2	2	
3.2	Водяной пар в воздухе, давление водяного пара и относительная влажность, давление насыщенного пара и его зависимость от температуры.	Пр	2	2	
3.3	Основное уравнение статики атмосферы. Барометрическая формула и ее применение. Приведение давления к уровню моря.	Пр	2	4	
3.4	Поле ветра.	Пр	2	2	
3.5	Атмосферная турбулентность. Турбулентный обмен. Приземный слой и планетарный пограничный слой. Атмосферная диффузия и распространение примесей в атмосфере.	Ср	2	4	
	Раздел 4. Тема 4. Радиация в атмосфере.				
4.1	Тепловое и лучистое равновесие Земли. Солнечная постоянная. Спектральный состав солнечной радиации. Поглощение и рассеяние солнечной радиации в атмосфере и связанные с ними явления	Лек	2	2	
4.2	Радиационный баланс земной поверхности. Географическое распределение суммарной радиации и радиационного баланса земной поверхности на земном шаре.	Пр	2	4	
4.3	Закон ослабления радиации в атмосфере. Коэффициент прозрачности, фактор мутности. Парниковый эффект. Уходящая радиация. Планетарное альbedo Земли.	Ср	2	6	
	Раздел 5. Тема 5. Тепловой режим атмосферы.				
5.1	Тепловой баланс земной поверхности. Различия в тепловом режиме почвы и водоемов.	Лек	2	2	

5.2	Карты изотерм. Географическое распределение температуры, влияние суши и моря, орографии и морских течений. Температура широтных кругов, аномалии температуры. Температура полушарий и Земли в целом. Стратификация воздушных масс, стратификация атмосферы, ее роль в развитии вертикальных движений. Конвекция, ускорение конвекции. Инверсии температуры и их типы. Тепловой баланс системы Земля-атмосфера.	Пр	2	4	
5.3	Годовая амплитуда температуры воздуха и континентальность климата. Типы годового хода температуры воздуха.	Пр	2	2	
5.4	Суточный и годовой ход температуры поверхности почвы. Распространение температурных колебаний в глубину почвы. Слои постоянной суточной и годовой температуры. Влияние растительного и снежного покровов на температуру почвы. Суточный и годовой ход температуры поверхности водоемов. Распространение температурных колебаний в воде.	Ср	2	9	
	Раздел 6. Тема 6. Вода в атмосфере.				
6.1	Влагооборот. Насыщение и испаряемость. Транспирация, суммарное испарение. Скорость испарения. Географическое распределение испарения. Характеристики влажности воздуха. Облака и осадки.	Лек	2	3	
6.2	Водный баланс на земном шаре. Облака, микроструктура и водность облаков. Международная классификация облаков. Условия образования туманов. Географическое распределение туманов.	Пр	2	6	
6.3	Наземные гидрометеоры (роса, иней, изморозь, жидкий и твердый налет, гололед). Оптические явления в облаках. Электричество облаков и осадков.	Ср	2	6	
	Раздел 7. Тема 7. Атмосферная циркуляция.				
7.1	Общая циркуляция атмосферы.	Лек	2	2	

7.2	Барическое поле. Роль циклонической деятельности в общей циркуляции атмосферы. Центры действия атмосферы и главные фронты. Местные циркуляции: бризы, горно-долинные, ледниковые и стоковые ветры. Прогноз погоды, служба погоды. Методы анализа и прогноза погоды.	Пр	2	4	
7.3	Погода в циклонах и антициклонах. Циркуляция в тропиках. Пассаты. Внутритропическая зона конвергенции. Тропические циклоны.	Ср	2	4	
	Раздел 8. Экзамен				
8.1	Подготовка к экзамену	Экзамен	2	27	

Список образовательных технологий

1	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Игровые технологии
4	Активное слушание
5	Лекция визуализация

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков обучающегося
Индикатор ОПК-1.2: Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле при выполнении работ географической направленности

- по картам климатического атласа составить климатическую характеристику территории

- по предложенным данным, используя синоптический код, составить метеорологическую телеграмму

- используя метеорологическую телеграмму нанести схему погоды вокруг кружка станции

Задание выполнено верно -1 балл

Имеются небольшие неточности – 0,5 балла

Задание выполнено неверно – 0 баллов

- провести первичную обработку бланка синоптической карты (отметить барические системы, выделить зоны осадков, провести линии фронтов и т.д.)

- охарактеризовать стратификацию атмосферы по имеющимся данным, рассчитать ускорение конвекции

Задание выполнено верно -2 балла

Имеются некоторые неточности - 1 балл

Задание выполнено неверно – 0 баллов

- знать, какие факторы взяты за основу в различных классификациях климатов Земли
- записать формулы для основных сил, действующих в атмосфере
- нарисовать схему общей циркуляции атмосферы

Задание выполнено верно -2 балла

Имеются некоторые неточности - 1 балл

Задание выполнено неверно – 0 баллов

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Дать определение понятию климатическая система. В чем отличие глобального и локального климата? Какие климатообразующие процессы вы знаете?
2. Каковы географические факторы климата? Как проявляется влияние географической широты на климат; изменение климата с высотой; распределение суши и моря?
3. Что характеризуют понятия: континентальность климата, индексы континентальности, аридность климата, индекс увлажнения?
4. Охарактеризовать микроклимат как явление приземного слоя атмосферы. Как проявляется влияние рельефа, растительности, водоемов, зданий на микроклимат?
5. В чем состоят непреднамеренные воздействия человека на климат? Какие последствия для климата имеет изменение деятельной поверхности: сведение лесов, распаивание полей, орошение и обводнение, осушение, лесоразведение и прочее? Техногенное увеличение концентрации углекислого газа и других радиационно-активных газов, а также аэрозолей?
6. Атмосфера, погода, климат. Какие температурные шкалы используют в метеорологии?
7. Каков состав сухого воздуха у земной поверхности? Изменение состава воздуха с высотой. Что такое аэрозольные примеси к атмосферному воздуху? Как образуется озон? Какова плотность воздуха?
8. Каков физический смысл основного уравнение статики атмосферы? В каких случаях применяется барометрическая формула?
9. В чем состоят адиабатические изменения состояния воздуха в атмосфере?
10. Дать характеристику электромагнитной и корпускулярной радиации. В чем отличие коротковолновой и длинноволновой радиации? Поясните суть теплового и лучистого равновесия Земли.
11. Чему равна солнечная постоянная? Какие явления связаны с поглощением и рассеиванием солнечной радиации в атмосфере?
12. Что такое прямая солнечная радиация? Отражение радиации и альбедо. Чему равно планетарное альбедо?
13. В чем отличие встречного излучения и эффективного излучения? Каковы составляющие радиационного баланса земной поверхности? Уходящая радиация.
14. Каковы составляющие теплового баланса земной поверхности? В чем различия в тепловом режиме почвы и водоемов?
15. Каков суточный и годовой ход температуры поверхности почвы? Слои постоянной суточной и годовой температуры. Как проявляется влияние растительного и снежного покровов на температуру почвы?
16. Каков суточный ход температуры воздуха и его изменение с высотой? В чем проявляются непериодические изменения температуры воздуха? Междусуточная изменчивость температуры воздуха. Что такое заморозки?
17. Перечислите типы годового хода температуры воздуха. Зачем нужно приводить температуру на станции к уровню моря?
18. Как проявляется географическое распределение температуры, влияние суши и моря, орографии и морских течений?
19. Что такое конвекция, ускорение конвекции, стратификация атмосферы?
20. Что такое инверсии температуры? Каковы их типы?
21. Влагооборот. Чем отличаются испаряемость, транспирация и суммарное

испарение? От чего зависит скорость испарения? Каково географическое распределение испарения?

22. Какие характеристики влажности воздуха известны? Каков суточный и годовой ход влажности воздуха, ее географическое распределение и изменения с высотой?

23. Охарактеризовать процессы конденсации и сублимации в атмосфере. Что может быть ядрами конденсации и замерзания? Что такое городские ядра конденсации?

24. Как образуются облака? Что такое микроструктура и водность облаков? Международная классификация облаков. Какие различают генетические типы облаков?

25. Какие оптические явления наблюдаются в облаках?

26. Какие необходимы условия для образования туманов? В чем отличие дымки, тумана, мглы, смога? Что такое наземные гидрометеоры?

27. Каков механизм образования осадков, конденсации и коагуляции? Какие виды осадков выпадают из облаков?

28. Как проявляется электричество облаков и осадков? Какие типы гроз известны? В чем причины молний и грома?

29. Каково климатическое значение снежного покрова? Что такое метель?

30. Что такое барическое поле и горизонтальный барический градиент? Чем отличаются барические системы: циклоны, антициклон, гребни, ложбины, седловины?

31. Как возникает ветер в атмосфере? Чем отличаются геострофический ветер, градиентный ветер и термический ветер? Каков суточный и годовой ход ветра в приземном слое?

32. Что подразумевается под атмосферной циркуляцией? Нарисовать схему.

8.3. Требования к рейтинг-контролю

Требования к рейтинг-контролю

Используется модульно-рейтинговая система оценки качества учебной работы студентов (два модуля и рубежных зачета).

Модуль 1

Темы модуля: Климатообразование. Классификация климатов. Состав и строение атмосферы. Радиация в атмосфере. Тепловой режим почвы и водоемов. Тепловой режим атмосферы.

Максимальная сумма баллов по модулю – 30 баллов, из них текущий контроль – 24 балла, рубежный контроль – 6 баллов.

Модуль 2

Темы модуля: Барическое поле атмосферы. Динамика атмосферы. Ветер в атмосфере. Фронты в атмосфере. Вода в атмосфере. Загрязнение атмосферы. Атмосферная циркуляция. Прогноз погоды.

Максимальная сумма баллов по модулю – 30 баллов, из них текущий контроль – 24 балла, рубежный контроль – 6 баллов.

Итоговая аттестация по дисциплине – экзамен (40 баллов).

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рекомендуемая литература

Основная

Шифр	Литература
Л.1.1	Пиловец, Метеорология и климатология, Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023, ISBN: 978-5-16-006463-5, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=428584

Л.1.2	Кислов, Суркова, Климатология, Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023, ISBN: 978-5-16-015194-6, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=421493
-------	--

Дополнительная

Шифр	Литература
Л.2.1	Святский, Кладо, Занимательная метеорология, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-09300-1, URL: https://urait.ru/bcode/542130
Л.2.2	Бондарева, Метеорология: дорожная синоптика и прогноз условий движения транспорта, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-08482-5, URL: https://urait.ru/bcode/538466

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Автоматическая метеостанция на территории учебно-лабораторного корпуса: http://meteo.telessoft.ru
Э2	Национальный атлас России: http://national-atlas.ru
Э3	Прогноз погоды на карте: https://www.ventusky.com/

Перечень программного обеспечения

1	Google Chrome
2	OpenOffice
3	Adobe Acrobat Reader
4	Многофункциональный редактор ONLYOFFICE

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	ЭБС «ЮРАИТ»
3	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
4	ЭБС «Лань»
5	ЭБС ТвГУ
6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
7	Репозиторий ТвГУ
8	Виртуальный читальный зал диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ)

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
6-111	компьютеры, сканер
6-116	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, термометры метеорологические, анемометр, барометр, гигрометр
6-201	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, экран, проектор

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

См. Приложение 2

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Дать определение понятию климатическая система. В чем отличие глобального и локального климата? Какие климатообразующие процессы вы знаете?
2. Каковы географические факторы климата? Как проявляется влияние географической широты на климат; изменение климата с высотой; распределение суши и моря?
3. Что характеризуют понятия: континентальность климата, индексы континентальности, аридность климата, индекс увлажнения?
4. Охарактеризовать микроклимат как явление приземного слоя атмосферы. Как проявляется влияние рельефа, растительности, водоемов, зданий на микроклимат?
5. В чем состоят непреднамеренные воздействия человека на климат? Какие последствия для климата имеет изменение деятельной поверхности: сведение лесов, распаханность полей, орошение и обводнение, осушение, лесоразведение и прочее? Техногенное увеличение концентрации углекислого газа и других радиационно-активных газов, а также аэрозолей?
6. Атмосфера, погода, климат. Какие температурные шкалы используют в метеорологии?
7. Каков состав сухого воздуха у земной поверхности? Изменение состава воздуха с высотой. Что такое аэрозольные примеси к атмосферному воздуху? Как образуется озон? Какова плотность воздуха?
8. Каков физический смысл основного уравнения статики атмосферы? В каких случаях применяется барометрическая формула?
9. В чем состоят адиабатические изменения состояния воздуха в атмосфере?
10. Дать характеристику электромагнитной и корпускулярной радиации. В чем отличие коротковолновой и длинноволновой радиации? Поясните суть теплового и лучистого равновесия Земли.
11. Чему равна солнечная постоянная? Какие явления связаны с поглощением и рассеиванием солнечной радиации в атмосфере?
12. Что такое прямая солнечная радиация? Отражение радиации и альbedo. Чему равно планетарное альbedo?
13. В чем отличие встречного излучения и эффективного излучения? Каковы составляющие радиационного баланса земной поверхности? Уходящая радиация.
14. Каковы составляющие теплового баланса земной поверхности? В чем различия в тепловом режиме почвы и водоемов?
15. Каков суточный и годовой ход температуры поверхности почвы? Слои постоянной суточной и годовой температуры. Как проявляется влияние растительного и снежного покровов на температуру почвы?
16. Каков суточный ход температуры воздуха и его изменение с высотой? В чем проявляются непериодические изменения температуры воздуха? Междусуточная изменчивость температуры воздуха. Что такое заморозки?
17. Перечислите типы годового хода температуры воздуха. Зачем нужно приводить температуру на станции к уровню моря?
18. Как проявляется географическое распределение температуры, влияние суши и моря, топографии и морских течений?
19. Что такое конвекция, ускорение конвекции, стратификация атмосферы?
20. Что такое инверсии температуры? Каковы их типы?
21. Влагооборот. Чем отличаются испаряемость, транспирация и суммарное испарение? От чего зависит скорость испарения? Каково географическое распределение испарения?

22. Какие характеристики влажности воздуха известны? Каков суточный и годовой ход влажности воздуха, ее географическое распределение и изменения с высотой?
23. Охарактеризовать процессы конденсации и сублимации в атмосфере. Что может быть ядрами конденсации и замерзания? Что такое городские ядра конденсации?
24. Как образуются облака? Что такое микроструктура и водность облаков? Международная классификация облаков. Какие различают генетические типы облаков?
25. Какие оптические явления наблюдают в облаках?
26. Какие необходимы условия для образования туманов? В чем отличие дымки, тумана, мглы, смога? Что такое наземные гидрометеоры?
27. Каков механизм образования осадков, конденсации и коагуляции? Какие виды осадков выпадают из облаков?
28. Как проявляется электричество облаков и осадков? Какие типы гроз известны? В чем причины молний и грома?
29. Каково климатическое значение снежного покрова? Что такое метель?
30. Что такое барическое поле и горизонтальный барический градиент? Чем отличаются барические системы: циклоны, антициклон, гребни, ложбины, седловины?
31. Как возникает ветер в атмосфере? Чем отличаются геострофический ветер, градиентный ветер и термический ветер? Каков суточный и годовой ход ветра в приземном слое?
32. Что подразумевается под атмосферной циркуляцией? Нарисовать схему.

Примеры заданий на расшифровку метеорологических телеграмм

Вся метеорологическая информация кодируется согласно синоптическому коду КН-01 и передается в виде метеорологических телеграмм. Если какие либо данные в телеграмме отсутствуют, то на их месте ставятся косые линии.

1) 2012 27612 42205 50031 11558 41300 59329 70061.

20е число, 12 часов; г. Москва; общая облачность 5-6 баллов, направление ветра 2200, скорость ветра 5 м/с; горизонтальная видимость – 5 км, в срок наблюдения облака развивались, между сроками – меняющаяся облачность; давление 1011,5 гПа, температура воздуха –80 С; количество нижней облачности – 5 баллов, облака нижнего яруса – кучевые, высота нижней границы 200–300 м, облаков среднего и верхнего яруса нет; температура точки росы –90 С, барометрическая тенденция +2,9 гПа/ 3 часа, падение, затем рост; за последние 12 часов осадков не наблюдалось, минимальная температура – 110 С.

2) 3109 28225 70000 20854 37864 49401 65210 700//

31е число, 9 часов; г. Пермь; общая облачность 9-10 баллов, штиль; горизонтальная видимость 2 км; давление 1037,8 гПа, температура –140 С; количество облаков нижнего яруса 5 баллов, форма облаков нижнего яруса – кучево-дождевая, высота нижней границы 300-600 м, облаков среднего яруса нет, облака верхнего яруса перистые нитевидные; температура точки росы –150 С, барическая тенденция +2,1 гПа/3 часа, неравномерный рост; за последние 12 часов осадков не наблюдалось, данных об экстремальных температурах нет.

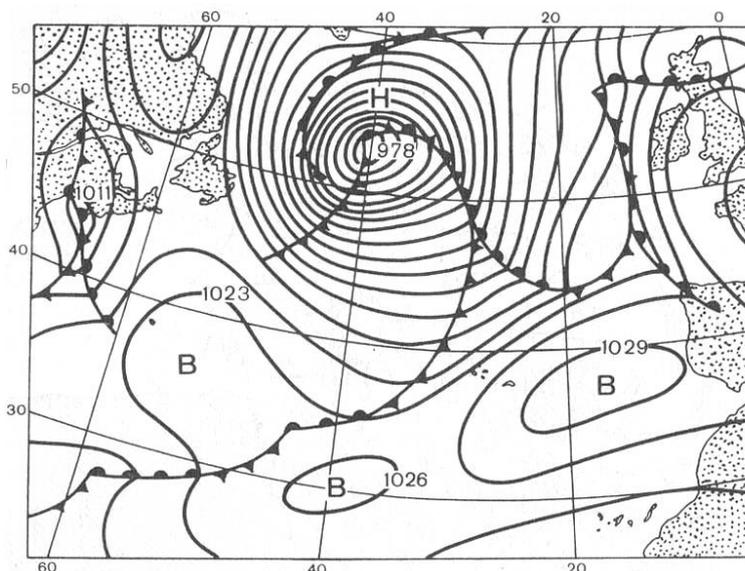
Тверской государственный университет
Кафедра физической географии и экологии

Приземные карты погоды. Синоптический анализ

Методические указания к лабораторным занятиям
по курсам «Климатология с основами метеорологии»,
«Учение об атмосфере»

Для студентов 1 курса очной формы обучения
направлений 021000.62 «География» и 022000.62 «Экология и
природопользование»

Издание второе, переработанное и дополненное



Тверь 2013

Составители: канд. физ.-мат. наук, доцент Н.Б. Прокофьева,
ст. преподаватель О.Е. Лазарев

Второе, переработанное и дополненное издание методических указаний предназначено для студентов очной формы обучения факультета географии и геоэкологии, обучающихся по направлениям: 021000.62 «География» и 022000.62 «Экология и природопользование» для проведения лабораторных занятий по курсам: «Климатология с основами метеорологии» и «Учение об атмосфере».

Дано общее представление о синоптическом коде КН-01, приземных картах погоды, составлении метеорологических телеграммах, нанесении погоды вокруг кружка станции, рассмотрены особенности проведения анализа синоптического положения на картах погоды.

В основу издания положены обновленные и дополненные методические указания к лабораторным занятиям по курсу «Метеорология и климатология», составленные к.г.н., доцентом А.Ю.Щербаковым в 1985г.

Печатается по решению кафедры физической географии и экологии (протокол № 2 от 7 ноября 2012 года).

Лабораторная работа 1

ПОНЯТИЕ О ПРИЗЕМНЫХ КАРТАХ ПОГОДЫ, СИНОПТИЧЕСКОМ КОДЕ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ТЕЛЕГРАММАХ

Принадлежности:

1. таблица учебного синоптического кода КН-01 (приложения 2, 3, 4);
2. учебные синоптические карты.

Цель: общее знакомство с приземными синоптическими картами погоды, изучение учебного синоптического кода КН-01, приобретение навыков расшифровки и составления метеорологических телеграмм.

Общее представление о картах погоды

Погода характеризуется совокупностью значений метеорологических величин, таких как давление, температура, влажность воздуха, скорость и направление ветра, облачность, атмосферные осадки, а также наличием особых явлений: туман, дымка, метель, гроза, зарница, гололед и т.п.

Количественные и качественные показатели погоды, характерной для того или иного пункта, фиксируются на метеорологических станциях в установленные сроки наблюдений (8 раз в сутки). Имея в виду цель предсказания погоды, необходимо изучение распределения метеорологических параметров над достаточно обширными территориями. Для получения такого рода информации, параметры, характеризующие погоду на отдельных станциях, кодируют специальным числовым кодом и передают в единый центр в виде метеорологических телеграмм. Там информация, полученная с метеорологических станций, раскодируется и условными знаками и цифрами наносится на географическую карту. Такая карта носит название приземной синоптической карты или приземной карты погоды.

Синоптические карты составляются в разных масштабах и охватывают территорию от полушария или всего земного шара до сравнительно небольшого района. В целом масштабы синоптических карт лежат в пределах от 1: 30 000 000 до 1: 2 500 000. На бланках этих карт наносятся распределение суши и моря и важнейшие особенности орографии; бланк печатается в два тона (зелено-голубой и песочный), реже – в один.

Для умения «читать» карту погоды необходимо изучить систему условных знаков, с помощью которых закодирована информация на синоптических картах, а также способы цифровой кодировки, принятой при шифровке метеорологических телеграмм. Для этого необходимо изучить синоптический код.

Синоптический код КН-01

Все данные, которые получают при проведении наблюдений на метеорологических станциях, кодируются цифрами, разбитыми на несколько групп, а затем передаются в виде телеграмм, по радио или по другим каналам связи. Рассмотрим структуру синоптического кода КН-01, который является наиболее распространенным синоптическим кодом как у нас в стране, так и за рубежом. Общая структура кода следующая:

YYGG Iiiii Nddff VVwwW PPPTT N_hC_hC_mC_H T_dT_dapp 7RRT_eT_e
 0 1 2 3 4 5 6
 7,

где в верхнем ряду указаны латинские буквы, соответствующие определенным цифрам кода, в нижнем ряду – номера групп (0-7)

Основная информация о погоде на метеостанции записывается в виде семи групп, в каждой из которых, кроме 0 группы содержится по 5 цифр, стоящих на месте условных обозначений. При записи структуры синоптического кода используются следующие обозначения:

Нулевая группа

YY – число месяца. Кодировается двумя цифрами, соответствующими числу месяца. Если это число однозначное, то первая цифра – ноль.

GG – срок наблюдения. Кодировается двумя цифрами аналогично как число месяца.

Пример: 1712 – 17-е число, срок – 12 часов; 0203 – 2-е число, срок – 3 часа.

Первая группа

II – номер большого метеорологического района, в котором расположена метеостанция. Для удобства использования вся территория Земного шара разбита на «большие» районы, что позволяет сразу же сужать территорию, на которой отыскивается метеорологическая станция. Номер большого района кодируется двумя цифрами, соответствующими порядковому номеру этого района.

iii – номер станции. Кодировается тремя цифрами, аналогично, как и номер района. Если номера однозначны или двузначны, то соответствующее количество первых цифр заменяется нулями.

Пример: Москва расположена в 27 большом районе, порядковый номер метеостанции – 612. В метеорологических телеграммах, передающихся из Москвы, первая группа кодируется следующим образом: 27612.

Для удобства определения станции по цифрам первой группы можно воспользоваться списком метеостанций с их синоптическими индексами [4].

Вторая группа

N – общее количество облаков. Кодировается одной цифрой (0÷9) в соответствии с нижеприведенной таблицей.

Таблица 1

Общее количество облаков и соответствующие цифры кода

N, бал-лы	0	1-2	2-3	4-5	5-6	6-7	7-8	9-10	10	Неба не видно
Цифра кода	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

dd – направление ветра. Кодировается двумя цифрами, которые могут принимать значение 00, 01÷36, 99. Цифры 00 обозначают штиль, цифры 99 – переменное направление ветра. Цифры в диапазоне 01÷36 обозначают десятки градусов азимута вектора скорости ветра.

Пример: 09 – ветер, дующий из точки горизонта с азимутом 90^0 , т.е. восточный ветер; 18 – ветер, дующий из точки с азимутом 180^0 , т.е. южный ветер.

ff – скорость ветра. Кодировается двумя цифрами, соответствующими скорости ветра в м/с. Если скорость ветра представляет собой однозначное число, то первая цифра – ноль.

Пример: 03 – скорость ветра 3 м/с; 10 – скорость ветра 10 м/с.

Третья группа

VV – горизонтальная видимость; ww – погода в срок наблюдений и W – погода между сроками наблюдений. Кодировются согласно таблицам, приведенным в синоптическом коде КН-01 (приложение 2,3,4).

Пример: 47636 – горизонтальная видимость 4,7 км, в срок наблюдений умеренный непрерывный обложной дождь, между сроками – дождь; 10555 – горизонтальная видимость – 1 км, в срок наблюдения – сильная непрерывная морось, между сроками – морось.

Четвертая группа

PPP – давление воздуха. Кодировается тремя цифрами, которые обозначают десятки, единицы и десятые доли гектопаскаля соответственно. При расшифровке значений давления, если число десятков 0, 1, 2, 3, 4, 5, необходимо добавить слева 10; если число десятков 6, 7, 8, 9, необходимо добавить слева 9.

Пример: 999 – добавляем слева цифру «9» и получаем значение давления 999,9 гПа; 101 – добавляем слева цифру «10» и получаем значение давления 1010,1 гПа; 785 – добавляем цифру «9» и получаем значение давления 978,5 гПа.

TT – температура воздуха. Кодировается двумя цифрами, которые соответствуют целому количеству градусов Цельсия. Если первая цифра в группе больше или равна 5, это означает, что температура отрицательна и для правильной расшифровки следует из значения TT вычесть 50 и полученному остатку приписать знак «-».

Пример: 29 – температура $+29^0\text{C}$; 51 – температура -1^0C ; 89 – температура -39^0C .

Пятая группа

N_h – количество облаков нижнего или среднего яруса. C_L – форма облаков нижнего яруса. h – высота нижней границы облаков. C_m – форма облаков среднего яруса. C_H – форма облаков верхнего яруса. Кодирование и раскодирование информации, содержащейся в 5й группе, осуществляется по таблицам синоптического кода КН-01 (приложение 3).

Шестая группа

$T_d T_d$ – температура точки росы. Кодировается двумя цифрами по тем же правилам, как и температура воздуха.

arr – информация о барической тенденции. a – характеристика барической тенденции. Кодировается одной цифрой. Если $a \leq 4$, то тенденция положительная, в

противном случае – отрицательная. Характеристика тенденции определяется согласно таблице 2.

pp – величина барической тенденции. Кодировается двумя цифрами с точностью до десятых долей гПа/3 часа.

Пример: 222 +2,2 гПа/ 3 часа, неравномерный рост, 701 -0,1 гПа/ 3 часа, неравномерное падение.

Седьмая группа

7 – отличительная цифра седьмой группы.

RR – количество осадков, выпавших за последние 12 часов. Кодировается и раскодируется согласно соответствующей таблице синоптического кода (приложение 4).

Пример: 12 – 12 мм/12 часов; 57 – 70 мм/12 часов; 90 – 400 мм/12 часов.

$T_e T_e$ – экстремальные температуры (максимальные или минимальные). Кодировются двумя цифрами аналогично тому, как кодируется температура воздуха.

Характеристика барической тенденции

Цифра кода	0	1	2	3
Характеристика тенденции	Рост, затем падение	Рост, затем без изменений	Неравномерный рост	Падение, затем рост
Цифра кода	5	6	7	8
Характеристика тенденции	Падение, затем рост	Падение, затем без изменений	Неравномерное падение	Рост, затем падение

Примеры расшифровки метеорологических телеграмм

Вся метеорологическая информация кодируется согласно синоптическому коду КН-01 и передается в виде метеорологических телеграмм. Если какие либо данные в телеграмме отсутствуют, то на их месте ставятся косые линии.

1) 2012 27612 42205 50031 11558 41300 59329 70061.

20е число, 12 часов; г. Москва; общая облачность 5-6 баллов, направление ветра 220° , скорость ветра 5 м/с; горизонтальная видимость – 5 км, в срок наблюдения облака развивались, между сроками – меняющаяся облачность; давление 1011,5 гПа, температура воздуха -8° С; количество нижней облачности – 5 баллов, облака нижнего яруса – кучевые, высота нижней границы 200–300 м, облаков среднего и верхнего яруса нет; температура точки росы -9° С, барометрическая тенденция +2,9 гПа/ 3 часа, падение, затем рост; за последние 12 часов осадков не наблюдалось, минимальная температура – 11° С.

2) 3109 28225 70000 20854 37864 49401 65210 700//

31е число, 9 часов; г. Пермь; общая облачность 9-10 баллов, штиль; горизонтальная видимость 2 км; давление 1037,8 гПа, температура -14° С; количество облаков нижнего яруса 5 баллов, форма облаков нижнего яруса – кучево-дождевая, высота нижней границы 300-600 м, облаков среднего яруса нет, облака верхнего яруса перистые нитевидные; температура точки росы -15° С, барическая тенденция +2,1 гПа/3 часа, неравномерный рост; за последние 12 часов осадков не наблюдалось, данных об экстремальных температурах нет.

Задание для самостоятельной работы 1

Расшифровать погоду, закодированную в метеорологических телеграммах, пользуясь синоптическим кодом КН-01 и картой метеорологических районов (приложение 1).

Лабораторная работа 2

НАНЕСЕНИЕ ПОГОДЫ ВОКРУГ КРУЖКА СТАНЦИИ. ЧТЕНИЕ ПОГОДЫ ПО ПРИЗЕМНОЙ СИНОПТИЧЕСКОЙ КАРТЕ

Принадлежности:

1. таблица синоптического кода КН-01;
2. учебная синоптическая карта.

Цель: изучение системы нанесения метеоинформации вокруг кружка, символизирующего метеостанцию; расшифровка информации, нанесенной на синоптическую карту.

Нанесение метеорологической информации вокруг кружка станции

Данные о погоде с помощью системы условных знаков и цифр наносятся на карте вокруг кружка, символизирующего метеорологическую станцию. Расположение наносимых значков и цифр имеет строго определенный порядок (рис. 1).

Нанесение погоды вокруг кружка метеорологической станции производится условными знаками и цифровыми символами по синоптическому коду КН-01. Если какие-либо значения измеряемых величин отсутствовали в метеорологической телеграмме, то при нанесении вокруг погоды кружка станции в соответствующих местах ставятся пропуски.

При нанесении необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Нижняя граница облачности указывается в метеорологической телеграмме в виде градации. При нанесении указывается нижний предел градации. (Например: высота нижней границы 600-1000 м, но наносится 600 м).
2. Направление ветра обозначается стрелкой, острием которой является кружок станции. Скорость ветра обозначается «оперением» стрелки, причем длинное перо соответствует скорости ветра 5 м/с, короткое – 2,5 м/с. В северном полушарии оперение стрелки располагают слева от направления ветра, а в южном полушарии – справа.

При скорости ветра 1 м/с стрелка остается без оперения, а при штиле вообще отсутствует. Если скорость ветра 25 м/с, то изображается треугольник, лежащий основанием на стрелке.

3. Давление воздуха наносится в цифрах кода.

В качестве примеров нанесения погоды вокруг кружка станции (рис. 2, 3) используем данные метеорологических телеграмм лабораторного занятия № 1.

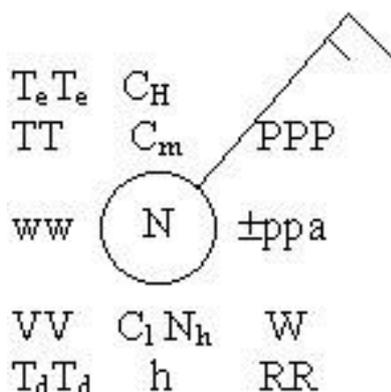


Рис. 1. Схема нанесения метеорологической информации вокруг кружка станции

Чтение погоды с синоптической карты

Для того чтобы иметь представления о погодных условиях на обширных территориях, необходимо уметь расшифровывать погоду, нанесенную вокруг кружков метеорологических станций. Расшифровка погоды осуществляется по тем же правилам, что и нанесение фактической погоды вокруг кружка станции.

Общая облачность 10 баллов; ветер юго-восточный 10 м/с; температура +2°C; температура точки росы -7°C; горизонтальная видимость 15 км; в срок наблюдения слабый с перерывами дождь, между сроками наблюдений дождь; давление 1011,3 гПа; барическая тенденция -0,4 гПа/3 часа, неравномерное падение; облака

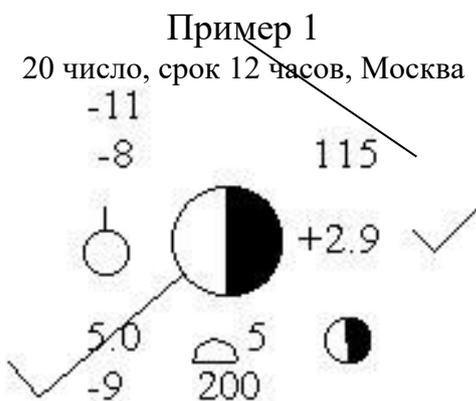


Рис. 2

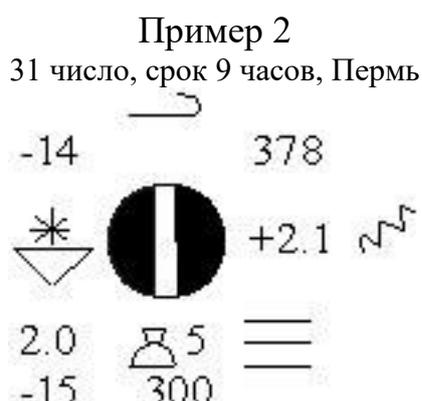
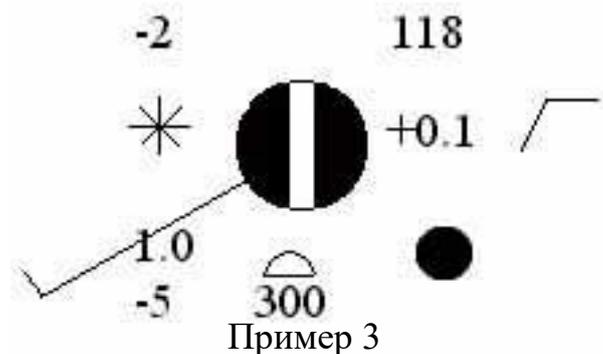


Рис. 3

нижнего яруса слоисто-кучевые, высота нижней границы 600-1000 м; облаков верхнего и среднего ярусов нет.

Пример 2

Общая облачность 9-10 баллов; ветер юго-западный, скорость 2-3 м/с; температура -2°C; температура точки росы -5°C; горизонтальная видимость 1 км; в срок наблюдения обложной снег слабый с перерывами, между сроками облачность более 5 баллов; давление 1011,8 гПа; барическая тенденция +0,1 гПа/3 часа, рост, затем без изменений; облака нижнего яруса кучевые; высота нижней границы 300-600 м; облаков верхнего и среднего ярусов нет.



Пример 3

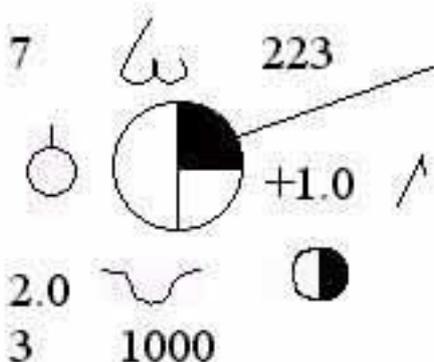
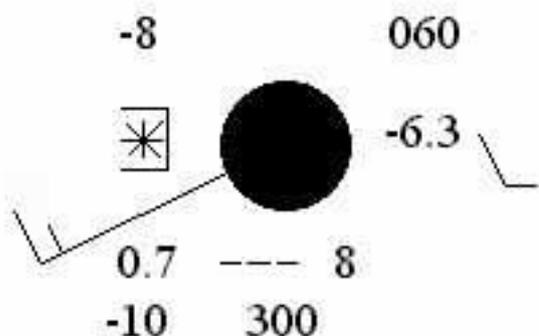


Рис. 6

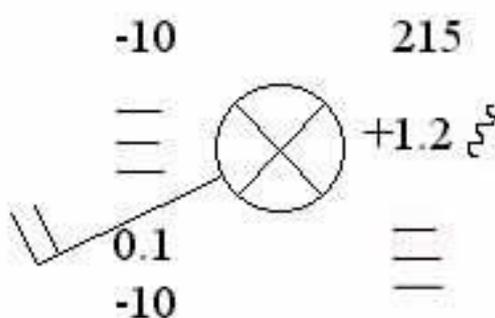
Общая облачность 4-5 баллов; ветер северо-северо-восточный 1 м/с; температура +7°C; температура точки росы +3°C; горизонтальная видимость 2 км; в срок наблюдения облака развивались, между сроками - меняющаяся облачность; давление 1022,3 гПа; барическая тенденция +1,0 гПа/3 часа, рост, затем падение; облака нижнего яруса слоисто-кучевые; высота нижней границы 1000-1500 м, облака среднего яруса высококучевые, грядами, облаков верхнего яруса нет.

Пример 4



Общая облачность 10 баллов, нижняя – 8 баллов; ветер юго-западный 7,5 м/с; температура -8°C ; температура точки росы -10°C ; горизонтальная видимость 0,7 км; в срок наблюдения умеренный непрерывный снег; давление 1006,0 гПа; барическая тенденция $-6,3$ гПа/3 часа, падение, затем без изменений; облака нижнего яруса разорванно-дождевые; нижняя граница 300-600 м; облаков среднего и верхнего яруса нет.

Пример 5



Неба не видно; ветер юго-западный 10 м/с; температура -10°C ; температура точки росы -10°C ; горизонтальная видимость 100 м; в срок наблюдения

туман, между сроками туман; давление 1021,5 гПа; барическая тенденция $+1,2$ гПа/3 часа, неравномерный рост.

Задание для самостоятельной работы 2

Нанести погоду вокруг кружка станции по данным закодированных и расшифрованных метеотелеграмм (приложение 1).

Лабораторная работа 3 ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ СИНОПТИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Принадлежности:

1. таблица синоптического кода КН-01;
2. простой и цветные карандаши, ластик;
3. бланки необработанных приземных синоптических карт.

Цель: научиться проводить первичный анализ синоптической карты и выявлять наиболее важные метеорологические явления.

На картах погоды (приземных синоптических картах) в виде цифр и значков наносится огромное количество метеорологических данных, относящихся к одному и тому же моменту времени. «Читать» такую карту, т.е. иметь представление о погодных условиях того или иного района, задача довольно сложная. Делать какие-либо заключения о возможном развитии атмосферных процессов и составлять прогнозы погоды по таким картам практически невозможно, поэтому стараются придать синоптическим картам наглядность. Эта задача решается на первом этапе обработки синоптических карт – так называемом первичном анализе.

Первичный анализ (обработка) приземных карт погоды заключается в выполнении следующих операций:

1. Проводят и подписывают изобары.
2. Проводят и подписывают изаллобары или изолинии барических тенденций (равного изменения давления за 3 часа).
3. Выявляют и обозначают центры циклонов, антициклонов, областей падения и роста давления.
4. Выявляют и выделяют цветными карандашами осадки и другие явления погоды.
5. Проводят линии атмосферных фронтов.

Проведение изобар

Изобара – линия на карте, соединяющая точки с одинаковыми значениями атмосферного давления. Проведение изобар является одной из важнейших операций при обработке приземных карт погоды. Изобары помогают наглядно представить закономерности пространственного распределения давления на уровне моря, а также положение циклонов, антициклонов и других барических систем. При этом вскрываются основные механизмы атмосферной циркуляции.

Изобары проводят простым карандашом в виде непрерывных плавных линий через 5 гПа (например 995, 1000, 1005, 1010, 1015 гПа и т.п.). При необходимости в ряде случаев можно проводить изобары через 2,5 и 1 гПа. Это делается для более точного определения положения центра циклона (или антициклона).

При проведении изобар осуществляют линейную интерполяцию между значениями давления воздуха на соседних метеостанциях и учитывают направление и скорость ветра, придерживаясь следующих правил:

1. Низкое давление должно располагаться слева и несколько впереди от направления ветра в соответствии с законом Бейс-Балло (барическим законом ветра).
2. Угол между направлением ветра и направлением касательной к изобаре составляет $30-40^{\circ}$ над сушей и 15° над морем.
3. Чем больше скорость ветра, тем ближе друг к другу должны быть проведены изобары и, наоборот, чем меньше скорость ветра, тем расстояние между изобарами больше.

При практической реализации последних правил следует помнить, что ветер обладает значительной изменчивостью, вызванной случайными причинами, и в момент наблюдения могут отмечаться несоответствия со средними соотношениями между барическим полем и полем ветра, сформулированные в приведенных правилах.

Проведенные изобары подписывают целым числом гектопаскалей: разомкнутые изобары – с двух сторон, замкнутые – в каком-либо одном месте. Подписи должны быть ориентированы параллельно широтным кругам синоптической карты. В центрах областей низкого давления, ограниченных замкнутыми изобарами, ставят черным карандашом заглавную букву Н; в центрах областей высокого давления – заглавную букву В, т.е. начальные буквы слов «Низкое» и «Высокое».

Проведенные изобары не должны пересекаться между собой. Давление воздуха является достаточно гладкой функцией от пространственных координат и поэтому изобары надо проводить в виде плавных линий, следует избегать проведения изобар в виде волнистых линий с резкими, угловатыми изгибами.

Для быстроты анализа карт погоды при проведении изобар интерполяция производится приближенно, «на глаз». Допускаемые при этом погрешности не выходят за рамки точности, необходимой для практических расчетов.

Незамкнутые изобары на краю карты следует обрывать вдоль одной линии, а надписи выполнять одну под другой, что позволяет быстрее находить значение давления вдоль той или иной изобары.

Проведение изаллобар

Изаллобары – линии, соединяющие точки с одинаковым изменением давления за определенный промежуток времени (например, за последние 3 часа). Изаллобары проводят через 1 гПа/ 3 часа простым карандашом в виде тонких прерывистых пунктирных линий. При большой густоте изаллобар допускается их проведение через 2 гПа/ 3 часа. Изаллобару 0 гПа/ 3 часа, разделяющую области падения и роста давления проводят только при слабых изменениях давления (менее 1 гПа/ 3 часа) на сравнительно больших площадях. Изаллобары подписывают целым числом гПа/ 3 часа. Если изаллобара отрицательна, то перед ее значением ставится знак «-», в противном случае, когда ее значения больше нуля, перед величиной тенденции знак не ставится.

Также как и изобары, изаллобары на карте могут быть разомкнутыми, а могут образовывать замкнутые области. В центрах областей падения давления красным карандашом ставят заглавную букву «П», а в центрах областей роста давления синим карандашом – заглавную букву «Р» (начальные буквы слов «Падение» и «Рост»). Рядом с буквами «П» и «Р» справа внизу соответствующим цветом более мелким шрифтом проставляют величину наибольшего в данной области (экстремального) значения барической тенденции с точностью до десятых долей гПа/ 3 часа (без знака, т.к. знак уже определен цветом и буквой). Располагаться буквы «П» и «Р» должны вблизи метеостанций, на которых отмечались экстремальные изменения давления.

Выявление метеорологических явлений («подъем» карты)

При осуществлении первичного анализа синоптической карты возникает необходимость привлечь внимание к наиболее важным характеристикам погоды путем их увеличенного цветного изображения. Такого рода операция носит название «подъем» синоптической карты. При этом зона обложных осадков сплошь закрашивается зеленым цветом, зона туманов – желтым. Остальные явления погоды отмечаются условными знаками, более крупными, чем при нанесении данных на карту в местах, где они имеют место согласно таблице 3.

Условные обозначения явлений погоды при «подъеме» приземной синоптической карты

Явления погоды	Условный знак	Цвет
Зона обложных осадков		зеленый
Обложные осадки местами		-"-
Слабый снег вне зоны атмосферных фронтов		-"-
Ливневые осадки		-"-
Морось		-"-
Гроза		-"-
Зарница		-"-
Общая метель		-"-
Гололед		-"-
Смерчь		красный
Пыльные (песчаные) вихри		фиолетовый
Зона туманов		желтый
Туман местами		-"-
Туман с моросью		желтый, зеленый
Дымка		желтый
Пыльная буря		-"-
Мгла, при видимости менее 2 км		-"-

Проведение линий атмосферных фронтов

В атмосфере, наряду с однородными воздушными массами, свойства которых медленно изменяются в горизонтальном направлении, сравнительно часто отмечаются узкие переходные зоны, получившие название фронтальных разделов или атмосферных фронтов.

Выявление атмосферных фронтов является наиболее сложной и ответственной операцией синоптического анализа. Основные признаки атмосферного фронта на приземной синоптической карте следующие:

1. Наиболее часто линия фронта проходит вдоль оси барической ложбины. Поэтому каждая барическая ложбина должна быть исследована с точки зрения возможности прохождения по ее оси атмосферного фронта.
2. Вдоль линии фронта наблюдается сходимоссть (конвергенция) ветра: если продолжить векторы ветра, взятые по обе стороны фронта, то они пересекутся.
3. При переходе через линию фронта наблюдается скачкообразное изменение температуры воздуха. Величина скачка температуры в среднем составляет 3-5⁰С, в отдельных случаях превышает 10⁰С. При переходе через линию фронта часто скачкообразно меняются значения и других метеорологических элементов: температура точки росы, горизонтальная видимость и т.п.
4. Величина барической тенденции различна по обе стороны фронта. Перед теплым фронтом располагается хорошо выраженная область падения давления, за холодным фронтом – область роста давления.
5. Вдоль линий фронтов располагаются системы облаков и зоны осадков, характерные для каждого вида фронта. Перед теплым – типична система облаков *As-Ns-Cs-Ci*, причем наиболее далеко от линии фронта на приземной карте погоды располагаются облака *Cs-Ci*, тогда как облака *Ns*, сопровождаемые обложными осадками, образуют полосу шириной до 300 км непосредственно перед линией фронта.

Для холодных фронтов характерны кучево-дождевые облака и ливневые осадки непосредственно перед линией фронта в узкой полосе (50-70 км), но могут также присутствовать облака других форм (система *Ns-As*, расположенная за линией фронта).

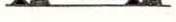
У фронтов окклюзии облака и осадки располагаются по обе стороны фронта, причем осадки могут носить как обложной, так и ливневый характер.

При проведении линии атмосферного фронта на карте погоды следует использовать условные обозначения, приводимые в таблице 4.

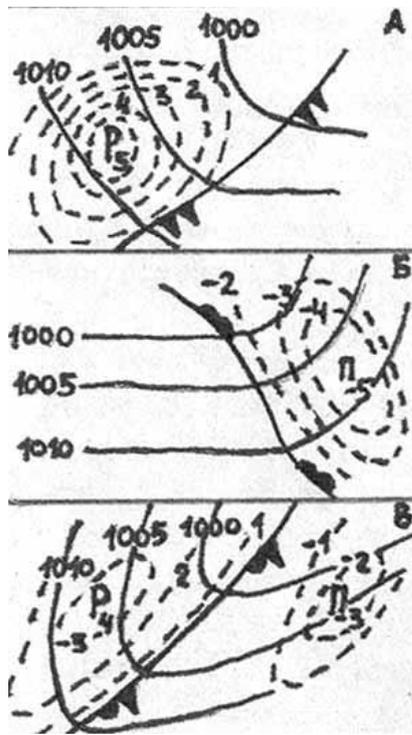
При одноцветной печати и на картах факсимильных передач полукружки обращают со стороны теплой ВМ в сторону холодной ВМ, треугольники - со стороны холодной ВМ в сторону теплой ВМ.

Таблица 4

Условные обозначения атмосферных фронтов на картах погоды

Тип фронта	Цветное изображение		Одноцветный орнамент
	линия	орнамент	
теплый		 К	
холодный		 С	
окклюзии		 Л	

Примечание: К – красный, С – синий, Л - лиловый



На рис. 2 приведены типичные схемы расположения изобар и изотенденций у резко выраженных атмосферных фронтов, а на рис. 3 приведен пример первичного анализа приземной синоптической карты за срок 12 (15) 10 X 1968.

Рис. 9. Изобары (—) и изотенденции (---) у фронтов: холодного (а), теплового (б), окклюзии (в)

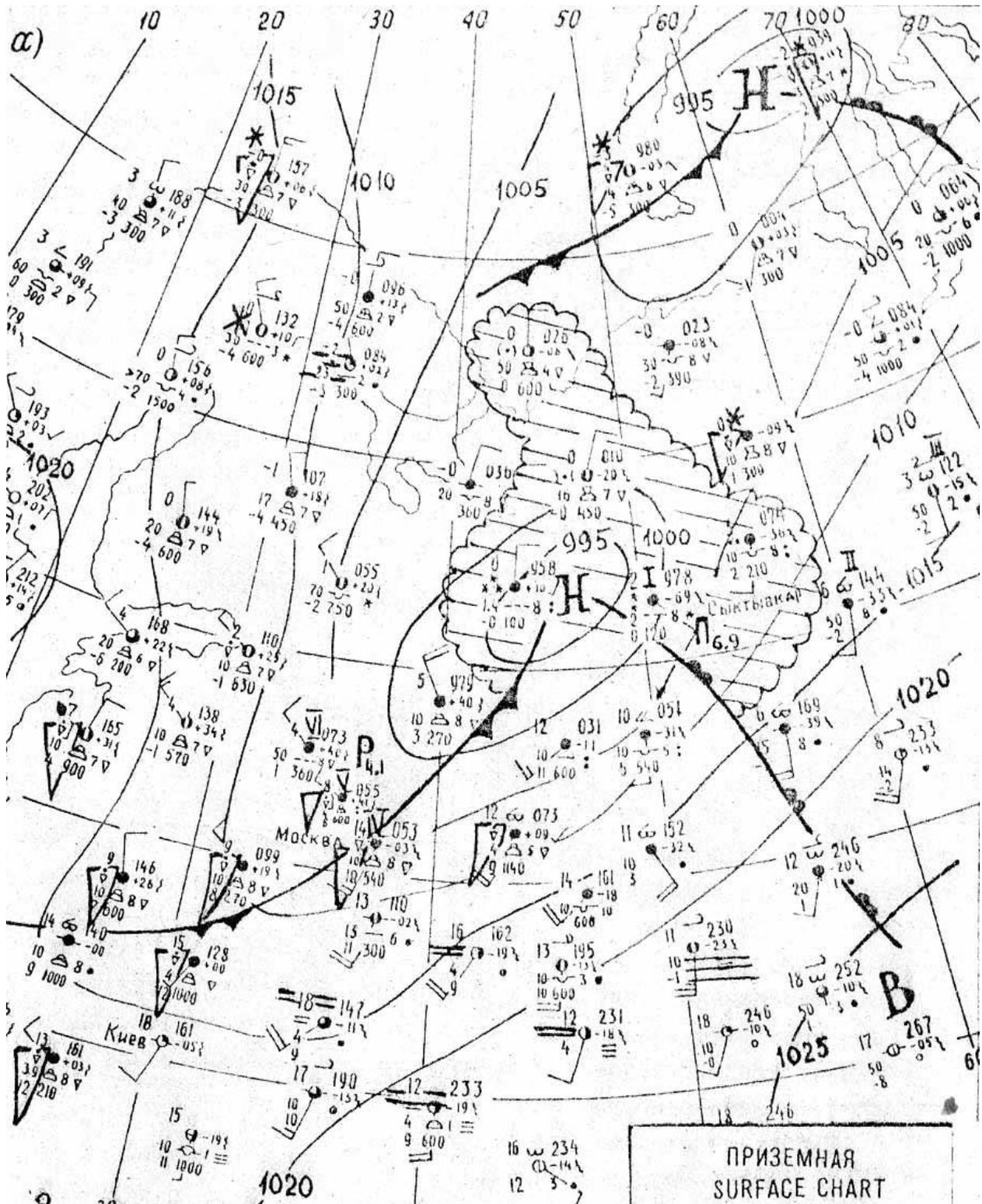


Рис. 10. Пример первичного анализа приземной синоптической карты

Последовательность операций при обработке карт погоды

1. Едва заметно наметить изобары, определяющие положение центров циклонов и антициклонов, осей барических ложбин и гребней.
2. Обозначить осадки и другие явления погоды. При этом зоны осадков следует закрашивать слегка, т.к. границы зон обложных осадков необходимо будет уточнить после проведения линий фронтов.
3. Провести (без нажима) изотенденции, надписать их и обозначить центры областей падения и роста давления.
4. Наметить положение линий фронтов, уточнить и провести их окончательно цветными карандашами.
5. Окончательно оформить зоны обложных осадков вдоль фронтов.
6. Окончательно провести и надписать изобары.
7. Отметить буквами положение центров циклонов и антициклонов.

Задание для самостоятельной работы 3

Провести первичный анализ приземной синоптической карты.

Лабораторная работа 4

АНАЛИЗ СИНОПТИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ НА КАРТЕ ПОГОДЫ

Принадлежности:

1. первично проанализированная приземная синоптическая карта;
2. таблица синоптического кода КН-01.

Цель: научиться проводить анализ синоптического положения, проанализировать синоптическую карту, оценить направленность крупномасштабных атмосферных процессов.

Анализ синоптического положения позволяет понимать процессы, происходящие в атмосфере, и в конечном счете осуществлять прогноз погодных условий той или иной заблаговременности. Анализ синоптического положения делится на 3 основных этапа:

1. Анализ основных барических систем.
2. Анализ фронтальных зон.
3. Анализ воздушных масс.

Анализ основных барических систем предусматривает определение:

- а) барических систем, располагающихся на данном участке синоптической карты (циклоны, антициклоны, гребни, ложбины, седловины) и их количества;
 - б) географического местоположения центров циклонов и антициклонов и горизонтальных размеров барических систем;
 - в) глубины и мощности циклонов и антициклонов, количество замкнутых изобар, минимальное (максимальное) давление в их центрах;
 - г) степени крутости и выраженности барических ложбин и гребней, их ориентацию относительно сторон горизонта, горизонтальную протяженность;
- Анализ фронтальных зон предусматривает описание следующих моментов:

- а) приуроченность фронтальных разделов к основным барическим системам (циклонам, ложбинам);
- б) географическое положение, ориентация, горизонтальная протяженность фронтов;
- в) типы фронтов (теплые, холодные, окклюзии), географическое положение точки окклюзии и точек смены знака фронта (теплого на холодный и наоборот);
- г) степень выраженности (контрастности) отдельных участков фронтов в полях различных метеорологических элементов (температуры, горизонтальной видимости, направлении ветра, облачности, влажности воздуха и т.п.);
- д) характеристика погодных условий в зонах теплого и холодного фронтов на различных удалениях от линий фронтов (по данным о фактической погоде на конкретных метеорологических станциях).

При проведении анализа воздушных масс необходимо:

- а) определить географические типы воздушных масс, расположенных над разными участками анализируемой территории;
- б) охарактеризовать положение различных воздушных масс относительно сторон горизонта, барических систем и фронтальных зон;
- в) оценить горизонтальную протяжённость различных воздушных масс;
- г) дать характеристику погодных условий в воздушных массах (по данным о фактической погоде на конкретных метеорологических станциях);
- д) проанализировать возможное развитие атмосферных процессов (направление перемещения барических систем, фронтальных зон, воздушных масс, скорость перемещения, степень подвижности барических образований, возможность углубления или затухания циклонов и антициклонов, окклюдирования циклонов и связанные с этими процессами изменения погоды над анализируемой территорией).

В табл. 5 приведены некоторые типичные значения метеорологических элементов в разных воздушных массах.

Характеристики различных географических типов воздушных масс в центральных районах Европейской территории России

Характеристика	Воздушная масса					
	кАВ	мАВ	кУВ	мУВ	кТВ	мТВ
Средняя температура в приземном слое в С ⁰						
Январь	-20	-10	-3	-1	Нехарактерен	+3
Июль	+8	+10	+20	+15	+25	Нехарактерен
Горизонтальная видимость (км)	20-30	>50	4-10	10-20	2-6	2-6
Характерные системы облаков и осадков						
Зима	ясно	<i>Sc</i>	ясно	<i>Cb, Sc</i> , 	—	<i>St</i> ,  , 
Лето	<i>Cu</i>	<i>Cb</i> , 	ясно, <i>Cu</i>	<i>Cb</i> , 	ясно, <i>Cb</i> , 	—

Примечание: кАВ- континентальный арктический воздух, мАВ- морской арктический воздух, кУВ- континентальный умеренный воздух, мУВ- морской умеренный воздух, кТВ и мТВ- континентальный и морской тропический воздух.

Пример анализа синоптического положения (рис. 10)

На карте изображён участок Европейской территории России и частично Восточной Европы. Большая часть рассматриваемой территории находится под влиянием области пониженного давления, которая образует отчётливо выраженную ложбину, протягивающуюся в субмеридиальном направлении от района Обской губы до г. Киева. В системе данной ложбины чётко отмечаются два молодых циклона эллипсоидной формы с центрами западнее г. Сыктывкара и в районе Обской губы. Циклоны имеют по две замкнутые изобары, кратные 5 гПа. Минимальное давление в центрах циклонов составляет 993,9 и 995,8 гПа соответственно. Описываемые циклоны являются сравнительно неглубокими барическими образованиями, которые охватывают площади порядка 500x500 км².

Юго-восточная окраина территории находится под влиянием области высокого давления, являющейся отрогом антициклона, расположенного восточнее. Максимальное давление составляет величину 1027,9 гПа. Западная часть территории в районе Скандинавского полуострова также находится под влиянием области высокого давления с характерными значениями давления порядка 1020 гПа.

С барической ложбиной в целом, и с системой циклонов в частности, связаны системы фронтов, меняющие знак вблизи центров циклонов. С циклоном в центре г. Сыктывкар, связаны тёплый и холодный фронты. Холодный фронт ориентирован вдоль оси барической ложбины и протягивается от центра циклона в направлении г. Москвы и далее к юго-западу, в район г. Киева. Протяжённость этого фронта составляет величину порядка 2-2,5 тыс. км. Описываемая фронтальная зона достаточно хорошо выражена в полях ряда метеорологических элементов. Характерна четкая конвергенция ветра вдоль линии фронта, скачок

температур порядка 5-7⁰С, облачность кучево-дождевых форм, ливневые осадки: вблизи центра циклона развитие зафронтальной системы облаков и выпадение обложных осадков. За линией фронта отмечается также резкий рост давления (барическая тенденция достигает величины +4,1 гПа/ 3 час.).

Как уже отмечалось выше, в центре циклона фронт меняет знак (становится тёплым). Ориентация тёплого фронта – с северо-запада (от центра циклона) к юго-востоку, протяжённость порядка 1 тыс. км. Далее к юго-востоку фронт начинает пересекать барический гребень, вторгаясь в область повышенного давления, и, в связи с этим, постепенно теряет контрастность и размывается.

На расстояниях порядка 500-700 км от центра циклона фронт хорошо выражен в полях метеорологических элементов. Характерен поворот ветра при пересечении линии фронта, особенно заметный вблизи центра циклона; скачок температур достигает 4-6⁰С; характерна система предфронтальных облаков и обложные осадки в виде дождя и снега. Перед линией фронта отмечается резкое падение давления (барическая тенденция составляет величину -6,9 гПа/ 3 час.).

Фактическая погода является характерной для данных типов фронтальных разделов. Например, для участка тёплого фронта (пункт № I) на момент наблюдения погода определялась: облачность 10 баллов (8 баллов – нижняя), форма облаков – разорвано-дождевая, высота нижней границы – 120 м, температура –2⁰С, температура точки росы 0⁰С, горизонтальная видимость 2 км, давление воздуха 997,8 гПа, барическая тенденция -6,9 гПа/ 3 час, неравномерное падение, в срок наблюдения умеренный с перерывами снег, между сроками снег, юго-восточный ветер 5 м/с.

С удалением к северо-востоку от линии фронта характер погоды меняется (пункты № II и III): происходит поворот ветра на южный, увеличивается горизонтальная видимость (до 50 км), уменьшается количество общей и в особенности нижней облачности (2 балла на пункте № III), уменьшается величина барической тенденции (-3,3гПа/ 3 час на пункте № II и -1,5 гПа/ 3 час, на пункте № III), исчезают осадки, повышается давление воздуха до величины порядка 1010-1015 гПа, появляются облака высоко-слоистые (пункт № II), а затем высоко-кучевые и перистые (пункт № III).

Рассмотрим фактическую погоду в зоне холодного фронта (пункты № IV, V, VI) на удалении порядка 800 км к юго-западу от центра циклона (в районе г. Москвы).

Непосредственно перед холодным фронтом (пункт № IV) отмечались: ливневый слабый дождь из мощных кучевых облаков с нижней границей 540 м, которые занимали 80% небосвода, между сроками также отмечались ливневые дожди, горизонтальная видимость 10 км, температура +14⁰С, температура точки росы 10⁰С, давление воздуха 1005,3 гПа, барическая тенденция – 0,3 гПа/ 3 час., ветер юго-западный, скорость ветра 7-8 м/с. За линией фронта (пункт № V) характер погоды существенно не меняется: ливневый дождь, видимость 4 км, мощные кучево-дождевые облака, 10 баллов. Значительные изменения произошли в температурных условиях (температура стала +8⁰С), в величине барической тенденции (+4,1 гПа/ 3 час) и направлении ветра, которое меняется с юго-западного на северо-восточное, т. е. практически на 90⁰. При дальнейшем удалении от фронтальной зоны (пункт № VI) происходит некоторое повышение давления воздуха, увеличивается горизонтальная видимость (до 50 км), меняется характер облачности, прекращаются осадки.

С приближением к центру циклона холодный фронт обостряется, что проявляется в большом скачке температур через линию фронта ($10-12^{\circ}\text{C}$), появлении зафронтальных обложных осадков и характерной системы облачности (разорвано-дождевой, а на некотором удалении от фронта – слоисто-дождевой).

Фронтальные разделы, приуроченные к циклону, расположенному в районе Обской губы, также обладают отличительными чертами атмосферных фронтов, но эти признаки выражены не столь отчетливо, что связано с более ранней стадией развития этого циклона.

Циклон, с центром в районе г. Сыктывкара сформировался на полярном климатологическом фронте, разделяющем воздушные массы умеренных и тропических широт. Следовательно, в тёплом секторе этого циклона (в области между тёплым и холодным фронтами), занимающим значительную часть территории с характерными размерами порядка тысячи км, располагается морской тропический воздух, сформировавшийся над районом Средиземного моря. Эта воздушная масса является тёплой и устойчивой, так как вышла на относительно холодную подстилающую поверхность. Погодные условия являются типичными для тёплых устойчивых воздушных масс: характерна сплошная или частичная облачность слоистых и слоисто-кучевых форм, образование туманов и дымки адвективного происхождения, сравнительно небольшая горизонтальная видимость (4-10 км), обусловленная наличием дымки и затуманенностью атмосферы, высокий температурный фон ($12-16^{\circ}\text{C}$), умеренные скорости ветра (5-10 м/с) юго-западного и южного направлений.

Восточнее, в области повышенного давления вплоть до 50-52⁰ с.ш., происходит трансформация морского тропического воздуха в континентальный в условиях малой облачности и значительным приходом солнечной радиации. Погодные условия в этой воздушной массе несколько отличаются от рассмотренных выше: температурный фон остается таким же высоким ($12-18^{\circ}\text{C}$), увеличивается горизонтальная видимость, облачность уменьшается до 1-3 баллов с преимущественной формой облаков верхнего и среднего ярусов (высоко-кучевых и перистых), скорость ветра уменьшается, характерен штиль.

При дальнейшем продвижении к северу в передней части циклона происходит постепенная замена континентального тропического воздуха на континентальный умеренный. При этом фоновые температуры воздуха уменьшаются до $0-6^{\circ}\text{C}$, происходит увеличение балла облачности (до 8-9 баллов), усиливается ветер (5-10 м/с), что особенно заметно в предфронтальной зоне. В теплом секторе циклона с центром над Обской губой также находится устойчивый континентальный воздух умеренных широт.

Тыловая часть циклона находится в зоне адвекции с северо-запада морского умеренного воздуха, который в данное время года является еще относительно неустойчивой, холодной воздушной массой. Это определяет низкий фон температуры воздуха ($0-4^{\circ}\text{C}$), развитие облаков кучевых форм (кучевые, мощные кучевые, слоисто-кучевые, кучево-дождевые), ливневый характер выпадения осадков, в целом значительную облачность (7-8 баллов). Скорость ветра лежит в пределах 4-8 м/с.

Север Скандинавского п-ова и тыловая часть второго циклона, развивающегося на арктическом фронте, находятся в зоне действия неустойчивого морского арктического воздуха (МАВ), что объясняет еще более низкие температуры воздуха (-3°C), выпадение осадков в виде снега и ливневого снега из низкорасположенных (300-600 м) кучевообразных облаков, увеличении дальности

горизонтальной видимости (30-70 км), в связи с большой прозрачностью арктического воздуха.

Арктические, умеренные и тропические воздушные массы на рассматриваемой территории в зонах теплых и холодных атмосферных фронтов резко разграничены, в то время как на других участках они образуют относительно плавные переходы. Разное направление воздушных потоков в различных частях территории, связанное с барическими системами (ложбиной, циклоном, седловиной, отрогом антициклона), свидетельствует о сложной динамике самих воздушных масс и фронтальных разделов между ними.

Тем не менее, можно сделать определенные выводы о дальнейшем развитии атмосферных процессов:

1. Будет иметь место распространение тропического воздуха к северо-востоку, что приведет к выпадению обложных осадков с дальнейшим повышением температуры в Приуралье. Интенсивность вторжения тропического воздуха в теплое секторе циклона не будет существенной. Расположение циклона в глубокой барической ложбине свидетельствует о его малой подвижности, а характер ветра в зоне теплого фронта (направление ветра практически параллельно линии фронта) – о его стационарности. Таким образом, в восточной части территории характер погоды в ближайшее к анализируемому сроку время существенно не изменится.
2. Северо-западное вторжение морского умеренного воздуха (МУВ) в тыловой части циклона происходит значительно более интенсивно, холодный фронт является достаточно подвижным, что подтверждается резким поворотом ветра в зоне фронта. Можно предположить, что тропический воздух, находящийся в теплое секторе циклона в дальнейшем будет вытесняться в более высокие слои атмосферы, а у земной поверхности заменяться на МУВ. Этот процесс приведет к смещению зоны ливневых осадков и довольно значительному похолоданию (на 5-7⁰С) в юго-восточном направлении от анализируемого положения фронта (бассейн реки Волги в среднем течении).
3. На северо-западе территории (Скандинавский п-ов) значительных изменений погодных условий не произойдет. Эта область попадает в зону устойчивого выноса морского умеренного воздуха и морского арктического воздуха с северо-восточной части Атлантики.
4. Восточнее, в районе Карского моря, атмосферные процессы будут приводить к углублению циклона и смещению холодного фронта к юго-востоку. В связи с этим можно ожидать выход МАВ на северные районы Европейской территории России, что будет сопровождаться выпадением осадков в виде снега и понижением температуры на 2-3⁰С.

Задание для самостоятельной работы 4.

Проанализировать (в письменном виде) синоптическое положение по обработанной карте предыдущего задания.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометиздат, 1977.
2. Практикум по синоптической метеорологии / Под ред. А.С. Зверева. Л.: Гидрометеиздат, 1972.
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: Учебник. 6-е изд. — М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004.

4. Список метеостанций России и мира
http://meteocenter.net/_world_weather_stations.htm.

Приложение 1

Вариант самостоятельного задания по работе с метеорологическими телеграммами

1. Раскодировать синоптические телеграммы и нанести погоду вокруг кружка станции:

№ группы кода и телеграмм	2	3	4	5	6	7
1	80000	50717	33867	80971	70703	79372
2	81407	40535	25952	854//	55204	792//

2. Составить синоптические телеграммы по нижеприведенной информации и нанести погоду вокруг кружка станции:

- 1) 5е число, 9 часов; г. Тула; общая облачность 0 баллов, направление ветра 20⁰, скорость ветра 1 м/с; горизонтальная видимость – 4,7 км, в срок наблюдения состояние неба не изменилось, между сроками – ясно, облачность менее 5 баллов; давление 1017,8 гПа, температура воздуха 7⁰С; облаков нижнего, среднего и верхнего ярусов нет; облаков ниже 2500 м нет, температура точки росы 10⁰С, барометрическая тенденция 0,2 гПа/3 часа, рост, затем без изменений; за последние 12 часов осадков не выпадало, экстремальные температуры не измерялись.
- 2) 9е число, 15 часов; г. Омск; общая облачность 1-2 балла, направление ветра 30⁰, скорость ветра 6 м/с; горизонтальная видимость – 2,8 км, в срок наблюдения пыль, поднятая вблизи станции, между сроками – ясно, облачность менее 5 баллов; давление 1008,4 гПа, температура воздуха 11⁰С; количество нижней облачности – 1 балл, облака нижнего яруса – слоистые, высота нижней границы облаков 200–300 м, облака среднего яруса - тонкие высоко-слоистые, облаков верхнего яруса нет; температура точки росы 5⁰С, барометрическая тенденция -0,2 гПа/3 часа, неравномерное падение; за последние 12 часов выпало 0,1 мм осадков, минимальная температура 3⁰С.

Учебный синоптический код КН-01. Погода в срок наблюдения

WW=00-09	Погода без осадков, тумана, метели и дурь на станции	WW=10-19	Осадки и туман за последний час	WW=20-29	Пыльная буря или метель	WW=30-39	Туман	WW=40-49	Морось	WW=50-59	Обложной дождь	WW=60-69	Обложной снег	WW=70-79	Ливневые осадки	WW=80-89	Грозы
00	Успокоившаяся облачная небесность	10	Дымка	20	Буря ослабевает	30	На растоянии	40	Слабая, с перерывами	50	Слабый, с перерывами	60	Слабый, с перерывами	70	Ливневый дождь, слабый	80	Град умеренный или сильный
01	Облака рассеивались	11	Поземный клотками	21	Буря измененная	31	Местами	41	Слабая, непрерывная	51	Слабый, непрерывный	61	Слабый, непрерывный	71	Ливневый дождь, сильный	81	Гроза за последние час-два
02	Состояние не изменилось	12	Поземный сплошной	22	Буря усиливается	32	Ослабевает, небо проясняется	42	Умеренная, с перерывами	52	Умеренный, с перерывами	62	Умеренный, с перерывами	72	Ливневый дождь, умеренный	82	Гроза за последние час-два
03	Облака развелись	13	Зарница	23	Сильная буря ослабевает	33	Ослабевает, небо проясняется	43	Умеренная, непрерывная	53	Умеренный, непрерывный	63	Умеренный, непрерывный	73	Ливневый дождь со снегом, слабым	83	Гроза за последние час-два
04	Видимость ухудшена, дымка	14	Осадки в поле зрения, недостаточные земли	24	Сильная буря измененная	34	Без изменений, небо проясняется	44	Сильная, с перерывами	54	Сильный, с перерывами	64	Сильный, с перерывами	74	Ливневый дождь со снегом, умеренным или сильным	84	Гроза за последние час-два
05	Мгла	15	Осадки в поле зрения, достигающие 5 км от станции	25	Сильная буря усиливается	35	Без изменений, небо проясняется	45	Сильная, непрерывная	55	Сильный, непрерывный	65	Сильный, непрерывный	75	Ливневый дождь со снегом, сильным	85	Гроза за последние час-два
06	Пыль, приносимая ветром	16	Осадки в поле зрения, достигающие 5 км от станции	26	Слабый, сильный поземок	36	Усиливается, небо проясняется	46	Слабая, заморозная	56	Слабый, южный (голубой)	66	Слабый, южный (голубой)	76	Ливневый дождь со снегом, сильным	86	Гроза за последние час-два
07	Гроза на станции	17	Гроза	27	Сильный поземок	37	Усиливается, небо проясняется	47	Сильная, заморозная	57	Сильный, южный (голубой)	67	Сильный, южный (голубой)	77	Ливневый дождь со снегом, сильным	87	Гроза за последние час-два
08	Пыльный туман	18	Шквал	28	Слабая или умеренная низовая метель	38	Прогнозируется осаждевание изморози	48	Слабая, дождь	58	Дождь или морось со снегом, слабым	68	Дождь или морось со снегом, слабым	78	Ливневый дождь со снегом, сильным	88	Гроза за последние час-два
09	Ливневый туман	19	Смерть	29	Сильная низовая метель	39	Сплошной изморози	49	Умеренная, с осадками	59	Дождь или морось со снегом, сильным	69	Дождь или морось со снегом, сильным	79	Ливневый дождь со снегом, сильным	89	Гроза за последние час-два

