

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра экологии и географии

СИНОПТИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

*Методические рекомендации
к выполнению практических работ*

Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2025

УДК 551.5(076.5)

ББК 26.235.2я73

C38

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 26.02.2025.

Составитель: старший преподаватель кафедры экологии и географии
ВГУ имени П.М. Машерова **Г.И. Пиловец**

Р е ц е н з е н т :

доцент кафедры экологии и географии
ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат педагогических наук,
доцент *C.B. Чубаро*

Синоптическая метеорология : методические рекомендации к выполнению практических работ / сост. Г.И. Пиловец. —
C38 Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2025. — 52 с.

Методические рекомендации по дисциплине «Синоптическая метеорология» содержат теоретические материалы и задания к практическим работам, способствующие углублению, расширению и закреплению теоретических знаний магистрантов по наиболее важным разделам курса, приобретению навыков самостоятельной работы с синоптическими материалами.

Издание предназначено для магистрантов географических специальностей.

УДК 551.5(076.5)

ББК 26.235.2я73

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Раздел 1. Синоптическая метеорология. Методы, используемые для выполнения синоптического анализа и разработки прогноза погоды	5
Практическая работа 1–2. Чтение приземных карт погоды	9
Практическая работа 3. Представление результатов метеорологических наблюдений в виде схем для нанесения на синоптическую карту	21
Раздел 2. Синоптические карты и международный код для передачи данных метеорологических наблюдений	24
Практическая работа 4–5. Составление телеграммы-сводки погоды по данным метеорологических наблюдений, используя международный код КН-01	25
Практическая работа 6–7. Кодирование результатов метеорологических наблюдений	30
Раздел 3. Современные спутниковые системы и технологии, используемые при синоптическом анализе	34
Практическая работа 8–9. Обработка и анализ приземных карт погоды	45
Практическая работа 10–11. Анализ облачности с применением метеорологических искусственных спутников Земли	48
Литература	49

ВВЕДЕНИЕ

Синоптическая метеорология – это раздел метеорологии, который ответственен за самую важную, с точки зрения потребителя, часть науки об атмосфере – за прогноз погоды. Сформировалась как наука лишь в середине XIX века. У истоков синоптической метеорологии стояли адмирал Роберт Фишрой – британский гидрограф, метеоролог и немецкие ученые Генрих Дове и Генрих Брандес.

Цель учебной дисциплины – ознакомление студентов с физическими основами атмосферных погодообразующих процессов и современными методами анализа и краткосрочного прогноза погоды.

Задачи учебной дисциплины:

– получить знания по технологии комплексного анализа и краткосрочного прогноза атмосферных процессов синоптического масштаба;

– освоить навыки, позволяющие работать в области оперативного краткосрочного прогнозирования погоды.

Учебная дисциплина «Синоптическая метеорология» относится к компоненту учреждения образования модуля «Проблемы природопользования». Освоение учебной дисциплины «Синоптическая метеорология» должно обеспечить формирование компетенций: владеть теоретическими основами и практическими методами организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйств.

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен знать: физические закономерности, определяющие развитие атмосферных процессов и изменения погоды; закономерности распределения и преобразования в тропосфере и нижней стратосфере полей метеорологических величин; различные методы краткосрочного предвычисления метеорологических величин и явлений; уметь анализировать атмосферные процессы и разрабатывать их прогноз и прогноз погоды на срок до трех суток; иметь навык владения современными методами анализа и прогноза развития атмосферных процессов и погоды, информацией о границах их применения.

В первом разделе рассмотрены правила составления синоптических карт и нанесения результатов наблюдений по отдельным пунктам метеорологической сети в виде схем и описания по ним погоды, а также правила составления телеграмм в коде КН-01. Комплексные задания по расшифровке телеграмм и нанесению данных на карту включены во второй раздел. Третий раздел посвящен обработке и анализу приземных карт погоды и облачности по спутниковым снимкам, составлению на основе синоптического анализа краткосрочного прогноза погоды.

Раздел 1. СИНОПТИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ. МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СИНОПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И РАЗРАБОТКИ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ

Синоптическая метеорология – раздел метеорологии, изучающий атмосферные процессы для прогнозирования погоды. Происхождение термина: слово «синоптический» (от греческого *synoptikós*) означает «способный все обозреть» или «одновременно обозреваемый», что отражает суть метода – одновременное наблюдение за состоянием атмосферы на больших территориях. Событие, способствовавшее развитию синоптической метеорологии – Балаклавское сражение 1854 года, когда сильнейший шторм уничтожил британский флот. Это привело к созданию первой метеорологической сети для централизованного сбора данных и прогнозирования.

Синоптическая метеорология основывается на анализе синоптических карт, где символами и цифрами отображаются текущие погодные условия в разных регионах одновременно, что позволяет анализировать крупномасштабные процессы, такие как перемещение воздушных масс, и прогнозировать их развитие. Важное отличие от физики атмосферы: все процессы рассматриваются в конкретных физико-географических условиях.

Синоптическая карта – географическая карта, на которую наносятся данные наблюдений с метеостанций в определенный момент времени, используя специальную систему символов.

Синоптические объекты – крупномасштабные атмосферные образования (например, циклоны, антициклоны, воздушные массы), которые определяют погодные условия в обширных районах. Синоптическая метеорология анализирует, как синоптические объекты взаимодействуют, как меняются их свойства (например, давление, температура) и как это влияет на погоду в конкретной области. Основываясь на анализе синоптических процессов, синоптики составляют прогнозы погоды на ближайшее время.

Погода – это состояние атмосферы в конкретном месте и в определенный момент времени, которое характеризуется совокупностью метеорологических элементов и явлений. Она включает в себя температуру воздуха, влажность, атмосферное давление, облачность, ветер, осадки и др. Изменения погоды могут происходить на разных временных интервалах, от суточных до долгосрочных (климатических). В течение суток погода меняется из-за суточного хода температуры воздуха (похолодание ночью и потепление днем), что влияет на облачность, ветер и осадки. Долгосрочные изменения климата вызваны естественными причинами (например, вулканическая активность, изменения солнечной активности) и, что более важно в настоящее время, деятельностью человека, прежде всего сжиганием ископаемого топлива, что приводит к повышению средней температуры Земли.

Прогноз погоды – научно обоснованное предположение о предстоящих изменениях погоды, составленное на основе анализа развития крупномасштабных атмосферных процессов. Прогнозы составляются для страны, области, района, а также отдельных населенных пунктов, аэропортов, авиатрасс, автомобильных

и железнодорожных магистралей. Авиационные *сверхкраткосрочные* прогнозы составляются на период от десятков минут до нескольких часов; *краткосрочные* прогнозы – на 1-3 сут; *среднесрочные* – на 4-10 сут; *долгосрочные* – на месяц и сезон.

Прогнозы погоды подразделяются на *специализированные*, предназначенные для различных секторов экономики, и *общего пользования* – для населения. К первым относятся также предупреждения об опасных и неблагоприятных явлениях погоды (град, сильные осадки, грозы, туманы, метели, сильный ветер, пыльные бури, заморозки), которые могут вызвать затруднения в работе отдельных секторов экономики или причинить ущерб, а также угрожать безопасности населения.

В краткосрочных прогнозах погоды и предупреждениях ожидаемые условия погоды указываются более детально, чем в долгосрочных. Так, например, в прогнозах для авиации сообщаются ожидаемые условия погоды на высоте полета самолета (количество и вид облачности, ветер, его направление и скорость, температура воздуха, наличие опасных явлений – болтанки, обледенения, грозы) и в аэропорте посадки (высота облачности и видимость, направление, скорость и сдвиг ветра, температура воздуха).

Существует ряд методов, используемых для выполнения синоптического анализа и разработки прогноза погоды.

Синоптический анализ – анализ синоптических карт, карт барической топографии, аэрологических диаграмм, вертикальных профилей температуры, влажности и стратификации атмосферы, а также спутниковых и радиолокационных данных. Этот анализ позволяет установить фактическое состояние синоптических объектов и определить синоптическое положение в данный срок наблюдений.

К синоптическим объектам – носителям погоды – относятся барические системы, атмосферные фронты и воздушные массы, а также циклоны и антициклоны, барические и термические депрессии и гребни, очаги тепла и холода, струйные течения и высотные фронтальные зоны.

В реальности атмосфера разделена на воздушные массы. Воздушная масса взаимодействует с подстилающей поверхностью и, через потоки тепла и влаги, обретает свойства, обусловленные подстилающей поверхностью; условиями радиационного и теплового баланса в условиях формирования. Любой воздух инертен (приобретенные свойства не могут изменяться мгновенно), поэтому, перемещаясь, воздушные массы переносят свои свойства на значительные расстояния. Условия погоды в конкретном районе зависят от того, какая воздушная масса здесь находится, а будущая погода – от того, какая придет. Размеры воздушных масс – тысячи км (это синоптический масштаб). Так в пределах умеренных широт есть участки порядка 1000-2000 км, где градиент малый (1-2 градуса на 1000 км), а есть участки, где находится атмосферный фронт и градиент составляет порядка 5-10 градусов. Поэтому, чтобы прогнозировать условия погоды, необходимо анализировать распределения воздушных масс на пространствах, сравнимых с площадью континента/континента и прилегающего океана. Для их одновременного анализа необходимо использовать географические карты.

Синоптический метод – метод прогноза изменений погоды на основе изучения распределения метеорологических величин над географическими районами глобального масштаба. Синоптический метод прогноза погоды основан на анализе карт погоды, так называемых синоптических карт. Они представляют собой

географическую основу, на которой данные сети метеорологических станций, полученные в определенный срок наблюдений, нанесены цифрами и символами. Синоптические карты бывают *приземные, высотные и кольцевые*. Они составляются для каждого срока наблюдений, помогают отслеживать изменения состояния атмосферы, идентифицировать синоптические объекты, следить за их движением, эволюцией и трансформацией. На основе синоптического анализа разрабатывается прогноз погоды.

При составлении прогноза используют, прежде всего, **экстраполяцию во времени**, т.е. предполагают, что какое-то время атмосферные процессы будут развиваться в одном направлении и с одинаковой скоростью. Метод экстраполяции не совсем точен, поэтому используется в сочетании с несколькими методами.

Статистический метод основан на статистическом анализе данных наблюдений, полученных ранее на определенной территории. Такой метод использует корреляционные связи между атмосферными процессами, установленные практикой на протяжении многих лет анализа синоптических карт, которые подчиняются законам динамики и термодинамики атмосферы. В зависимости от синоптического положения в данный момент статистический метод позволяет прогнозировать погоду, определять наиболее вероятные изменения метеорологических величин в будущем.

Численный, или гидротермодинамический, метод – метод моделирования, который основан на интегрировании математических уравнений динамики и гидротермодинамики атмосферы. В качестве начальных данных моделирования используются фактические наблюдения метеорологических, автоматических и дорожных станций, радиолокационные и аэрологические данные, а также снимки с метеорологических спутников в различных спектральных диапазонах.

Численный метод позволяет рассчитать температуру, ветер, влажность воздуха, осадки, геопотенциал на различных уровнях атмосферы на несколько суток вперед с высоким пространственным разрешением (1-3 км). Рассчитываются также опасные и неблагоприятные явления погоды: грозы, туман, гололед и др. Результаты расчетов выкладываются в виде таблиц, карт, метеограмм. На сайте Белгидромета pogoda.by приводится прогноз погоды на шесть дней. Этот прогноз рассчитан по численной модели GFS (Global Forecast System, США).

Точность численного метода прогноза зависит от количества и качества информации, поступающей с метеостанций, а также от быстродействия ЭВМ, обеспечивающих высокую скорость обработки данных. Чем больше данных получено, тем точнее проведен расчет метеорологических полей.

Иерархия численных моделей представляется следующим образом: глобальные, полусферные, региональные и мезомасштабные. *Глобальная модель* усваивает данные наблюдений за атмосферными процессами на всем земном шаре при прогнозе на 7-10 сут, *полусферная* – на полушарии. *Региональная модель* рассматривает метеорологические крупномасштабные процессы для конкретного региона с заблаговременностью до 3 сут. *Мезомасштабная модель* предназначена для детального отображения метеорологических параметров в небольшом районе в пределах 1 суток.

В среднем из 100 краткосрочных прогнозов оправдываются около 90 прогнозов. Основная причина – неточности в расчетах барического поля, направления и скорости перемещения циклонов и атмосферных фронтов, а также их эволюции. Эти ошибки обусловлены несовершенством применяемых методов, отсутствием достаточной информации с океанов и малонаселенных территорий, в особенности из высоких слоев атмосферы. Для оперативного прогноза на 1 сутки для определенного района необходимы данные с территории, радиусом не менее 1000 км, на 2 суток – 20 000 км и т.д.

Основными принципами синоптического анализа являются: комплексность, трехмерность, историческая последовательность. Важнейшее достоинство синоптического метода – наглядность и оперативность. В синоптике: анализ – о текущей погоде, прогноз – о будущей.

ПЭСМ – схема синоптического прогноза:

П – «Перемещение» – при сопоставлении последовательных карт погоды выявляются тенденции в развитии синоптических объектов. На основании выявленных закономерностей предсказывают их перемещение

Э – «Эволюция» – на основании закономерностей развития атмосферных процессов и их тенденций, выявленных на этапе анализа и сопоставления последовательных карт, прогнозируют эволюцию синоптических объектов (практически целиком, это гидродинамика).

С – «Суточный ход» – переход от прогноза синоптической ситуации к прогнозу погоду) определив какие синоптические объекты будут находятся в данном пункте на момент прогноза и какие будут характеристики погоды, связанные с ними, предсказываются условия погоды с учетом суточного хода.

Прогноз:

А) синоптических ситуаций – синоптические объекты, расположения фронтов, воздушных масс.

Б) условий погоды (конкретные значения конкретных характеристик: температура, ветер, давление, осадки и др.)

М – «Местные факторы» – факторы, приводящие к отличию погоды на одной (нескольких) станций от соседних (в пределах одной воздушной массы). Например: влияние большого водоема; горно-долинная циркуляция: горный ветер во второй половине дня может понижать температуру в долине до 5 градусах; утром, дуя с долин в горы, может приводить к облакообразованию; бризы, фены; наветренные и подветренные склоны гор; понижения рельефа.

Учет местных факторов: исключаются из общего прогноза погоды, но должны учитываться при прогнозе на этой конкретной точке, могут быть индикаторами крупномасштабных изменений (горно-долинная, бризовая циркуляции – если есть – признак внутримассовой устойчивой погоды; если пропадает, то первый признак того, что погода меняется (за около $\frac{1}{2}$ суток).

Основные пути совершенствования и изменения синоптического метода:

1. Увеличивается количество и повышается качество начальной метеоинформации: рост числа наблюдаемых пунктов, измеряемых характеристик, используемых систем (например, спутники и оборудование на них); совершенствуются способы передачи и обработки информации: совершенствование схем и быстродействия систем ассилияции данных.

2. Развитие теории: закономерности атмосферных процессов; цикло- и фронтогенеза.

3. Совершенствование способов прогноза синоптической ситуации и условий погоды: переход от параметризации к явному описанию процессов.

4. Все более детальное изучение местных особенностей погоды: статистическое моделирование через развитие и сохранение длинных рядов. Например: для западных побережьев материков в тропической зоне характерны холодные океанические течения. Экстремальный вариант – Перуанское течение. Здесь формируются слоисто-кучевые облака нижнего яруса, которые отличаются большой водностью и задерживают до 70% солнечной радиации; кроме того, они хуже всего прогнозируются моделями. Поэтому зачастую прогноз погоды в декабре для Лимы дает 24-25 °C, а в реальности по побережью наблюдается 13 °C, но чуть дальше в глубь континента уже 24-25 °C.

5. Совершенствование и развитие международного обмена. Разные модели лучше/хуже прогнозируют разные вещи.

Практическая работа 1–2

Чтение приземных карт погоды

Цель – научиться оценивать условия погоды по схемам, отражающим результаты метеорологических наблюдений.

Задачи: 1) изучить схему нанесения данных на приземные карты погоды; 2) приобрести навыки расшифровки метеорологических условий по схемам, отражающим результаты метеорологических наблюдений.

Материалы и оборудование: варианты схем, отражающие данные пунктов наблюдений.

Методические указания:

Местоположение метеостанции отмечается пунктом. Значения метеорологических элементов наносятся вокруг кружка станции в определенном порядке, цифрами и условными знаками (рисунок 1). Соблюдение порядка расположения цифр и знаков обязательно, в противном случае корректное чтение карты погоды будет невозможно.

1. Виды синоптических карт.

A. Приземные синоптические карты.

Основные приземные синоптические карты погоды (масштаб 1:15 000 000) составляются по результатам метеорологических наблюдениям на большой территории за 00, 06, 12, 18 ч СГВ (Среднего Гринвичского времени*).

Кольцевые карты погоды (масштаб 1:5 000 000) составляются каждые три часа начиная с 00 ч СГВ; предназначены для уточнения синоптической обстановки при составлении прогноза погоды.

Микрокольцевые карты погоды (масштаб 1:2 500 000) составляются каждый час метеорологических наблюдений в радиусе примерно 200-400 км. По ним можно более подробно оценить метеорологические условия погоды по району аэропорта, составить и уточнить прогноз.

Б. Высотные синоптические карты (карты барической топографии).

Карты абсолютной барической топографии отражают рельеф определенной изобарической поверхности (1000, 850, 700, 500, 300, 200, 100, 50, 25 гПа).

Карты относительной барической топографии показывают превышение одной изобарической поверхности над другой.

2. Кодовая система передачи информации в гидрометеорологические центры. Код КН-01.

Код КН-01 предназначен для оперативной передачи данных. Правила кодирования описаны в производственном издании «Код для оперативной передачи данных приземных гидрометеорологических наблюдений с сети станций». Отдельные кодовые обозначения рассматриваются при изучении схемы нанесения данных наблюдений на синоптические карты.

3. Нанесение данных наблюдений на синоптические карты.

Местоположение метеостанции отмечается пунсоном. Значения метеорологических элементов наносятся вокруг пунсона станции в определённом порядке, цифрами и условными знаками (рисунок 1).

Соблюдение порядка расположения цифр и знаков обязательно, в противном случае корректное чтение карты погоды будет невозможно.

**Ранее, до 1972 года, гринвичское время, GMT, считалось точкой отсчета времени в других часовых поясах. Ныне в этом качестве используется всемирное координированное время (UTC). Всемирное координированное время (англ. Coordinated Universal Time, UTC) – стандарт, по которому общество регулирует часы и время. Отличается на целое количество секунд от атомного времени и на дробное количество секунд от всемирного времени UT1. Всемирное время UT является современной версией среднего времени по Гринвичу.*

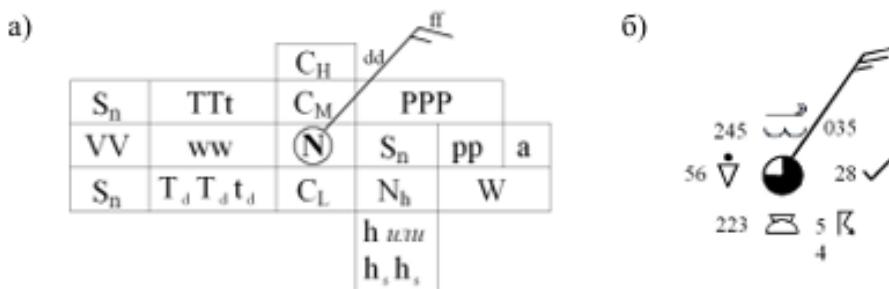


Рисунок 1 – Схема (а) и пример (б) нанесения данных на приземную карту погоды

Цифрами наносятся следующие данные:

TTt – температура воздуха (две или три цифры), целые (TT) и десятые (t) доли градуса Цельсия;

TdTdt – точка росы (две или три цифры), целые (Td) и десятые (td) доли градуса Цельсия;

VV – метеорологическая дальность видимости (МДВ) цифрами кода, предусматривающего инструментальные и визуальные способы измерения (таблица 1).

h (hshs) – высота облаков нижнего яруса цифрами кода (одной или двумя), предусматривающего методы измерения: инструментальный (hshs) и визуальный (h) (таблица 1);

Nh – количество облаков нижнего яруса в октах; употребляются цифры от 1 до 8, цифры кода окты (1 окт – 1/8 неба), их можно перевести в баллы (таблица 2);

PPP – давление воздуха, приведенное к уровню моря, в гПа (десятки, единицы и десятые доли). Если трехзначное число начинается с 5 или большей цифры, то при расшифровке следует впереди поставить цифру 9, а если число начинается с 4 или меньшей цифры, впереди следует поставить цифру 10;

pp – величина барической тенденции за последние три часа, в гПа (целые и десятые доли). При росте давления знак не ставится, при падении давления знак «–» ставится обязательно. При положительных температурах знак не ставится, при отрицательных знак «–» ставится обязательно.

На синоптических картах десятые доли в значениях температур, давления и барической тенденции не отделяются запятой.

Условными знаками на карты наносятся следующие элементы погоды (таблица 2):

N – общее количество облаков; предусмотрено восемь условных знаков, соответствующих различному количеству облачности от 1 до 8 октов, если определение количества облачности затруднено, то в кружке станции ставится знак «×» (опрокинутый крест);

C_L – форма облаков нижнего яруса;

C_M – форма облаков среднего яруса;

C_H – форма облаков верхнего яруса;

a – характеристика барической тенденции за последние три часа, каждый знак соответствует кривой на ленте барографа.

Sn – знак отрицательного значения температуры воздуха, точки росы и барической тенденции;

W – погода между сроками наблюдения; период времени между сроками соответствует принятой частоте составления той или иной карты, т.е. 6-ти или 3-м часам (основная или кольцевая карта соответственно);

Условными обозначениями показываются **ww** – атмосферные явления погоды в срок наблюдения или в течение последнего часа перед сроком наблюдения (таблица 3).

Для отображения характеристик ветра также используются специальные символы (таблица 4):

dd – направление ветра у поверхности земли (откуда дует) указывается стрелкой (отрезком длиной 1 – 1,5 см);

ff – скорость ветра, обозначается на стрелке «оперением». Длина пера (в миллиметрах) примерно соответствует величине скорости ветра в м/с. Каждое перо располагается под углом 120° к указателю направления ветра и обращено по ходу часовой стрелки.

При штиле пунсон станции обводится другим кружком чуть большего радиуса, при неустойчивом направлении ветра в конце стрелки ставится крест (X).

Таблица 1 – Значения цифр кода метеорологической дальности видимости (МДВ) и высоты нижней границы облаков

МДВ (VV)				Высота нижней границы облаков			
инструментально		визуально		Инструментально (h _в h _н)		Визуально (h)	
цифры кода	км	цифры кода	км	цифры кода	м	цифры кода	м
00	<0,1	90	<0,05	00	<30	0	<50
01	0,1			01	30		
02	0,2	91	0,05	02	60	1	50-100
03	0,3			03	90		
...	...			...	...	2	100-200
49	4,9	92	0,2	49	1470		
50	5,0			50	1500		
51 - 55	не используются	93	0,5	51 - 55	не используются	3	200-300
56	6	94	1	56	1800		
57	7			57	2100	4	300-600
58	8	95	2	58	2400		
...	...			59	2700	5	600-1000
79	29	96	4	60	3000		
80	30			61	3300	6	1000-1500
81	35	97	10	...	...
82	40			79	8700	7	1500-2000
...	...	98	20	80	9000		
87	65	99	≥50	81	10500	8	2000-2500
88	70			...	...
89	>70			88	21000	9	>2500
				89	>21000		

Таблица 2 – Условные обозначения метеорологических данных

Цифры кода	C_L	C_M	C_H	$N (N_b)$, баллы	W	а
0	нет	нет	нет	○ ясно	○ Ясно или облачность не более 5 баллов	↗
1	Cu hum	As trans	— Cl fib не распр. по небу	○ 1	○ Меняющаяся облачность	✓
2	Cu med. cong	As или Ns	— Cl sp	○ 2-3	● Облачность более 5 баллов	✓
3	Cb calv	Ac trans без изменений	— Cl sp из Cb	○ 4	⚡ / ⚡ Песчаная бура, низовая метель или поземок	✓
4	Sc из Cu или Cb	Ac lent	— Cl fib распр. по небу	○ 5	≡ Туман или сильная мгла	—
5	Sc не из Cu или Cb	Ac распростр. по небу	— Cs, Cl ниже 45°	○ 6	,	✓
6	St	Ac из Cu или Cb	— Cs, Cl выше 45°	● 7-8	• Дождь	↖
7	St fr или Cu fr	Ac, As	— Cs закрывают все небо	● 9	* Снег или дождь со снегом	✓
8	Cu, Sc	Ac floc или cast	— Cs не распр. хаотически по небу	● 10	▽ Ливневые осадки	↗
9	Cb cap	Ac хаотич. небо	— Cc	⊗ не определенено	R Гроза	

Таблица 3 – Атмосферные явления в срок наблюдения и за последний час

Код	Знак	Описание	Код	Знак	Описание
<i>00 – 19: Погода без осадков, тумана (кроме 11 и 12), пыльной или песчаной бури, низовой метели или поземки на станции в срок наблюдения и (кроме 09 и 17) в последний час</i>					
00	○	Наблюдений над развитием облаков не было	10	==	Дымка
01	○	Облака рассеиваются	11	≡≡	Поземный туман клочками
02	○-	Небо без изменений	12	≡≡	Поземный туман сплошной
03	○	Облака развиваются	13	↖	Зарница
04	~~	Видимость ухудшена из-за дыма	14	⊕	Осадки в поле зрения, не достигающие земли
05	○○	Мгла	15	)•(	Осадки на расстоянии более 5 км
06	S	Пыль, принесенная издалека	16	(•)	Осадки расстоянии менее 5 км, но не на самой станции
07	\$/\text{л}	Пыль, поднятая на станции или вблизи станции	17	K	Гроза без осадков на станции или в поле зрения
08	ε	Пыльные или песчаные вихри	18	▽	Шквал на станции или в поле зрения
09	(S→)	Пыльный или песчаный поземок в срок или в последний час	19	)(	Смерч на станции или в поле зрения

Продолжение таблицы 3

Код	Знак	Описание	Код	Знак	Описание
<i>20 – 29: Осадки, туман, гроза в последний час, но не в срок наблюдения</i>			<i>30 – 39: Пыльная/песчаная буря, метель (общая, низовая, поземок). Без осадков в срок наблюдения</i>		
20	[,]	Морось или снежные зерна	30	⌚ |	Слабая или умеренная буря ослабевает
21	•[.]	Дождь	31	⌚	Слабая или умеренная буря без изменений
22	*[.]	Снег	32	|⌚	Слабая или умеренная буря усиливается
23	•*[.]	Дождь со снегом	33	⌚ |	Сильная буря ослабевает
24	~[.]	Замерзающая морось или дождь (гололедица)	34	⌚	Сильная буря без изменений
25	•[▽]	Ливневый дождь	35	|⌚	Сильная буря усиливается
26	*[▽]	Ливневый снег или ливневый снег с дождем	36	✚	Слабый или умеренный поземок
27	◊[▽]	Град или крупа	37	✚	Сильный поземок
28	≡[=]	Туман	38	✚	Слабая или умеренная низовая метель
29	Ҝ[=]	Гроза с осадками или без них	39	✚	Сильная низовая метель

Продолжение таблицы 3

Код	Знак	Описание	Код	Знак	Описание
<i>40 – 49: Туман или земляной туман. Без осадков в срок наблюдения</i>			<i>50 – 59: Морось, морось с дождем</i>		
40	(≡)	Туман на расстоянии	50	,	Морось слабая с перерывами
41	≡≡	Туман местами	51	〃	Морось слабая непрерывная
42	≡-|	Туман ослабевает, небо видно	52	?	Морось умеренная с перерывами
43	≡|	Туман ослабевает, неба не видно	53	〃	Морось умеренная непрерывная
44	≡-	Туман без изменений, небо видно	54	?	Морось сильная с перерывами
45	≡≡	Туман без изменений, небо не видно	55	?	Морось сильная непрерывная
46	|≡	Туман усиливается, небо видно	56	?	Морось слабая замерзающая
47	|≡	Туман усиливается, небо не видно	57	?	Морось умеренная или сильная замерзающая
48	¥	Просвечивающий туман с осаждением изморози	58	•	Морось слабая с дождем
49	¤	Сплошной туман с осаждением изморози	59	•	Морось умеренная или сильная с дождем

Продолжение таблицы 3

Код	Знак	Описание	Код	Знак	Описание
<i>60 – 69: Дождь, дождь со снегом, морось со снегом (не ливневые)</i>			<i>70 – 79: Снег и другие твердые осадки (не ливневые)</i>		
60	●	Дождь слабый с перерывами	70	■	Снег слабый с перерывами
61	●●	Дождь слабый непрерывный	71	■■	Снег слабый непрерывный
62	●●	Дождь умеренный с перерывами	72	■■	Снег умеренный с перерывами
63	●●●	Дождь умеренный непрерывный	73	■■■	Снег умеренный непрерывный
64	●●●	Дождь сильный с перерывами	74	■■■	Снег сильный с перерывами
65	●●●	Дождь сильный непрерывный	75	■■■■	Снег сильный непрерывный
66	~~~~	Дождь слабый замерзающий/ слабый гололед	76	↔	Ледяные иглы
67	~~~~	Дождь умеренный или сильный замерзающий/сильный гололед	77	-Δ-	Снежные зерна
68	■	Дождь или морось со снегом слабые	78	—■—	Снежные кристаллы
69	■■	Дождь или морось со снегом умеренные или сильные	79	▲	Ледяной дождь

Окончание таблицы 3

Код	Знак	Описание	Код	Знак	Описание
<i>80 – 89: Ливневые осадки. Без грозы в срок наблюдения и в последний час</i>			<i>90 – 91: Гроза в срок наблюдения или в последний час</i>		
80	● ▽	Ливневый дождь слабый	90	▲ ▽	Град умеренный или сильный
81	● ▽	Ливневый дождь умеренный или сильный	91	雷•	Гроза в последний час, дождь слабый в срок наблюдения
82	●● ▽	Ливневый дождь очень сильный	92	雷••	Гроза в последний час, дождь умеренный или сильный в срок
83	● ▽	Ливневый дождь со снегом, слабый	93	雷%△	Гроза в последний час, снег с дождем или крупка слабые в последний час
84	● ▽	Ливневый дождь со снегом, умеренный или сильный	94	雷%△/△	Гроза в последний час, снег с дождем или крупка умеренные или сильные в последний час
85	* ▽	Ливневый снег слабый	95	●/* 雷	Гроза слабая или умеренная в срок с дождем или снегом
86	* ▽	Ливневый снег умеренный или сильный	96	△ 雷	Гроза слабая или умеренная в срок с градом или крупой
87	△ ▽	Ледяная или снежная крупка слабая	97	●/* 雷	Гроза сильная в срок с дождем или снегом
88	△ ▽	Ледяная или снежная крупка умеренная или сильная	98	△ 雷	Гроза в срок с песчаной или пыльной бурей
89	▲ ▽	Град слабый	99	△ 雷	Гроза сильная в срок с градом или крупой

Таблица 4 – Условные обозначения направления и скорости ветра

Знак на карте	м/с	узлы	км/ч	Знак на карте	м/с	узлы	км/ч
	0	0	0		17-18	33-37	61-65
	0.5 - 1	1 - 2	2 - 4		19-21	38-42	68-76
	2-3	3-7	7-10		22-23	43-47	79-83
	4-6	8-12	14-22		24-26	48-52	86-94
	7-8	13-17	25-29		27-28	53-57	97-101
	9-11	18-22	32-40		29-31	58-62	104-112
	12-13	23-27	43-47		32-33	63-67	115-119
	14-16	28-32	50-58	и т. д.			

Примечание. Узел равен скорости в 1 морскую милю в час (1,853 км/ч).

Направление	Кодовые цифры	Направление	Кодовые цифры	Направление	Кодовые цифры
ССВ	2	ЮЮВ	16	ЗСЗ	29
СВ	5	Ю	18	СЗ	32
ВСВ	7	ЮЮЗ	20	ССЗ	34
В	9	ЮЗ	23	С	36
ВЮВ	11	ЗЮЗ	25	Переменное	99
ЮВ	14	З	27	Штиль	00

Порядок выполнения практической работы.

Задание 1. Расшифруйте метеорологические условия, представленные на схемах по выбору, взяв варианты, отражающие данные пунктов наблюдений одной из административных областей Беларуси (таблица 5) или с использованием микрокольцевых карт погоды (USSS.png) метеорологического веб-сайта <http://meteocenter.net>, выбрав пункты наблюдений на территории Беларуси (рисунок 2).

Таблица 5 – Варианты схем, отражающих результаты метеорологических наблюдений

1	2	3	4	5
	19 067 96 08/ 00 8 * 4	186 166 60 -08/ 169 8 21	23 070 91 -02/ 23 8 * 3	184 215 97 -09/ 171 5 5
Ганцевичи (10.08.2003, 10:00)	Барановичи (08.02.2014, 09:00)	Ориша (05.08.2003, 06:00)	Брест (12.02.2014, 21:00)	Вилейка (02.08.2003, 15:00)
6	7	8	9	10
	198 212 75 -02/ 147 1 6	202 202 70 -05/ 100 1 6	228 208 60 -11/ 135 3 6	08 080 30 -05/ 07 8 * 3
Брагин (10.08.2003, 18:00)	Лытупы (02.08.2003, 18:00)	Пружаны (02.08.2003, 18:00)	Могилев (02.08.2003, 15:00)	Бобруйск (08.02.2013, 12:00)
11	12	13	14	15
88 124 96 -04/ 82 1	12 843 96 -62/ -03 8 4	-54 140 96 00- -68 8 2	-225 276 92 08/ -246 0 3	60 255 97 09/ 38 4 4
Верхнедвинск (20.08.2014, 03:00)	Гродно (05.01.2012, 12:00)	Витебск (30.01.2013, 00:00)	Горки (26.01.2013, 00:00)	Барановичи (14.10.2011, 12:00)
16	17	18	19	20
-54 166 -98 23/ -106 6 5	-58 156 -98 26/ -85 5 *	-63 145 97 30/ -109 5 5	80 185 30 05/ 74 8 2	-08 047 -95 02/ -15 8 *
Мозырь (04.03.2013, 12:00)	Брагин (04.03.2013, 12:00)	Гомель (04.03.2013, 12:00)	Жлобин (01.11.2011, 00:00)	Мозырь (04.03.2013, 00:00)
21	22	23	24	25
-66 921 92 -28/ -74 0 *	-40 900 92 -60/ -49 8 *	03 023 96 -08/ -08 8 *	01 014 96 -04/ -08 8 *	-16 049 -96 29/ -26 6 4
Барановичи (15.03.2013, 12:00)	Могилев (15.03.2013, 12:00)	Гомель (04.03.2013, 00:00)	Костюковичи (04.03.2013, 00:00)	Горки (14.03.2012, 00:00)
26	27	28	29	30
143 114 97 -11/ 93 3 5	129 973 95 -26/ 123 8 *	68 183 97 10 / 21 5 6	01 095 97 26/ -67 0	69 219 97 11 / 14 4 5
Житковичи (24.08.2014, 06:00)	Витебск (25.08.2014, 06:00)	Костюковичи (14.10.2011, 12:00)	Березино (14.03.2012, 00:00)	Витебск (14.10.2011, 12:00)

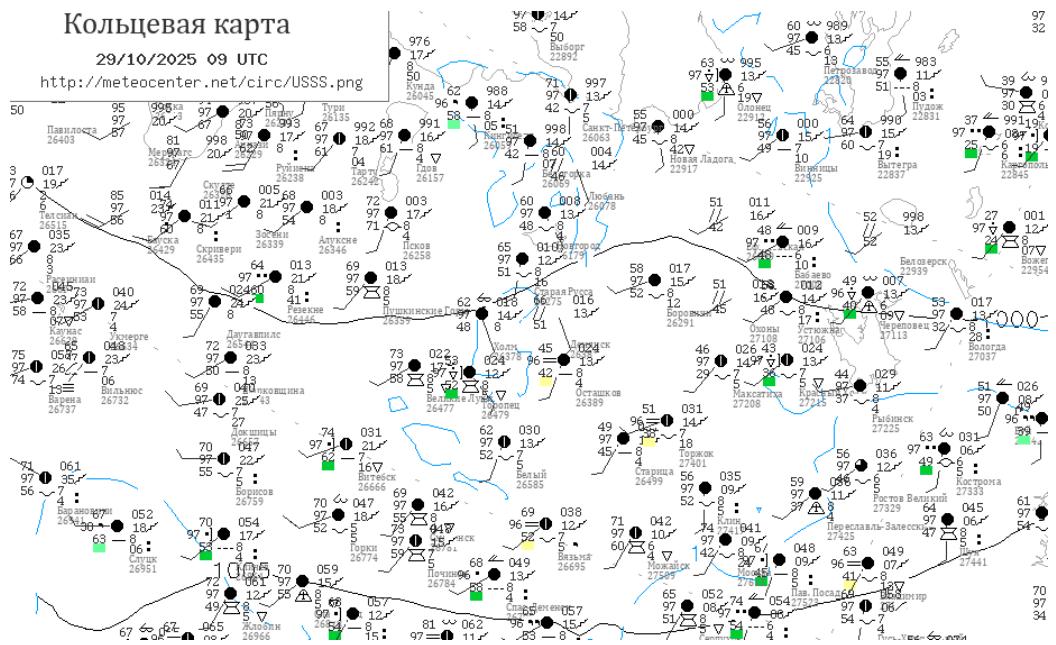


Рисунок 2 – Кольцевая карта погоды (<http://meteocenter.net>)

Результаты расшифровки схем по каждому пункту выбранной административной области Беларуси или схем с микрокольцевых карт погоды по пунктам наблюдений страны оформите в виде приведенной ниже таблицы 6.

Таблица 6 – Расшифрованные метеорологические условия пункта (ов)

<i>N</i>	<i>N_h</i>	<i>VV</i>	<i>h</i> (<i>h₁h₂</i>)	<i>WW</i>	<i>W₁W₂</i>	<i>PPP</i>	<i>pp</i>	<i>a</i>	<i>dd</i>	<i>ff</i>	<i>TTt</i>	<i>T_dT_{dd}</i>	<i>C_L</i>	<i>C_M</i>	<i>C_H</i>
<i>нр</i>	<i>нр</i>	км	м	название	название	гПа	гПа	знак	румб	м/с	°C	°C	Сокращенное название		

Практическая работа 3

Представление результатов метеорологических наблюдений в виде схем для нанесения на синоптическую карту

Цель – научиться представлять по текстовым описаниям результаты метеорологических наблюдений в виде схем для нанесения на синоптическую карту.

Задачи: 1) изучить схему нанесения данных на приземные карты погоды; 2) приобрести навык представлять результаты метеорологических наблюдений в виде схем для нанесения на синоптическую карту по текстовым описаниям метеорологических условий.

Материалы и оборудование: текстовые описания метеорологических условий.

Методические указания: Представьте результаты наблюдений в виде схем для нанесения на синоптическую карту по текстовым описаниям метеорологических условий по одному из представленных ниже вариантов, соблюдая порядок расположения цифр и знаков (рисунок 1).

Вариант 1. Температура воздуха составляет $16,5^{\circ}\text{C}$. Чтобы водяной пар, содержащийся в воздухе, достиг состояния насыщения, температура должна составлять $4,5^{\circ}\text{C}$. Атмосферное давление, приведенное к уровню моря, на протяжении последних 3-х часов неизменно составляет $1021,9\text{ гПа}$. Видимость, определённая инструментально, достигает 20 км . Небо покрыто тонкими высококучевыми облаками, закрывающими около 40% видимого небосвода. Инструментальные наблюдения за высотой облачности не проводились. Ветер неустойчивый, со скоростью около 4 узлов .

Вариант 2. Температура воздуха составляет $15,3^{\circ}\text{C}$ с точкой росы, равной $5,1^{\circ}\text{C}$. Атмосферное давление, приведенное к уровню моря, составляет $1023,2\text{ гПа}$, 3 часа назад оно достигало $1023,6\text{ гПа}$, кривая барограммы на данном участке имеет вид \|. Видимость, определенная инструментально, достигает 15 км . Небо на $6/8$ видимого пространства закрыто тонкими высококучевыми и мощными кучево-дождевыми облаками, последние составляют половину всего облачного покрытия, их нижняя граница «на глаз» находится не выше 1000 м . Идет ливень, начавшийся около часа назад. Ветер северо-северо-западный, со скоростью 3 м/с .

Вариант 3. Температура воздуха составляет $10,0^{\circ}\text{C}$. Содержащийся в воздухе водяной пар достигнет насыщения при температуре $6,4^{\circ}\text{C}$. Атмосферное давление, приведенное к уровню моря, по данным предшествующего срочного часа составляло $1015,6\text{ гПа}$, к настоящему моменту уменьшилось на $0,4\text{ гПа}$, кривая барограммы на данном участке имеет вид \|. Видимость, определенная инструментально, достигает 20 км . На небе наблюдаются перистые нитевидные, в среднем ярусе – тонкие высококучевые облака, общая облачность превышает 7 баллов, нижняя – менее 1 балла. Инструментальные наблюдения за высотой облачности не проводились. Ветер имеет устойчивое южное направление и дует со скоростью около 3 км/ч .

Вариант 4. Температура воздуха составляет $6,1^{\circ}\text{C}$ с точкой росы, равной $3,5^{\circ}\text{C}$. Атмосферное давление, приведённое к уровню моря, составляет $1020,2\text{ гПа}$, что на $0,1\text{ гПа}$ больше, чем в предыдущий срочный час; кривая барограммы на данном участке имеет вид /. Видимость, определенная визуально, достигает 15 км . Облачность 10 баллов, облака слоистые, начинаются с высоты 300 м . Между срочными часами и в настоящий момент наблюдается морось. Ветер юго-восточный, $4\text{-}6\text{ м/с}$.

Вариант 5. Температура воздуха – $11,8^{\circ}\text{C}$, точка росы – $10,7^{\circ}\text{C}$, атмосферное давление, приведенное к уровню моря – $1013,0\text{ гПа}$. Давление падает, предыдущие измерения зафиксировали $1013,3\text{ гПа}$, кривая барограммы на данном участке имеет вид \|. Наблюдается туман, который постепенно усиливается, однако небо пока видно. Видимость, определенная инструментально, не превышает 200 м . Слоисто-кучевые облака, нижняя граница которых, как видно «на глаз», не поднимается выше 1000 м , закрывают $5/8$ неба. Между сроками наблюдений выпали осадки в виде ливня. Штиль.

Вариант 6. При температуре воздуха 19,5 °С водяной пар, содержащийся в воздухе, может достигнуть состояния насыщения при температуре 12,3 °С. Атмосферное давление, приведённое к уровню моря, составляет 998,2 гПа, барическая тенденция 0,1 гПа, кривая барограммы на данном участке имеет вид /. Видимость, определенная визуально, достигает 20 км. Небосвод закрыт мощными кучево-дождевыми облаками, начиная с высоты 0,6 км. Облачность составляет 7 октов. Ветер западно-северо-западный, со скоростью 4-6 м/с.

Вариант 7. Температура воздуха составляет 5,5 °С. Водяной пар, содержащийся в воздухе, близок к состоянию насыщения: точка росы 5,3 °С. Атмосферное давление, приведенное к уровню моря, на протяжении последних 3-х часов увеличилось на 0,3 гПа и составляет 1017,8 гПа. Кривая барограммы на данном участке имеет вид /. Видимость, определенная инструментально, не превышает 1 км, причем видимые объекты затянуты дымкой. Небо с высоты 300 м затянуто слоистыми облаками, облачность 10 баллов. Между сроками наблюдений были отмечены туман, морось. Ветер юго-восточный, со скоростью 2 м/с, порывами до 3 м/с.

Вариант 8. Температура воздуха составляет 11,4 °С с точкой росы, равной 7,4 °С. Атмосферное давление, приведенное к уровню моря, составляет 1019,6 гПа, что на 0,2 гПа больше, чем в предыдущий срочный час; кривая барограммы на данном участке имеет вид ^ . Видимость, определенная инструментально, достигает 24 км. Ясно, безоблачно. Наблюдается штиль.

Раздел 2. СИНОПТИЧЕСКИЕ КАРТЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОД ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Синоптические карты представляют собой географическую основу, на которую нанесены данные сети МС, полученные за определенный срок наблюдений. Синоптические карты бывают приземные, высотные и кольцевые. Они составляются для каждого срока наблюдений, помогают отслеживать изменения состояния атмосферы, идентифицировать синоптические объекты, следить за их движением, эволюцией и трансформацией. На основе синоптического анализа разрабатывается прогноз погоды.

Данные наблюдений МС наносятся на географическую основу с помощью цифр и знаков. Синоптические карты составляются в национальных гидрометеоцентрах на основе информации, содержащейся в телеграммах, отправляемых с МС. Телеграммы – это цифровые сводки погоды. Они передаются по радио, телефону или через интернет. Наблюдаемые на станции метеорологические элементы кодируются в виде пятизначных цифровых групп в соответствии с международным кодом КН-01 (таблица 7).

Таблица 7 – Международный код КН-01 для передачи данных метеорологических наблюдений

Раз- дел	Группа	Содержание группы	Данные наблюдений	Данные в коде пере- дачи
0	$M_iM_iM_jM_j = AAXX$	МС на суше		
0	$YYGGi_w$	YY – дата GG – срок i_w – способ определения скорости ветра	25 марта 15 ч 1 – по флюгеру, 0 – глазомерно, м/с	25 151
0	$II\ iii$	Индекс станции: II – номер района iii – номер станции		$II026$
1	i_Ri_xhVV	i_R – указатель наличия группы $6RRRt_R$ (приложение 21 [8, с. 295]) i_x – указатель наличия группы $7WWW_1W_2$ и типа станции (прил. 22 [8, с. 295]) h – высота нижней границы облаков (C_L или C_M) (приложение 23 [8, с. 295]) VV – метеорологическая дальность видимости (приложение 24 [8, с. 296])		
1	$Nddff$	N – общая облачность dd – направление ветра ff – скорость ветра	6 C3 12	53212
1	$1s_n\ TTT$	1 – отличительная цифра s_n – температура (0 – положительная; 1 – отрицательная) TTT – t ($^{\circ}\text{C}$), с десятыми долями	–5,3	11053
1	$2\ s_n\ T_dT_dT_d$	2 – отличительная цифра s_n – температура (0 – положительная; 1 – отрицательная) $T_dT_dT_d$ – точка росы	–6,8	21068
1	$3\ P_0P_0P_0P_0$	3 – отличительная цифра $P_0P_0P_0P_0$ – давление (гПа) на уровне станции с десятыми долями (цифра тысяч не передается)	987,6	39876

1	$4PPP$	3 – отличительная цифра PPP – давление (гПа), приведенное к уровню моря, с десятыми долями (цифра тысяч не передается)	1023,5	40235
1	$5app$	5 – отличительная цифра a – характеристика барической тенденции за последние 3 ч ppp – значение барической тенденции (гПа)	Рост равномерный (3) 2,5 гПа/ч	53025
1	$6RRRt_R$	6 – отличительная цифра RRR – количество осадков, выпавших за период t_R	18 мм 12 ч	61812
1	$7wwW_1 W_2$	7 – отличительная цифра Ww – погода в срок наблюдения или в течение последнего часа перед сроком наблюдения W_1 – прошедшая погода – явление, которое кодируется самой большой цифрой кода W_2 – прошедшая погода – явление, которое кодируется следующей после W_1 большой цифрой кода		
1	$8N_hC_LC_mC_H$	8 – отличительная цифра N_h – количество C_L или C_m , если облаков C_L нет C_L – облака вертикального развития и облака нижнего яруса (кроме слоисто-дождевых) C_m – облака среднего яруса и слоисто-дождевые C_h – облака верхнего яруса	4 балла Cu As Cs	83128

Практическое работы 4–5

Составление телеграммы-сводки погоды по данным метеорологических наблюдений, используя международный код КН-01

Цель – научиться составлять цифровые сводки погоды (телеграммы) по данным метеорологических наблюдений.

Задачи: 1) изучить международный код для передачи данных метеорологических наблюдений; 2) приобрести навык представлять результаты метеорологических наблюдений в виде цифровых сводок погоды.

Материалы и оборудование: данные метеорологических наблюдений метеостанций Беларуси (таблица 8) за период с 1 по 15 мая 2021 г. в 15 ч UTC (таблицы 9-14).

Методические рекомендации. Для передачи данных метеорологических наблюдений (таблица 7) составить телеграммы-сводки погоды по данным пунктов наблюдений таблицы 9-14 использовать международный код КН-01 для передачи данных метеорологических наблюдений (таблица 7).

Пример составления телеграммы
(латинские обозначения см. в таблице 7)

<i>N</i>	<i>Nh</i>	<i>VV</i>	<i>h</i>	<i>ww</i>	<i>W₁W₂</i>	<i>PPP</i>	<i>pp</i>	<i>a</i>	<i>dd</i>	<i>ff</i>	<i>T</i>	<i>T_d</i>	<i>C_L</i>	<i>C_M</i>	<i>C_H</i>
МС Пинск. Срок наблюдений: 00 ч UTC, 01.11.2021 г.															
9	9	4-10	500-1000	Дымка	Облачность более 5 баллов	1021,3	0,9		Штиль	0	8,2	7,6	Sc не из Си или Св	-	-

Телеграмма: ААХХ 01001 33019 31596 80000 10082 20076 39908 40213 52009 71022 885//

Таблица 8 – Станции, осуществляющие метеорологические наблюдения на территории Республики Беларусь*

Гидрометеорологический объект	Индекс по каталогу ВМО	Гидрометеорологический объект	Индекс по каталогу ВМО
Брестская область			Гомельская область
Брест (Брестоблгидромет)	33008	Гомель (Гомельоблгидромет)	33041
МЦГМ Пинск	33019	МЦГМ Мозырь	33036
БС Полесская	33015	АС Василевичи	33038
МС Барановичи	26941	МС Житковичи	33027
МС Высокое	33001	МС Жлобин	26966
МС Ганцевичи	26947	МС Лельчицы	33105
МС Дрогичин	33011	МС Октябрь	26950
МС Ивацевичи	26938	МС Чечерск	26974
МС Пружаны	26929	МС Брагин	33124
Витебская область			Минская область
Витебск (Витебскоблгидромет)	26666	Минск (Минскоблгидромет)	26850
СФМ Березинский заповедник		ГС Вилейка	26754
МС Верхнедвинск	26554	ОС Нарочь	26649
МС Докшицы	26657	МС Березино	26853
МС Езерище	26566	МС Борисов	26759
МС Лепель	26659	МС Воложин	26748
МС Лынтупы	26645	МС Марьина Горка	26855
МС Орша	26763	МС Слуцк	26951
ГС Полоцк	26653	МС Столбцы	26846
МС Сенно	26668	МС Любань	26955
АС Шарковщина	26643		
Гродненская область			Могилевская область
Гродно (Гроднооблгидромет)	26825	Могилев (Могилевоблгидромет)	26863
АС Волковыск	26923	АС Горки	26774
АС Новогрудок	26836	МС Кличев	26864
МС Ошмяны	26736	МС Костюковичи	26887
МС Лида	26832	МС Бобруйск	26961
МС Щучин	26834	МС Славгород	26878

*Примечание. МС – метеорологическая станция; АС – агрометеорологическая станция; ГС – гидрологическая станция; БС – болотная станция; ОС – озерная станция; СФМ – станция фонового мониторинга; МЦГМ – межрайонный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Таблица 9 – Данные наблюдений метеорологической станции Брест

Дата	<i>N</i>	<i>h</i>	<i>dd</i>	<i>ff</i>	<i>PPP</i>	<i>pp</i>	<i>a</i>	<i>TTT</i>	<i>T_dT_dT_d</i>	<i>T_wT_wT_w</i>	<i>C_H</i>	<i>C_M</i>	<i>C_L</i>	<i>ww</i>	<i>W₁W₂</i>
МС БРЕСТ. Индекс ВМО 33008. Абс. высота 142 м															
1	8	100	C	10	1000,2	-5	∨	11,0	1,1	5,1	Ci	As	Cu	60	75
2	3	150	CB	20	1005,1	-6	∨	12,5	1,2	7,2	Cs	Ac	Cb	61	76
3	5	200	B	13	1010,1	-8	∨	13,8	1,3	8,3	Cc	As	Cu	62	77
4	6	250	C	14	1015,2	8	∧	14,9	1,4	9,4	Ci	Ac	Cu	63	78
5	6	300	3	15	1020,3	6	∧	15,5	1,5	7,3	Cs	As	Cu	64	79
6	3	350	C	16	1025,4	4	∧	16,3	1,6	8,4	Cc	Ac	Cb	65	80
7	5	400	B	17	1030,5	3	∧	17,2	1,7	9,5	Ci	As	Cu	66	81
8	8	450	3	18	1035,6	2	∧	18,9	1,8	9,9	Ci	Ac	Cb	67	82
9	4	500	Ю	19	1040,7	12	∧	12,0	1,9	7,5	Cs	As	Cu	68	83
10	7	550	Ю3	10	1045,8	13	∧	21,0	2,0	4,3	Cc	Ac	Cb	69	84
11	10	650	ЮВ	15	1013,9	17	∧	22,4	2,2	2,7	Ci	As	Cu	70	85
12	9	700	CB	20	990,0	19	∧	23,6	3,2	9,3	Cs	Ac	Cb	71	86
13	4	750	C3	13	995,9	-20	\	24,8	4,3	8,7	Cc	As	Cu	72	87
14	5	800	ЮВ	16	998,8	-25	\	17,6	5,3	6,5	Ci	Ac	Cb	73	88
15	3	850	3	19	999,7	-31	\	18,9	6,2	4,9	Cc	Ac	Cu	74	89

Таблица 10 – Данные наблюдений метеорологической станции Витебск

Дата	<i>N</i>	<i>h</i>	<i>dd</i>	<i>ff</i>	<i>PPP</i>	<i>pp</i>	<i>a</i>	<i>TTT</i>	<i>T_dT_dT_d</i>	<i>T_wT_wT_w</i>	<i>C_H</i>	<i>C_M</i>	<i>C_L</i>	<i>ww</i>	<i>W₁W₂</i>
МС ВИТЕБСК. Индекс ВМО 26666. Абс. высота 174 м															
1	9	100	C	20	1000,2	-5	∧\	11,0	1,1	5,1	Ci	As	Cu	15	30
2	3	120	CB	30	1005,3	-6	∧\	12,5	1,2	7,2	Cs	Ac	Cb	16	31
3	5	230	B	23	1010,4	-8	∧\	13,8	1,3	8,3	Cc	As	Cu	17	32
4	6	240	C	24	1015,1	8	/\	14,9	1,4	9,4	Ci	Ac	Cb	18	33
5	6	330	3	25	1020,2	6	/\	15,5	1,5	7,3	Cs	As	Cu	19	34
6	7	380	C	36	1025,3	4	/\	16,3	1,6	8,4	Cc	Ac	Cb	20	35
7	8	440	B	47	1030,4	3	/\	17,2	1,7	9,5	Ci	As	Cu	21	36
8	9	470	3	38	1035,5	2	/\	18,9	1,8	9,9	Ci	Ac	Cb	22	37
9	10	540	Ю	29	1040,6	12	/\	12,0	1,9	7,5	Cs	As	Cu	23	38
10	9	570	Ю3	20	1045,7	13	/\	21,0	2,0	4,3	Cc	Ac	Cb	24	39
11	10	680	ЮВ	35	1013,8	17	/\	22,4	2,2	2,7	Ci	As	Cu	25	40
12	6	720	CB	40	990,9	19	/\	23,6	3,2	9,3	Cs	Ac	Cb	26	41
13	4	740	C3	53	995,0	-20	\	24,8	4,3	8,7	Cc	As	Cu	27	42
14	2	850	ЮВ	66	998,9	-25	\	17,6	5,3	6,5	Ci	Ac	Cb	28	43
15	2	880	3	79	999,8	-31	\	18,9	6,2	4,9	Cc	Ac	Cu	29	44

Таблица 11 – Данные наблюдений метеорологической станции Гомель

Дата	<i>N</i>	<i>h</i>	<i>dd</i>	<i>ff</i>	<i>PPP</i>	<i>pp</i>	<i>a</i>	<i>TTT</i>	<i>T_dT_dT_d</i>	<i>T_wT_wT_w</i>	<i>C_H</i>	<i>C_M</i>	<i>C_L</i>	<i>ww</i>	<i>W₁W₂</i>
МС ГОМЕЛЬ. Индекс ВМО 33041. Абс. высота 125 м															
1	7	100	C	10	1000,0	-5	/\	11,0	1,1	5,1	Ci	As	Cu	45	60
2	4	150	CB	20	1005,9	-6	/\	12,5	1,2	7,2	Cs	Ac	Cb	46	61
3	5	200	B	13	1010,8	-8	/\	13,8	1,3	8,3	Cc	As	Cu	47	62
4	6	250	C	14	1015,7	8	/\	14,9	1,4	9,4	Ci	Ac	Cb	48	63
5	7	300	3	15	1020,6	6	/\	15,5	1,5	7,3	Cs	As	Cu	49	64
6	8	350	C	16	1025,5	4	/\	16,3	1,6	8,4	Cc	Ac	Cb	50	65
7	9	400	B	17	1030,4	3	/\	17,2	1,7	9,5	Ci	As	Cu	51	66
8	7	450	3	18	1035,3	2	/\	18,9	1,8	9,9	Ci	Ac	Cb	52	67
9	6	500	Ю	19	1040,2	12	/\	12,0	1,9	7,5	Cs	As	Cu	53	68
10	8	550	Ю3	10	1045,1	13	/\	21,0	2,0	4,3	Cc	Ac	Cb	54	69
11	6	650	ЮВ	15	1013,1	17	/\	22,4	2,2	2,7	Ci	As	Cu	55	70
12	7	700	CB	20	990,2	19	/\	23,6	3,2	9,3	Cs	Ac	Cb	56	71
13	4	750	C3	13	995,3	-20	\	24,8	4,3	8,7	Cc	As	Cu	57	72
14	5	800	ЮВ	16	998,4	-25	\	17,6	5,3	6,5	Ci	Ac	Cb	58	73
15	3	850	3	19	999,5	-31	\	18,9	6,2	4,9	Cc	Ac	Cu	59	74

Таблица 12 – Данные наблюдений метеорологической станции Гродно

Дата	<i>N</i>	<i>h</i>	<i>dd</i>	<i>ff</i>	<i>PPP</i>	<i>pp</i>	<i>a</i>	<i>TTT</i>	<i>T_dT_dT_d</i>	<i>T_wT_wT_w</i>	<i>C_H</i>	<i>C_M</i>	<i>C_L</i>	<i>ww</i>	<i>W₁W₂</i>
МС ГРОДНО. Индекс ВМО 26825. Абс. высота 150 м															
1	10	200	C	10	1000,0	-5	/\	11,0	1,1	5,1	Ci	As	Cu	00	15
2	2	250	CB	20	1005,9	-6	/\	12,5	1,2	7,2	Cs	Ac	Cb	01	16
3	3	300	B	13	1010,8	-8	/\	13,8	1,3	8,3	Cc	As	Cu	02	17
4	4	350	C	14	1015,7	8	/\	14,9	1,4	9,4	Ci	Ac	Cb	03	18
5	5	400	3	15	1020,6	6	/\	15,5	1,5	7,3	Cs	As	Cu	04	19
6	6	450	C	16	1025,5	4	/\	16,3	1,6	8,4	Cc	Ac	Cb	05	20
7	7	500	B	17	1030,4	3	/\	17,2	1,7	9,5	Ci	As	Cu	06	21
8	8	550	3	18	1035,3	2	/\	18,9	1,8	9,9	Ci	Ac	Cb	07	22
9	9	600	Ю	19	1040,2	12	/\	12,0	1,9	7,5	Cs	As	Cu	08	23
10	8	650	Ю3	10	1045,1	13	/\	21,0	2,0	4,3	Cc	Ac	Cb	09	24
11	10	750	ЮВ	15	1013,1	17	/\	22,4	2,2	2,7	Ci	As	Cu	10	25
12	7	800	CB	20	990,2	19	/\	23,6	3,2	9,3	Cs	Ac	Cb	11	26
13	5	850	C3	13	995,3	-20	\	24,8	4,3	8,7	Cc	As	Cu	12	27
14	3	900	ЮВ	16	998,4	-25	\	17,6	5,3	6,5	Ci	Ac	Cb	13	28
15	2	870	3	19	999,5	-31	\	18,9	6,2	4,9	Cc	Ac	Cu	14	29

Таблица 13 – Данные наблюдений метеорологической станции Могилев

Дата	<i>N</i>	<i>h</i>	<i>dd</i>	<i>ff</i>	<i>PPP</i>	<i>pp</i>	<i>a</i>	<i>TTT</i>	<i>T_dT_dT_d</i>	<i>T_wT_wT_w</i>	<i>C_H</i>	<i>C_M</i>	<i>C_L</i>	<i>ww</i>	<i>W₁W₂</i>
МС МОГИЛЕВ. Индекс ВМО 26863. Абс. высота 151 м															
1	7	100	C	10	1000,3	-5	/\	11,0	1,1	5,1	Ci	As	Cu	30	45
2	4	150	CB	20	1005,4	-6	/\	12,5	1,2	7,2	Cs	Ac	Cb	31	46
3	5	200	B	13	1010,4	-8	/\	13,8	1,3	8,3	Cc	As	Cu	32	47
4	4	250	C	14	1015,3	8	/-	14,9	1,4	9,4	Ci	Ac	Cb	33	48
5	6	300	3	15	1020,2	6	/-	15,5	1,5	7,3	Cs	As	Cu	34	49
6	8	350	C	16	1025,1	4	/-	16,3	1,6	8,4	Cc	Ac	Cb	35	50
7	5	400	B	17	1030,2	3	/-	17,2	1,7	9,5	Ci	As	Cu	36	51
8	9	450	3	18	1035,3	2	/-	18,9	1,8	9,9	Ci	Ac	Cb	37	52
9	6	500	Ю	19	1040,4	12	/	12,0	1,9	7,5	Cs	As	Cu	38	53
10	8	550	ЮЗ	10	1045,5	13	/	21,0	2,0	4,3	Cc	Ac	Cb	39	54
11	7	650	ЮВ	15	1013,6	17	/	22,4	2,2	2,7	Ci	As	Cu	40	55
12	6	700	CB	20	990,7	19	/	23,6	3,2	9,3	Cs	Ac	Cb	41	56
13	5	750	C3	13	995,8	-20	\	24,8	4,3	8,7	Cc	As	Cu	42	57
14	3	800	ЮВ	16	998,9	-25	\	17,6	5,3	6,5	Ci	Ac	Cb	43	58
15	4	850	3	19	999,0	-31	\	18,9	6,2	4,9	Cc	Ac	Cu	44	59

Таблица 14 – Данные наблюдений метеорологической станции Минск

Дата	<i>N</i>	<i>h</i>	<i>dd</i>	<i>ff</i>	<i>PPP</i>	<i>pp</i>	<i>a</i>	<i>TTT</i>	<i>T_dT_dT_d</i>	<i>T_wT_wT_w</i>	<i>C_H</i>	<i>C_M</i>	<i>C_L</i>	<i>ww</i>	<i>W₁W₂</i>
МС МИНСК. Индекс ВМО 26850. Абс. высота 225 м															
1	9	50	C	10	1000,1	-5	\	11,0	1,1	5,1	Ci	As	Cu	75	00
2	1	150	CB	20	1005,2	-6	\	12,5	1,2	7,2	Cs	Ac	Cb	76	01
3	2	200	B	13	1010,3	-8	\	13,8	1,3	8,3	Cc	As	Cu	11	02
4	3	250	C	14	1015,4	8	/	14,9	1,4	9,4	Ci	Ac	Cb	78	03
5	4	300	3	15	1020,5	6	/	15,5	1,5	7,3	Cs	As	Cu	79	04
6	5	350	C	16	1025,0	4	/	16,3	1,6	8,4	Cc	Ac	Cb	80	05
7	6	400	B	17	1030,6	3	/	17,2	1,7	9,5	Ci	As	Cu	81	06
8	7	450	3	18	1035,7	2	/	18,9	1,8	9,9	Ci	Ac	Cb	82	07
9	8	500	Ю	19	1040,8	12	/	12,0	1,9	7,5	Cs	As	Cu	83	08
10	9	550	ЮЗ	10	1045,9	13	/	21,0	2,0	4,3	Cc	Ac	Cb	84	09
11	10	650	ЮВ	15	1013,0	17	/	22,4	2,2	2,7	Ci	As	Cu	85	10
12	8	700	CB	20	990,1	19	/	23,6	3,2	9,3	Cs	Ac	Cb	86	11
13	6	750	C3	13	995,2	-20	\	24,8	4,3	8,7	Cc	As	Cu	87	12
14	4	800	ЮВ	16	998,3	-25	\	17,6	5,3	6,5	Ci	Ac	Cb	88	13
15	2	850	3	19	999,4	-31	\	18,9	6,2	4,9	Cc	Ac	Cu	89	14

Практическая работа 6–7

Кодирование результатов метеорологических наблюдений

Цель – закрепить навык составлять цифровые сводки погоды (телеграммы) по данным метеорологических наблюдений.

Задачи: 1) составить телеграммы в коде КН-01 по данным метеорологических наблюдений; 2) представить результаты наблюдений в виде схем и нанести на синоптическую карту; 3) научиться оценивать метеорологическую обстановку и описывать погодные условия по данным, составленной синоптической карты.

Задание 1. На основе результатов метеорологических наблюдений (таблица 15) составьте телеграммы в коде КН-01 для 5 пунктов наблюдений (по выбору).

Задание 2. Представьте результаты наблюдений в виде схем для нанесения на синоптическую карту. Нанесите схемы на синоптическую карту.

Схемы для нанесения на синоптическую карту строят простым карандашом либо гелевой/шариковой ручкой черного цвета, соблюдая пропорции и взаимное расположение структурных частей. Размеры идентичных элементов на всех построенных в тетради и на карте схемах должны быть одинаковыми и примерно совпадать с размерами на схеме рисунка 16.

Задание 3. Прочитать метеорологическую обстановку по данным, составленной синоптической карты микрокольцовки для метеостанций, избранной административной области и описать погодные условия, объясняя взаимосвязь метеорологических характеристик и их наблюдаемые территориальные различия.

Таблица 15 – Результаты метеорологических наблюдений*

Вариант	N без без	N _h без без	VV	h	ww	W ₁ W ₂	PPP	pp	a	dd	ff	TTt	T _d T _{Ad}	Сокращенное название							
														гПа	гПа	знак	румб	М/с	°C	°C	C _L	C_{M}	C_{H}
1	9	9	4-10	600-1000	Дымка	Облачность более 5 баллов	1021,3	0,9	/	штиль	0	8,2	7,6	Sc не из Ci или Cb	нет	нет					
2	1	0	4-10	-	Дымка	Ясно или облачность не более 5 баллов	1018,2	0,7	/	ЗЮЗ	2	6,3	6,6	St fr или Cu fr	нет	нет	Cl fib не распр. по небу				
3	7	7	4-10	300-600	Дымка	Облачность более 5 баллов	1017,0	0,7	/	3	2	7,9	7,7	Ac рас- простр. по небу	нет	нет					
4	9	9	4-10	-	Дымка	Ливневые осадки. Облачность более 5 баллов	1013,6	-0,7	/	ЮЗ	4	16,4	14,2	As рас- простр. по небу	нет	нет	-				

*Примечания:

1. Обозначения метеорологических параметров в заголовках таблицы соответствуют схеме нанесения данных на приземную карту погоды;
2. МДВ и высота нижней границы облаков определены визуально.
3. Место наблюдений указаны в таблице 16.

Вариант	N	N _b	VV	h	ww	W ₁ W ₂	PPP	pp	a	dd	ff	TTt	T _d T _{de}	C _L	C _M	C _H	Сокращенное название												
																	500,3	500,3	км	м	Название	Название	гПа	гПа	зИзК	румб	м/с	°C	°C
5	10	10	2-4	-	Слабый или умеренный поземок	Снег. Облачность более 5 баллов	999,9	0,9	✓	CC3	5	-8,4	-9,4	нет	As и Ns	-													
6	4	2	10-20	300-600	Слабый или умеренный поземок	Ливневые осадки. Меняющаяся облачность	1017,1	2,4	/	C3	5	-6,2	-	11,9	Sc не из Cu или Cb	Ac trans без измен.	нет												
7	10	10	4-10	100-200	Дымка	Снег. Облачность более 5 баллов	1003,6	0,2	/	C3	3	-1,5	-2,3	St	-	-	-												
8	10	10	4-10	100-200	Ливневый дождь слабый	Ливневые осадки. Облачность более 5 баллов	1008,9	-1,4	✓	CB	2	12,9	12,3	Cb cap	-	-	-												
9	4	3	20-50	600-1000	Облака рассеиваются	Ливневые осадки. Меняющаяся облачность	1019,0	2,1	/	3	3	-3,6	-	12,3	Sc из Cu или Cb	Ac, As	нет												
10	1	1	20-50	600-1000	Облака рассеиваются	Снег. Меняющаяся облачность	1019,4	2,1	/	3C3	2	-7,3	-	12,5	Sc не из Cu или Cb	нет	нет												

Вариант	N	N _b	VV	h	ww	W ₁ W ₂	PPP	pp	a	dd	ff	TTt	T _d T _{de}	C _L	C _M	C _H	Сокращенное название													
																	500,3	500,3	км	м	Название	Название	гПа	гПа	зИзК	румб	м/с	°C	°C	
11	9	9	4-10	600-1000	Дымка	Снег. Облачность более 5 баллов	1007,8	1,2	/	3Ю3	3	-1,5	-4,2	Sc не из Cu или Cb	-	-	-													
12	10	3	10-20	1000-1500	Облака развиваются	Меняющаяся облачность	1002,5	0,1	✓	Ю	2	15,1	11,3	Cu cong	Ac trans без измен.	Ci fib распр. по небу														
13	7	0	10-20	-	Облака развиваются	Меняющаяся облачность	1003,6	-0,5	↗	Ю	3	17,5	9,9	нет	нет	Ci sp														
14	10	10	4-10	100-200	Морось слабая непрерывная	Дождь. Облачность более 5 баллов	996,2	0,0	—	штиль	0	12,3	12,1	St	-	-	-													
15	10	10	10-20	300-600	Дождь слабый непрерывный	Дождь. Облачность более 5 баллов	1007,4	3,9	✓	Ю3	10	12,2	10,4	St fr	As или Ns	-														
16	4	4	20-50	600-1000	Облака рассеиваются	Ливневые осадки. Меняющаяся облачность	1007,8	2,8	/	3	5	0,9	-6,7	Cb cap	нет	нет														
17	10	10	10-20	600-1000	Небо без изменений	Дождь. Облачность более 5 баллов	1002,5	2,0	✓	3C3	10	1,1	-3,8	Sc не из Cu или Cb	-	-	-													

Вариант	N	N _b	VV	h	ww	W ₁ W ₂	PPP	pp	a	dd	ff	TTt	T _d T _{ds}	C _L	C _M	C _H	Сокращенное название														
																	балл	балл	км	м	Название	Название	гПа	гПа	энд	румб	М/с	°С	°С		
18	3	3	10-20	1000-1500	Ливневый снег слабый	Ливневые осадки. Меняющаяся облачность	1006,7	2,7	/	3	10	0,9	-2,0	Cb calv	нет	нет															
19	8	6	10-20	600-1000	Ливневый дождь (в последний час)	Ливневые осадки. Облачность более 5 баллов	1020,0	0,8	/	3	5	5,5	2,3	Cb calv	Ac распр. по небу	-	-														
20	9	9	20-50	300-600	Ливневый дождь умеренный или сильный	Ливневые осадки. Облачность более 5 баллов	1017,6	1,4	/	3	5	4,6	3,9	Cb cap	-	-	-														
21	7	2	20-50	600-1000	Облака рассеиваются	Ливневые осадки. Облачность более 5 баллов	1023,3	1,1	/	C3	3	7,6	2,1	Cb cap	Ac trans без измен.	Ci fib не распр. по небу															
22	9	9	20-50	300-600	Снежная крупка (в последний час)	Ливневые осадки. Облачность более 5 баллов	1021,1	1,4	/	CC3	3	5,0	3,8	Sc не из Cu или Cb	-	-	-														
23	10	10	4-10	200-300	Дождь (в последний час)	Дождь. Облачность более 5 баллов	983,3	-4,6	/	B	2	5,4	4,5	Sc не из Cu или Cb	-	-	-														

Вариант	N	N _b	VV	h	ww	W ₁ W ₂	PPP	pp	a	dd	ff	TTt	T _d T _{ds}	C _L	C _M	C _H	Сокращенное название														
																	балл	балл	км	м	Название	Название	гПа	гПа	энд	румб	М/с	°С	°С		
24	10	[10]	4-10	200-300	Дождь умеренный непрерывный	Снег. Облачность более 5 баллов	987,4	-4,5	/	CCB	5	1,7	1,3	St fr	As или Ns	-															
25	10	[10]	0,2 - 0,5	200-300	Снег сильный непрерывный	Снег. Облачность более 5 баллов	992,5	-5,0	/	C3	5	-6,2	-7,7	St fr	As или Ns	-															
26	не определено	не определено	0,2 - 0,5	-	Туман усиливается, небо не видно	Дождь. Облачность более 5 баллов	981,1	-4,0	/	C	5	1,8	1,8	-	-	-	-														
27	9	6	10-20	600-1000	Облака рассеиваются	Ливневые осадки. Облачность более 5 баллов	1013,7	-0,4	/	штиль	0	19,5	15,0	Cb cap	Ac trans без измен.	Ci fib распр. по небу															
28	9	3	10-20	300-600	Облака рассеиваются	Гроза. Облачность более 5 баллов	1012,7	1,1	/	IO	2	17,5	14,6	Cb cap	Ac распр. по небу	-															

Вариант	N	N _b	VV	h	ww	W ₁ W ₂	PPP	pp	a	dd	ff	TTt	T _d T _{ds}	C _L	C _M	C _H	Сокращенное название														
																	балл	балл	км	м	Название	Название	гПа	гПа	энд	румб	М/с	°С	°С		
29	5	2	10-20	-	Облака рассеиваются	Меняющаяся облачность	1013,4	1,0	/	Ю	2	20,9	15,0	нет	Ac lent	Ci fib не распр. по небу															
30	10	[10]	2-4	300-600	Дождь умеренный непрерывный	Дождь. Облачность более 5 баллов	1007,0	-2,2	/	C3	6	13,1	13,1	St fr	As или Ns	-															

Таблица 16 – Пункты и результаты наблюдений

Вариант	Пункт наблюдения	Вариант	Пункт наблюдения	Вариант	Пункт наблюдения
1	Пинск	11	Пинск	21	Житковичи
2	Верхнедвинск	12	Витебск	22	Жлобин
3	Горки	13	Могилев	23	Гомель
4	Пинск	14	Лепель	24	Костюковичи
5	Вернедвинск	15	Слуцк	25	Минск
6	Бобруйск	16	Жлобин	26	Мозырь
7	Витебск	17	Костюковичи	27	Гомель
8	Лынтупы	18	Могилев	28	Горки
9	Житковичи	19	Славгород	29	Жлобин
10	Лепель	20	Слуцк	30	Гродно

Раздел 3. СОВРЕМЕННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ СИНОПТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

В настоящее время создана автоматизированная геоинформационная система – *гисметео*. Данная система представляет собой программный комплекс, обеспечивающий прием, обработку, хранение и использование данных наблюдений в среде Microsoft Windows. В Белгидромете на базе программного комплекса гисметео установлено автоматизированное рабочее место – *АРМ-синоптик*, позволяющее решать следующие задачи: анализ электронных приземных и высотных карт погоды; прогноз возникновения, эволюции и перемещения барических систем и фронтов; оценка качества прогнозов; среднесрочное прогнозирование для специализированного обслуживания различных секторов экономики; верификация прогностических полей на основе синоптико-статистических данных. АРМ-синоптик позволяет получать прогнозы: приземного ветра; температуры воздуха у поверхности Земли; приземной влажности воздуха; облачности; осадков; тумана и видимости; опасных явлений погоды и стихийных бедствий; пожароопасности.

Система гисметео включает географическую основу для всего земного шара с высокой и средней степенью распознавания от 1 до 10 км (первая часть), что позволяет получать формы карты и использовать их в качестве географической основы для составления оперативных синоптических карт в масштабе от 10 до 100 км в 1 см. Вторая часть системы гисметео – это база данных, которая содержит гидрометеорологическую информацию, необходимую для создания оперативных синоптических карт. База данных формируется на персональном компьютере (ПК), который принимает телеграммы с данными наблюдений на метеостанциях. На основе базы данных на том же ПК составляются синоптические карты и выдаются прогнозы в кодах GRID и GRIB.

Гисметео обеспечивает продуктивную работу синоптика и позволяет получать расчетные электронные карты метеорологических величин за любой период времени, например сумму осадков за дни и месяцы, экстремальные температуры.

Синоптические карты, созданные с помощью технологии гисметео, представляют собой многослойное отображение различных величин в виде чисел и символов, а также изолиний и контуров, цветных штриховок и заливок. На одну карту можно разместить любое количество слоев. При этом одна необходимая часть этих слоев-величин используется в синоптическом анализе, а другая сохраняется в памяти компьютера для других задач, таких как метеорологические услуги для различных отраслей промышленности или прогнозирование опасных явлений.

Электронная карта также содержит результаты комплексных и дифференциальных расчетов прогноза метеорологических величин, фронтальных и облачных систем, траекторий синоптических объектов. На основе уравнений гидротермодинамики рассчитывают вертикальные движения воздуха в свободной атмосфере и ее пограничном слое, а также вертикальные профили температуры, ветра и характеристик турбулентности в слое от поверхности Земли до высоты 2 км. Таким образом, дается численный прогноз погоды, что значительно увеличивает точность метода синоптического прогнозирования.

По синоптической карте можно определить весь метеорологический комплекс, который наблюдается на сети станций в данное время, проследить пути прохождения атмосферных фронтов, циклонов и антициклонов, зарождение неблагоприятных явлений погоды и их прогнозирование.

Программно-информационная и расчетная гисметео включает удобный графический интерфейс и дает возможность анализировать и обрабатывать многослойные карты прямо на экране монитора. Тем самым она позволяет синоптику выполнять свои служебные функции в автоматизированном замкнутом цикле на «безбумажной технологии». Программа обеспечивает круглосуточную работу гидрометеорологического центра и позволяет создавать около 200 электронных карт для факсимильной передачи внешним потребителям.

Использование в оперативной работе автоматизированной технологии гисметео коренным образом изменило характер работы синоптика, что позволило решать задачу архивирования (хранения) гидрометеорологической информации на современном уровне. В настоящее время вся оперативная информация, преобразованная в технологических цепочках гисметео, хранится в архивной базе данных. При необходимости с архивной базы могут быть получены карты, которые отражают информацию о любом синоптическом объекте или метеорологической величине.

Спутниковая информация в синоптическом анализе. В последние десятилетия наблюдается все более широкое внедрение в гидрометеорологическую науку и практику методов дистанционного зондирования. *Дистанционное зондирование гидроатмосферы* основано на использовании различных спектров электромагнитного излучения как средства получения и передачи информации о физическом состоянии окружающей среды. Данные о состоянии гидроатмосферы, полученные дистанционными методами, во многом дополняют информацию наземных гидрометеорологических наблюдений, проводимых традиционными (контактными) методами. Такие данные значительно расширили знания о гидроатмосферных процессах, улучшили качество анализа и прогноза погоды. Дистанционное зондирование – наиболее эффективный способ получения информации о погоде, климате, континентах, океанах и ледниках.

В отличие от методов прямого измерения гидрометеорологических величин дистанционное (косвенное) зондирование дает необходимую информацию о физическом состоянии гидросферы и атмосферы путем измерения эффектов взаимодействия электромагнитного излучения с водой, снегом, льдом, поверхностью суши и атмосферным воздухом.

Важным достижением современной метеорологии является дистанционное зондирование атмосферы с помощью искусственных спутников Земли (ИСЗ). *Метеорологический ИСЗ* – это космическая автоматизированная обсерватория, оснащенная сложным электрическим, оптическим и радиоэлектронным оборудованием, предназначенным для измерения, хранения и передачи гидрометеорологической информации на Землю.

В настоящее время существуют автоматизированные системы обработки многоспектральных изображений со спутников. Фотографии облачности и подстилающей поверхности делаются в видимом и инфракрасном спектрах излуче-

ния. Они поступают с полярноорбитальных (на высоте 600-1000 км) и геостационарных метеорологических спутников (36 000 км). Полярно-орбитальные спутники включают Meteor и NOAA, геостационарные – Meteosat, GOES и GMS. Наиболее надежные наблюдения за облачным покровом планеты производятся спутником NOAA (Национальное управление океанических и атмосферных исследований США), работающим на полярной орбите с 2009 г. На современных спутниках (NOAA-15-19) установлен шестиканальный радиометр AVHRR (6-й канал дополнительный).

Спутниковые изображения облачных систем (рисунки 3-6) наряду с синоптическими картами и картами барической топографии используются в синоптическом анализе. С помощью спутниковых изображений определяют различные характеристики атмосферы: глобальное распределение облачных полей, барические системы и их эволюцию, спиралеобразное распределение облаков в циклонах, облачные гряды, ячеистую структуру конвекционных облаков, атмосферные фронты и траектории их движения, волновые возмущения в атмосфере, зарождение циклонов, струйные течения, возникновение опасных явлений (грозы, ливни, град и т.д.).

Огромный объем спутниковой информации используется для численных методов прогноза погоды и анализа физического состояния атмосферы. Рассчитывают следующее:

- вертикальные профили температуры в тропосфере и нижней стратосфере с высоким разрешением (до 1 км в тропосфере) и точностью около 1 К при отсутствии облаков;
- вертикальные профили влажности воздуха в тропосфере при отсутствии облаков с разрешением 1-2 км и точностью 10% для относительной и 20-30% для абсолютной влажности;
- характеристики облачности (количество, высота верхней границы, агрегатный состав);
- общее количество озона с точностью около 5%, его вертикальное распределение в слое 20-30 км с точностью около 10%; метана, гемиоксида (закиси азота), оксида углерода с точностью до 10%;
- температуру поверхности океана (точность 0,5 К) и суши (точность 1 К), а также излучательную способность земной поверхности.

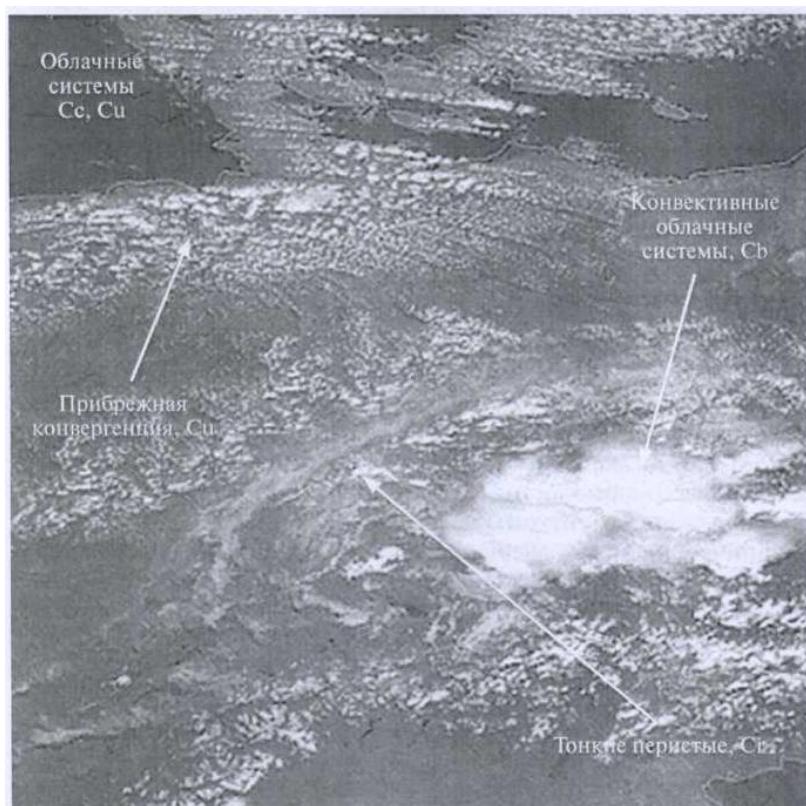


Рисунок 3 – Спутниковый снимок (в видимом диапазоне) облачного поля

Известно, что каждое барическое образование характеризуется определенной облачной системой. На снимках в видимом диапазоне регистрируется солнечное излучение, отраженное от поверхности Земли или от верхней границы облаков. Различные оттенки на рисунке 3 указывают на неравные значения альбедо, которое зависит от формы облаков. Яркие белые оттенки характерны для больших значений альбедо, что соответствует высокой отражательной способности мощных кучевых и кучево-дождевых облаков. Серые оттенки свидетельствуют о небольших значениях альбедо, присущих тонким полупрозрачным облакам верхнего яруса. Темно-серые и черные оттенки указывают на незначительное отражение солнечной радиации, что характерно для водной поверхности (озера, реки, моря) и растительности.

Кучево-дождевые облака обычно обладают куполообразной текстурой, высокой яркостью и размерами. На снимках они имеют вид крупных ярких белых пятен размером 10-40 км и более. По рисунку кучево-дождевой облачности можно определить направление воздушных потоков в верхней тропосфере. Наличие кучево-дождевых облаков на снимке является индикатором для прогноза гроз, ливней и шквалистых ветров.

Синоптическая ситуация спутникового изображения облачного поля в инфракрасном диапазоне излучения определяется на основе того, что земная поверхность и облака в зависимости от температуры испускают длинноволновое, так называемое тепловое, излучение. Разные плотности цвета соответствуют разным температурам поверхности Земли и верхней границе облаков.

Приведем пример и проанализируем (десифрируем) спутниковые снимки, полученные одновременно в видимом и инфракрасном спектрах, распознаем характер облачности (рисунок 4). На снимке в видимом диапазоне (рисунок 4, а) полоса перистых облаков (1) тянется с северо-запада на юго-восток. Это тонкие облака, которые едва проглядывают. Однако они (2) видны значительно лучше в инфракрасном диапазоне (рисунок 4, б), потому что состоят изо льда и очень холодные. На инфракрасном снимке холодное море (3) видно лучше, чем суши (4). На видимом снимке море (5) темнее, чем суши (6), потому что оно поглощает больше солнечного излучения, чем отражает.

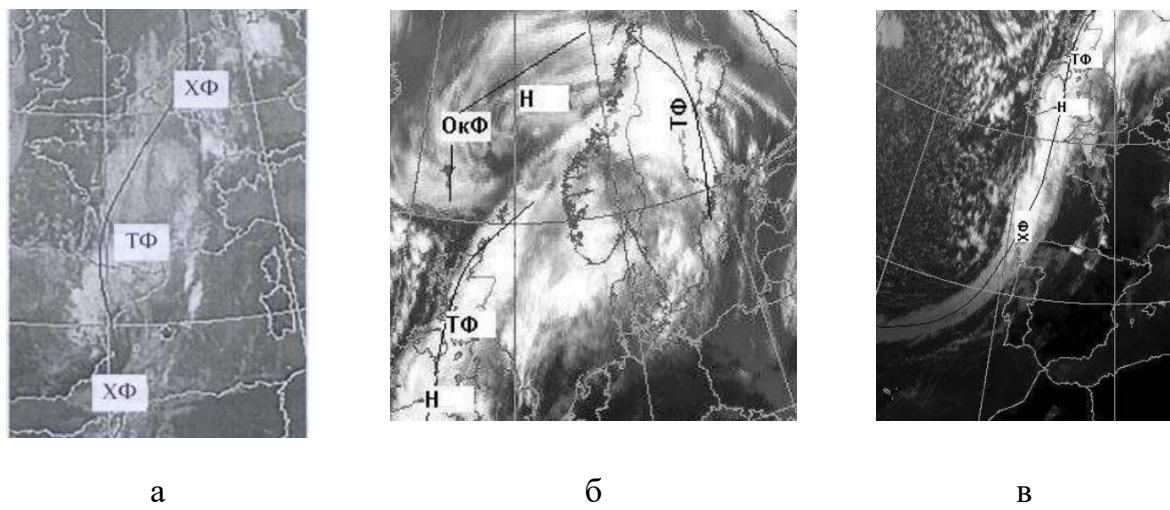


Рисунок 4 – Спутниковые снимки в видимом (а) и инфракрасном (б) спектрах электромагнитного излучения

На спутниковых снимках распознаются синоптические объекты: области высокого и низкого давления, положение атмосферных фронтов, атмосферные явления (дождь, снег, лед, туман, песчаные бури, грозы и т.д.), а также объекты земной поверхности и т.д.

В качестве примера распределения облаков вдоль стационарного фронта на рисунке 5а представлен спутниковый снимок такого фронта над Западной Европой. Полоса облаков стационарного фронта, состоящая из слоистых и кучевых облаков, в виде волн распространяется меридионально, шириной 300-400 км. Вверху снимка хорошо видны кучево-дождевые облака, которые имеют самый светлый оттенок. На гребнях фронтальной волны (на рисунке сплошная черная линия), где развивается теплый фронт (ТФ), полоса облаков утолщается (рисунок 5б), а в долинах фронтальной волны – место развития холодного фронта (ХФ) – полоса облаков истончается и сужается (рисунок 5в).

Форму вихревой спирали облачная масса приобретает по мере развития циклона (рисунок 6). В окклюдированном циклоне (фронт окклюзии – ФО) ХФ и ТФ соединяются в единую спираль. В это время теплый сектор циклона уменьшается, а в его тылу устанавливается малооблачная погода, развиваются гряды кучевых облаков.



а

б

в

Рисунок 5 – Спутниковые снимки стационарного (а), теплого (б) и холодного (в) фронтов

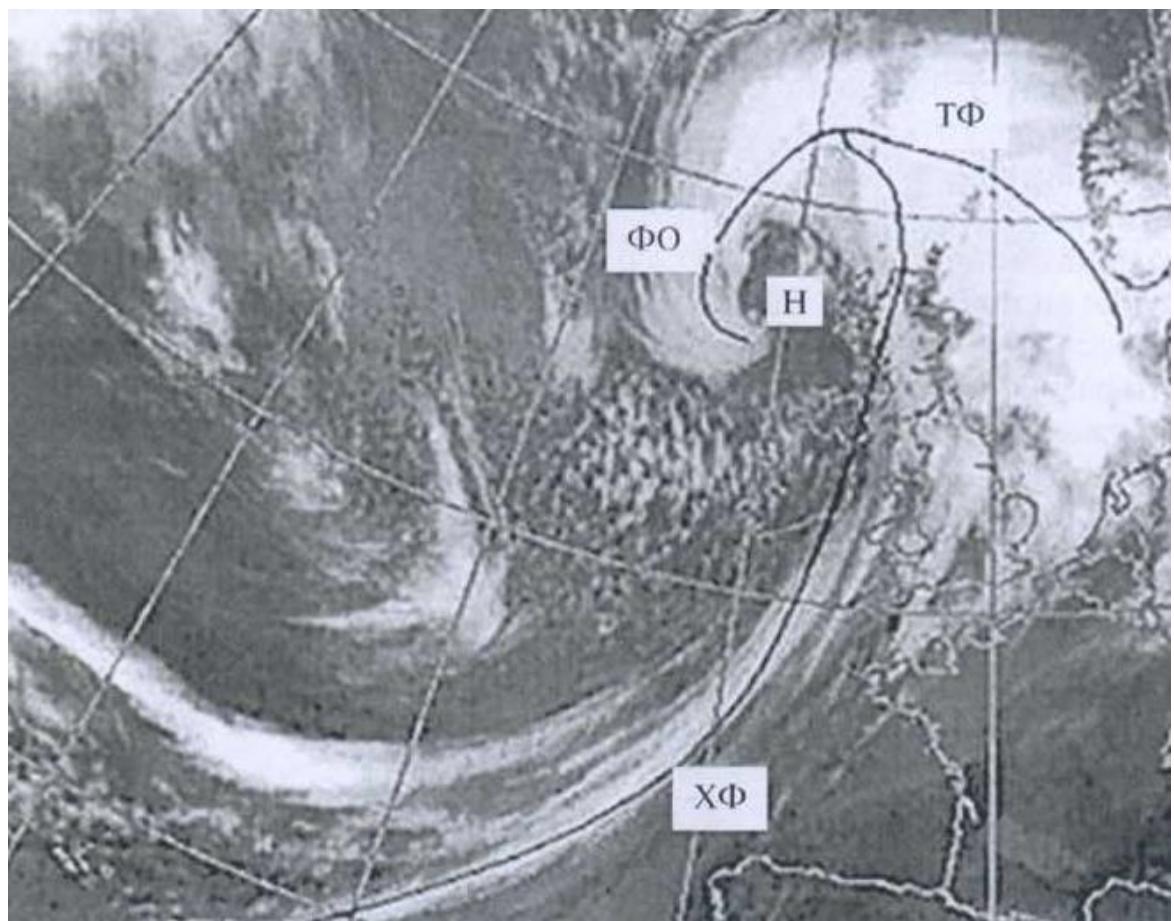


Рисунок 6 – Спутниковый снимок облачного вихря в окклюдированном циклоне над Западной Европой (ФО – фронт окклюзии)

Программное обеспечение спутникового мониторинга атмосферы. В настоящее время в Белгидромете для оперативного обеспечения государственных органов и населения прогнозной информацией используется ряд программных комплексов. *Аппаратно-программный комплекс (АПК) «Алиса-СК»* – универсальный АПК для приема и обработки информации, передаваемой с низкоорбитальных искусственных спутников Земли метеорологического назначения в режиме реального времени. Круглосуточно принимается, обрабатывается и используется до 12 снимков облачного покрова Земли. Получение единого изображения из нескольких снимков позволяет отследить динамику развития циклонических процессов. Оперативная обработка космических снимков дает возможность проводить оценку опасных зон, температуры поверхности суши, снежного и ледового покровов. Используется также такое программное обеспечение, как *система «Метеограмма»*. Она позволяет классифицировать облачность по морфологическим видам на основе данных спутников серии NOAA, выявлять мезомасштабные образования, оценивать водность облаков, своевременно распознавать облачные системы, которые могут вызвать опасные конвективные явления (грозы, град, шквалы и т.п.). Установлен программный комплекс для приема и обработки данных с геостационарных спутников Meteosat Second Generation (MSG) – *Meteosat*. Такие спутники обеспечивают непрерывное наблюдение за земной поверхностью. Полученные изображения обрабатываются в реальном времени, оцифровываются и используются синоптиками. Комплекс позволяет осуществлять наблюдения за Землей в 12 спектральных каналах, а также более чем в 20 цветосинтезированных изображениях. Каждые 5 и 15 мин поступает 20 снимков европейской части континента. Данный комплекс используется в оперативной работе для выявления опасных явлений погоды и их предупреждения. *«УниСкан»* – универсальный АПК для приема и обработки информации, передаваемой с низкоорбитальных ИСЗ. Осуществляется круглосуточный контроль приема и обработки снимков со спутника TERRA. В отдел метеорологических прогнозов предоставляются снимки с ИСЗ TERRA с расчетом графической привязки изображения при разрешении в 1000 м. *Программный комплекс оценки влагозапасов в снеге* по данным наземных наблюдений и спутниковых снимков разработан в Национальной академии наук (НАН) Беларуси. С помощью комплекса осуществляется обработка данных наблюдений наземных снегомерных съемок и данных космических снимков низкого разрешения, формирование, визуализация и сохранение карт высоты снежного покрова и запасов воды в снеге на территории бассейнов рек для заблаговременного и эффективного прогнозирования гидрологической обстановки. Программный комплекс ориентирован на обработку многозональных снимков, полученных от ИСЗ серии NOAA и ИСЗ TERRA (радиометр MOD1S, пространственные разрешения 250 м). Исходя из величин пространственного разрешения космоснимков, границы областей снежного покрова, полученные по спутниковым данным, определяются с точностью примерно от 0,5 до 4 км.

В современных условиях в прогностической практике широко используется информация, получаемая через интернет. Ежедневно при подготовке прогнозов погоды и штормовых предупреждений синоптики анализируют данные не менее пяти сайтов, содержащих спутниковую информацию ведущих европейских стран, имеющихся в свободном доступе для потребителей (eumetsat.int SAT24.com,

met.fu-berlin.de/terra3d и др.). Эти сайты позволяют получить точную информацию полей облачности, осадков, некоторых метеорологических явлений.

Составление прогноза погоды в Белгидромете. Погода – непрерывно меняющееся состояние атмосферы. Погода в данном месте в данный момент характеризуется совокупностью значений метеорологических элементов. Проблема предсказания погоды – одна из самых древних, и она существует столько же, сколько существует и само человечество. Человек всегда наблюдал за погодой, пытался приспособиться к ее изменчивости и стремился ее предсказывать. Прогнозы погоды представляют собой научно обоснованные предположения о будущем состоянии атмосферы в определенный момент или период времени для определенного района. Факторы, формирующие погоду, сложны и многообразны. Распределение приходящего солнечного излучения, состав атмосферы, взаимное расположение материков и океанов, вращение нашей планеты, наклон земной оси – все это определяет общую циркуляцию атмосферы и формирует погодные условия. Вследствие большой изменчивости метеорологических величин в пространстве и во времени конкретное значение указанной в прогнозе величины следует рассматривать как наиболее вероятностное значение, которое данная величина может иметь в период действия прогноза.

Современное прогнозирование погоды представляет собой синтез синоптического метода, основанного на анализе синоптических карт, и численного метода прогнозирования. Процессы, происходящие в атмосфере, подчиняются физическим законам и могут быть описаны системами уравнений гидротермодинамики, называемыми моделями общей циркуляции атмосферы. Они учитывают основные параметры атмосферы, их взаимосвязи и требуют колоссального объема информации. Только для предсказания общей картины движения воздушных масс на сутки вперед численными методами необходимы данные наблюдений целиком по всему полушарию. Для разработки прогноза на несколько дней вперед требуется не только информация со стационарных пунктов приземных метеорологических наблюдений (метеорологических станций), но и целиком по всей атмосфере, вплоть до высоты 30 км, и океанов – до глубины 10 метров. Для подготовки прогноза погоды только на ближайшие сутки нужна информация о погодных условиях по всей Европе, для прогноза на три дня – по всему северному полушарию, а на неделю и далее – требуется информация о погоде уже на всем земном шаре. При долгосрочном прогнозе приходится рассматривать практически всю климатическую систему, в которую входят атмосфера, океан и верхний слой суши. Получение такого объема данных может быть достигнуто только с использованием данных Всемирной службы погоды и глобальных спутниковых систем. Составление прогнозов погоды осуществляется на основании рекомендаций Всемирной метеорологической организации. Однако каждая страна определяет самостоятельно технологии и методические подходы при прогнозировании и оценке оправдываемости прогнозов погоды.

Характерной особенностью прогностической деятельности в Республике Беларусь является то, что прогнозы погоды по территории страны, областям и областным центрам составляются централизованно – только в Белгидромете. По каналам связи прогностическая информация доводится до областных и районных

подразделений гидрометслужбы для дальнейшего распространения. Процесс подготовки прогноза погоды состоит из нескольких этапов. *Определение характера синоптических процессов на период прогноза* включает анализ всей имеющейся информации о текущей погоде: мониторинг метеорологических условий, анализ карт погоды, анализ аэрологической информации, анализ спутниковой и радиолокационной информации, анализ климатических данных.

В настоящее время основой гидрометеорологической службы Беларуси является государственная сеть гидрометеорологических наблюдений, включающая в себя 193 гидрометеорологических объекта: 6 областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (филиалы Белгидромета); 3 межрайонных центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; 69 метеорологических станций; 7 авиационных метеорологических станций гражданских; 5 агрометеорологических станций; 3 гидрологических станций; 1 болотную станцию; 1 станцию фонового мониторинга; 114 гидрологических постов. Радиозондирование атмосферы проводят аэрологические станции в Минске и Бресте. В г. Гомеле радиозондирование атмосферы временно прекращено. Кроме перечисленных источников гидрометеорологической информации для прогнозирования погоды используются данные метеорологических спутников о формах и типах облаков, траекториях их перемещения и эволюции.

Основные цели деятельности гидрометеорологической службы Беларуси:

- проведение регулярных наблюдений за состоянием окружающей среды, сбор информации, ее анализ и обобщение;
- составление гидрометеорологических прогнозов, предоставление информации о фактических и ожидаемых погодных условиях, предупреждений об опасных гидрометеорологических явлениях;
- обеспечение оперативного реагирования при возникновении аварий или инцидентов, связанных с загрязнением окружающей среды;
- ведение климатического кадастра, водного кадастра;
- изучение особенностей климатических, агрометеорологических, гидрологических условий на территории Республики Беларусь, проведение анализа региональных изменений климата;
- обеспечение в установленном порядке государственных органов, иных организаций, отраслей экономики и населения всеми видами гидрометеорологической и радиационно-экологической информацией;
- участие в межгосударственном обмене информацией о состоянии окружающей среды в соответствии с рекомендациями ВМО и ЮНЕСКО.

В рамках международного сотрудничества специалисты гидрометеорологической службы Беларуси принимают участие в различных международных проектах (например, Baltic Earth, BALTRAD).

Определение значений метеорологических величин и явлений погоды осуществляется посредством анализа прогностической информации с применением данных математических численных моделей, т.е. определяются тенденции будущего развития атмосферных процессов: синоптическая интерпретация развития атмосферных процессов (траектория и скорость перемещения атмосферных образований, учет местных особенностей). Современная прогностическая модель

атмосферы – это сложный программный комплекс, который решает систему уравнений, описывающую эволюцию атмосферы, т.е. рассчитывает температуру, влажность, ветер и другие параметры на разных высотах в различных точках земного шара. Некоторые физические процессы в моделях не учитываются сознательно из-за того, что они меньше влияют на успешность прогноза. Другие огрубляются, т.к. их расчет требует больших вычислительных ресурсов. Расчет прогнозов погоды – одна из задач, требующих максимального использования компьютерных ресурсов, решаемых сегодня учеными.

На сегодняшний день автоматизированные прогностические технологии не способны прогнозировать некоторые погодные явления. Это связано с тем, что многие явления погоды, включая опасные (например, туманы, гололед и др.), имеют локальный характер и сложную природу образования, которую в настоящее время затруднительно описать формально с приемлемым уровнем успешности. Поэтому при прогнозировании таких явлений используются как результаты модельных расчетов, так и знания синоптиков об условиях их образования и развития в конкретном регионе.

Система метеорологического прогнозирования в Белгидромете опирается на использование результатов численных расчетов, поступающих из глобальной системы обработки данных ВМО, от таких ведущих прогностических центров, как Оффенбах (Германия), Брекнелл (Англия) и Гидрометцентра России. Кроме того, в оперативной работе в Белгидромете используется собственная региональная шестиуровенная малопараметрическая численная модель, а в настоящее время в рамках совместной Программы Союзного государства проводится разработка региональной численной модели нового поколения. Численные расчеты будущего состояния атмосферы являются основным материалом для составления кратко- и среднесрочных прогнозов погоды и предупреждений об опасных явлениях погоды. Их подготовку непосредственно выполняет специалист-синоптик, который анализирует фактические и прогностические карты погоды у поверхности земли и на высотах, определяет, откуда приходят воздушные массы, в какой барической системе они циркулируют, выявляет атмосферные фронты, прогнозирует их перемещение.

Несмотря на большое количество прогностических методик, многие явления погоды недостаточно изучены, некоторые из них развиваются локально. С такой проблемой сталкиваются все гидрометеорологические службы мира. Большинство рекомендованных к использованию методов не позволяют точно спрогнозировать время и место возникновения ряда атмосферных явлений. Они дают возможность лишь определить зоны, потенциально опасные для развития явлений погоды. В связи с использованием большого объема исходной и прогностической информации, необходимостью быстрого расчета математических моделей и передачи данных потребителям, выполнить все операции для службы одной отдельно взятой страны не представляется возможным. Страны создают консорциумы, в которых объединяют кадровый, научный, финансовый и технический потенциал всех участников для достижения лучшего результата.

При составлении прогнозов погоды специалист-синоптик анализирует большое количество исходных и прогностических данных: температура воздуха по территории Беларуси и сопредельным странам, направление и скорость ветра,

атмосферное давление и влажность, скорость и траектории перемещения воздушных масс, распределение температуры на высотах, особенности местного рельефа, наличие крупных водоемов и других особенностей (лесистость территории, шероховатость подстилающей поверхности, влияние крупных промышленных центров), тенденции изменения параметров во времени.

В настоящее время в Белгидромете выпускается самая разнообразная гидрометеорологическая продукция, как общего пользования, так и специализированная.

Прогнозы погоды общего пользования предназначены для обеспечения органов государственного управления, вооруженных сил, министерств, ведомств, организаций и предприятий различных форм собственности и отраслей экономики, а также населения. Прогнозы погоды доводятся до потребителей через СМИ – радио, телевидение, газеты и интернет. В прогнозах погоды общего пользования указывают основные метеорологические величины: облачность, осадки, направление и скорость ветра, минимальную (ночью) и максимальную (днем) температуру воздуха, а также атмосферные явления. В указанных прогнозах используется терминология, которая в наибольшей степени отражает ожидаемое развитие атмосферных процессов и ожидаемые условия погоды, составляются они сроком на 1-6 суток.

Специализированные прогнозы – это прогнозы погоды, составленные для отдельной отрасли экономики (энергетика, сельское хозяйство, железнодорожный и автомобильный транспорт и т.д.).

Одной из основных задач метеорологической службы и Белгидромета Беларуси в целом является обеспечение гидрометеорологической безопасности – своевременное получение надежной и исчерпывающей информации, прогноз и предупреждения об опасных гидрометеорологических явлениях, позволяющих обеспечивать своевременную организацию работ по обеспечению безопасности жизни, защиты имущества населения и предотвращения возможного ущерба экономике.

Практическая работа 8–9

Обработка и анализ приземных карт погоды

Цель – научиться выявлять синоптическую обстановку по приземным картам погоды.

Задачи: 1) усвоить основные правила и приемы оформления и обработки приземных карт погоды; 2) обработать приземную карту погоды.

Материалы и оборудование: приземная карта погоды с выполненной компьютерной наноской данных; контурная карта той же территории, что и карта погоды; набор цветных карандашей.

Методические указания:

Для целей синоптического анализа картам погоды должны быть приданы как можно более наглядные формы, позволяющие быстро улавливать основные закономерности в географическом распределении метеорологических элементов. Обработка и оформление карт решаются путем: 1) выявления и закрашивания зон осадков, выделения значками особых (опасных) явлений погоды; 2) разграничения воздушных масс различных свойств путем проведения линий фронтов; 3) проведения изобар и выявления расположения центров циклонов, антициклонов и др. особенностей барического поля; 4) проведения изотенденций и выявления областей наибольших изменений давления воздуха. Кроме того, на карте делается ряд надписей: подписываются значения давления на изобарах, обозначаются буквами центры низкого и высокого давления и т.д. (рисунок 7). При выполнении указанных операций постепенно формируется представление о развитии атмосферных процессов, на основании которого строятся прогнозы синоптического положения и условий погоды.

Выявление зон осадков и особых явлений погоды. Все виды осадков выделяются зелёным карандашом. Зона обложных осадков закрашивается сплошь, остальные осадки и особые явления отмечаются в соответствии с условными обозначениями.

Проведение линий фронтов. Линии теплых фронтов проводят красным карандашом, холодных фронтов – синим, фронтов окклюзии – лиловым. В одноцветной печати линии фронтов выделяются условными обозначениями. Проведение фронтов – наиболее сложная операция синоптического анализа. Так как фронты часто сильно размыты, то даже опытные синоптики не всегда проводят их одинаково. Поэтому карты погоды за один срок, но проанализированные различными синоптиками, имеют в деталях различие, что придает известную субъективность анализу этих карт. При проведении линий фронтов руководствуются следующими признаками: 1) как правило, фронт проходит вдоль оси барической ложбины. Чем резче выражена барическая ложбина, тем резче выражен фронт; 2) вдоль линии фронта наблюдается сходимость линий тока. Если продолжить векторы направления ветра, взятые по обе стороны фронта, то они пересекутся; 3) при переходе через линию фронта обычно наблюдается достаточно резкое изменение температуры. Изменение температуры при переходе через фронт от одной воздушной массы к другой составляет около 5° , а иногда превышает 10° ; 4) как правило, барическая тенденция не одинакова по обе стороны фронта. Перед фронтом наблюдается падение давления, а за фронтом рост или более слабое падение. В тех случаях, когда имеет место общий рост давления в большом районе, перед

фронтом наблюдается более слабый рост, чем за фронтом; 5) вдоль линий фронтов обычно располагаются характерные для каждого вида фронта системы облаков и зоны осадков. Эти признаки помогают проводить линии фронтов на приземных картах погоды. Однако они наблюдаются одновременно и хорошо выражены только для очень резких фронтов. Для размытых фронтов часть этих признаков может быть плохо выражена или совсем отсутствовать.

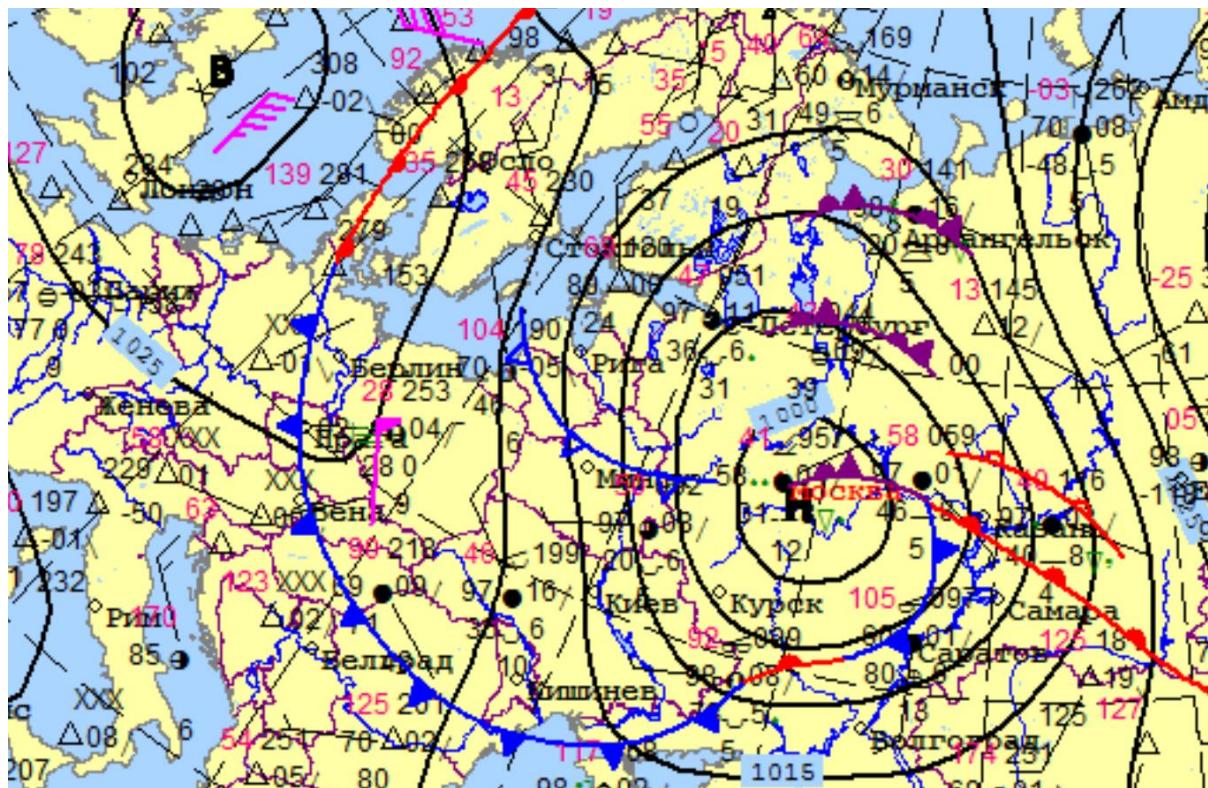


Рисунок 7 – Пример обработанной приземной карты погоды.

Гидрометцентр России. Анализ приземный от 13.10.2025 06 ч ВСВ. Meteoinfo.ru

Проведение изобар. Изобары проводятся непрерывными линиями (простым черным карандашом) через 5 гПа на основных картах и через 2,5 гПа на кольцевых картах. При проведении изобар учитывается барический закон ветра: угол между изобарой и вектором ветра составляет около 30° и изобары располагаются гуще там, где ветер сильнее. При равномерном распределении скоростей ветра изобары проводятся путем простой интерполяции по значениям давления, нанесенным на карту. Чтобы не загромождать карту ненужными подробностями, изобары проводят в виде сглаженных линий, так как излишняя волнистость линий отвлекает внимание синоптика от главных закономерностей в распределении давления. Сглаживание при проведении изобар тем более оправдано, что сами величины давления, нанесенные на карту, не являются абсолютно точными вследствие небольших погрешностей при отсчетах барометра и при приведении давления к уровню моря. Сглаживание при проведении изобар не должно быть чрезмерным и нарушать правильность анализа, особенно в таких районах, где искривление изобары связано с возникновением нового циклона или антициклона. Не следует

также стремиться к тому, чтобы угол между вектором ветра и изобарой был обязательно 30° . Величина этого угла может колебаться в довольно широких пределах, не говоря уже о погрешностях при нанесении направления ветра на карту. Все операции по интерполяции при проведении изобар должны проводиться относительно расположения кружков станций, а не относительно цифр давления.

При пересечении линий фронтов изобары претерпевают характерный изгиб (излом). Над районами, где данные отсутствуют, изобары проводятся предположительно путем экстраполяции. Концы изобар у обреза карты рекомендуется располагать вдоль одной прямой линии.

Проведение изотенденций. Изолинии барических тенденций проводятся мягким простым черным карандашом в виде тонких прерывистых линий через 1 гПа. Во многих случаях изотенденции образуют достаточно сложный рисунок, но перед теплым фронтом характерно наличие замкнутых изотенденций, образующих область (ядро) падения давления с наибольшим падением давления в центре такой области. Аналогично за холодным фронтом обычно располагается область роста давления.

Ранее синим цветом закрашивались районы, занятые воздухом арктического происхождения, а красным – воздухом тропического происхождения. Иногда эта операция выполняется и в настоящее время.

Порядок выполнения практической работы

Задание 1. Обработать и проанализировать приземную карту погоды, выделив не менее 10 основных пунктов станций. В верхнем правом углу карты подписать число, месяц, год и час, за который составлена карта.

Порядок выполнения работы: **1.** На контурную карту перенести метеорологическую информацию по отобранным станциям в виде символьно-цифровых комплексов. **2.** Простым карандашом едва заметно, без нажима, провести изобары. **3.** Слегка закрасить зеленым карандашом зоны обложных осадков, желтым карандашом зоны туманов. Отметить зеленым карандашом условными знаками районы ливневых осадков, мороси, гроз, метелей и т.д. **4.** Наметить простым карандашом положение линий фронтов. Провести линии фронтов цветными карандашами. Окончательно оформить зоны обложных осадков вдоль фронтов. **5.** Без нажима провести прерывистыми линиями изотенденции. Окончательно провести изобары с учетом положения линий фронтов, на которых изобары делают излом. Линии изобар должны быть более выразительными, чем линии изотенденций. Надписать изобары. Отметить буквами центры областей падения (P) и роста (R) давления. **6.** Отметить буквами центры циклонов (H) и антициклонов (B). Сплошными стрелками показать имевшее место перемещение циклонов и антициклонов. Прерывистыми стрелками показать ожидаемое перемещение центров циклонов и антициклонов.

Задание 2. Описать погодные условия региона (наименование региона) (время, число, месяц, год) на основании обработанной карты по плану:

1. Температура воздуха. **2.** Облачность (количество облаков и их формы). Облачность указывается терминами: небольшая облачность – не более 5 баллов нижнего яруса, или просвечивающие облака среднего яруса, или любое количество облаков верхнего яруса; переменная облачность – от 1-3 до 6-9 баллов, или 3-8 баллов облаков нижнего яруса либо плотных облаков среднего яруса; облачно

с прояснениями – от 8-10 до 0-3 баллов облаков нижнего яруса; облачно – 7-10 баллов облаков нижнего яруса; пасмурно – 10 баллов облаков нижнего яруса.

3. Атмосферные осадки. 4. Ветер (направление, скорость в м/с). 5. Явления погоды (за исключением осадков). Если атмосферное явление наблюдается менее чем на 30 % территории, следует использовать термин «местами».

Задание 3. Проанализировать приземные синоптические карты погоды (географическая основа, на которой данные сети метеорологических станций, полученные для каждого срока наблюдений, нанесены цифрами и символами) различных сайтов (Windy, Ventusky, Wxcharts, Earth.nullschooll, sat24, skyvector, dwd.de,) за неделю и на основе изучения распределения метеорологических величин над регионом Европы, отследить изменения состояния атмосферы, идентифицировать синоптические объекты, проследить за их движением, эволюцией и трансформацией и на основе синоптического анализа разработать прогноз погоды в соответствии со схемой синоптического прогноза (ПЭСМ) по основным метеорологическим элементам (температуру воздуха, влажность, атмосферное давление, облачность, ветер, осадки) на ближайшие трое суток.

Практическая работа 10–11

Анализ облачности с применением метеорологических искусственных спутников Земли

Цель работы: проанализировать облачные системы по спутниковым снимкам.

Задачи: 1) усвоить основные правила и приемы анализа облачных систем по спутниковым снимкам; 2) научиться распознавать на спутниковых снимках облачные системы и атмосферные фронты.

Материалы и оборудование: спутниковые снимки облачных систем, интернет-источники.

Задание 1. Используя данные сайта pogoda.by (наблюдения → спутниковые снимки → облачность, видимый диапазон, высокое разрешение) скопировать и распечатать снимки облачности с территорией Беларуси со смежными регионами за 5 дней (ежедневно последовательно без разрыва по выбору на один из сроков наблюдений) одного из сезонов года (зима, весна, лето, осень). Выполнить первичный анализ развития облачности в исследуемый период, используя все предложенные на странице материалы и открывая GIF в инфракрасном и видимом диапазонах.

Задание 2. Распознать и отметить на снимках все объекты (формы облаков, атмосферные фронты) и их структуры. Используя полученные данные провести синоптический анализ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, В.И. Практикум по синоптической метеорологии. Руководство лабораторным метеорологии работам по синоптической и атлас учетных синоптических материалов / Под ред, проф. В. И. Воробьева. Издание 2-е. перераб. и доп. – СПб.: Изд. РГТМУ, 2005. – 304 с.
2. Воробьев, В.И. Синоптическая метеорология / В. И. Воробьев. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1991. – 616 с.
3. Давыденко, О.В. Кодовая система передачи информации в гидрометеорологические центры и нанесение данных на синоптическую карту: метод. указания к выполнению практической работы / О.В. Давыденко, М.Л. Демидович. – Минск: БГУ, 2014. – 45 с.
4. Дорожко, Н.В. Спутниковая метеорология: ЭУМК для специальностей: 1-31 02 02 «Гидрометеорология», 6-05-0532-02 «Гидрометеорология» / Н.В. Дорожко; Фак. географии и геоинформатики, Каф. общего землеведения и гидрометеорологии. – Минск: БГУ, 2024. – 99 с.
5. Зверев, А.С. Синоптическая метеорология / А. С. Зверев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1977. – 711 с.
6. Как составляется прогноз погоды в Белгидромете [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belgidromet.by/ru/news-ru/view/kak-sostavljaetsja-prognoz-pogody-v-belgidromete-2598-2020/> – Дата доступа 13.07.2025
7. Ковриго, П.А. Метеорология и климатология / П.А. Ковриго. – Минск: Вышэйшая школа, 2022. – 223 с.
8. Ковриго, П.А. Метеорология и климатология. Практикум: учебное пособие / П.А. Ковриго. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 303 с.
9. Код для оперативной передачи данных приземных метеорологических наблюдений с сети станций Росгидромета (КН-01 SYNOP).– Москва, 2013. – 79 с.
10. Международный атлас облаков. Наставление по наблюдению за облаками и другими метеорами (ВМО-№ 407).
11. Мезенцева, Л.И. Практикум по гидрометеорологическому обеспечению судовождения. Ч 2. Синоптическая метеорология для судоводителей: учеб. пособие / Л.И. Мезенцева, И.С. Карпушин. – Владивосток: Дальрыбвуз, 2022. – 168 с.
12. Научно-исследовательский Центр мониторинга Земли из Космоса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ntzomz.ru>. – Дата доступа 13.05.2024
13. Пиловец Г.И. Метеорология и климатология / Г.И. Пиловец. – Минск: Новое знание, 2013. – 399 с.
14. Хромов, С.П. Метеорология и климатология: учебник. – 7-е изд./ С. П. Хромов, М. А. Петросянц. – М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006. – 582 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

СИНОПТИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Методические рекомендации к выполнению практических работ

Составитель

ПИЛОВЕЦ Галина Ивановна

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

Е.А. Барышева

Подписано в печать 18.11.2025. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,04. Тираж 9 экз. Заказ 133.

Издатель и полиграфическое исполнение — учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.