

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**  
*Кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы*

**М.В. САБИРОВА, К.М. ШАНТАЛИНСКИЙ**

**СОСТАВЛЕНИЕ КАРТ БАРИЧЕСКОЙ  
ТОПОГРАФИИ И СПЕЦИАЛЬНЫХ КАРТ  
ПОГОДЫ**

**Методические указания к лабораторным работам  
по синоптической метеорологии**

**Казань – 2019**

**УДК 551.509.2**  
**ББК 23.236**

*Принято на заседании кафедры метеорологии, климатологии и экологии  
атмосферы*

*Протокол № 7 от 15 января 2019 года*

**Рецензенты:**

кандидат географических наук,  
доцент кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы КФУ

**А.А. Николаев;**

кандидат географических наук,  
доцент кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы КФУ

**Т.Р. Аухадеев**

**Сабирова М.В., Шанталинский К.М.**

**Составление карт барической топографии и специальных карт**

**погоды. Методические указания к лабораторным работам по**  
**синоптической метеорологии / М.В. Сабирова, К.М. Шанталинский. –**  
**Казань: Казан. ун-т, 2019. – 28 с.**

Приведена структура и содержание основных метеорологических кодов используемых в настоящее время для передачи первичной метеорологической информации. Излагаются задания, а также методические указания по выполнению этих заданий в части составления карт барической топографии и специальных карт погоды и чтения информации с этих карт.

Методические указания адресованы, в первую очередь, студентам третьего курса бакалавриата, обучающимся по профилю «Метеорология» направления «Гидрометеорология», а также обучающимся в магистратуре по указанным направлениям и читателям, интересующихся вопросами передачи метеорологической информации и составления карт погоды.

**© Сабирова М.В., Шанталинский К.М. 2019**

**© Казанский университет, 2019**

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	4
Лабораторная работа №2. Техника составления карт барической топографии	5
2.1. Кодирование аэрологической информации .....	5
2.2. Нанесение данных радиозондирования на высотные карты погоды ..	10
Задание 2.1. Составление основных карт барической топографии .....	13
Лабораторная работа №3. Составление специальных карт погоды .....	19
3.1 Код для оперативной передачи данных об опасных явлениях WAREP	19
3.2. Нанесение данных наблюдений на карты опасных явлений погоды...	21
3.3. Нанесение данных наблюдений на карты экстремальных температур, количества осадков и высоты снежного покрова .....	21
3.4. Нанесение данных наблюдений на карты тропопаузы и максимального ветра .....	22
3.5. Нанесение на карту данных о вертикальных движениях .....	23
Задание 3.1. Составление карты тропопаузы и карты максимального ветра ...	24
Список литературы .....	28

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания предназначены для лабораторных занятий по курсу «Синоптическая метеорология». В них приведено краткое изложение теоретических вопросов, знание которых необходимо для выполнения лабораторных работ, рассмотрены практические приемы составления и использования в целях анализа атмосферных процессов и погоды карт погоды, дана необходимая исходная информация и материалы для выполнения лабораторных работ.

Каждая лабораторная работа состоит из заданий, в которых

- формулируется содержание задания (что нужно выполнить и какую цель необходимо достичь),
- даются рекомендации по выполнению задания (конкретные действия и порядок их выполнения, материалы и др.),
- указывается, в каком виде должен быть представлен отчет (оформлены результаты работы).

Приемы составления аэросиноптического материала, которые в настоящее время не используются в оперативной практике Гидрометеослужб, приведены, поскольку они представляют методический и познавательный интерес.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

### Техника составления карт барической топографии

#### 2.1. Кодирование аэрологической информации.

Для передачи данных температурно-ветрового зондирования атмосферы используется код КН-04. Этот код состоит из четырех частей А, В, С и D. Части А и С содержат данные на стандартных изобарических поверхностях, части В и D – данные на уровнях особых точек в профилях температуры, влажности воздуха и ветра. При этом части А и В содержат данные до изобарической поверхности 100 гПа включительно, а части С и D – выше этого уровня. Указанные части содержат разделы, в каждый из которых помещены сведения, содержащие информацию о месте и времени наблюдения, тропопаузе, максимальном ветре и его вертикальных сдвигах, радиационной поправке, системе слежения за радиозондом, облачности и уровнях особых точек (табл.2.1).

Таблица 2.1

Схема кода КН-04

TTAA	YYGGI <sub>d</sub>	Iiiii	99P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	T <sub>0</sub> T <sub>0</sub> T <sub>d0</sub> D <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	d <sub>0</sub> d <sub>0</sub> f <sub>0</sub> f <sub>0</sub> f <sub>0</sub>
00h <sub>1</sub> h <sub>1</sub> h <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> T <sub>1</sub> T <sub>d1</sub> D <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	d <sub>1</sub> d <sub>1</sub> f <sub>1</sub> f <sub>1</sub> f <sub>1</sub>	92h <sub>2</sub> h <sub>2</sub> h <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> T <sub>2</sub> T <sub>d2</sub> D <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	d <sub>2</sub> d <sub>2</sub> f <sub>2</sub> f <sub>2</sub> f <sub>2</sub>
85h <sub>3</sub> h <sub>3</sub> h <sub>3</sub>	T <sub>3</sub> T <sub>3</sub> T <sub>d3</sub> D <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	d <sub>3</sub> d <sub>3</sub> f <sub>3</sub> f <sub>3</sub> f <sub>3</sub>	70h <sub>4</sub> h <sub>4</sub> h <sub>4</sub>	T <sub>4</sub> T <sub>4</sub> T <sub>d4</sub> D <sub>4</sub> D <sub>4</sub>	d <sub>4</sub> d <sub>4</sub> f <sub>4</sub> f <sub>4</sub> f <sub>4</sub>
...	...	...	...	...	...
15h <sub>10</sub> h <sub>10</sub> h <sub>10</sub>	T <sub>10</sub> T <sub>10</sub> T <sub>d10</sub> D <sub>10</sub> D <sub>10</sub>	d <sub>10</sub> d <sub>10</sub> f <sub>10</sub> f <sub>10</sub> f <sub>10</sub>	10h <sub>11</sub> h <sub>11</sub> h <sub>11</sub>	T <sub>11</sub> T <sub>11</sub> T <sub>d11</sub> D <sub>11</sub> D <sub>11</sub>	d <sub>11</sub> d <sub>11</sub> f <sub>11</sub> f <sub>11</sub> f <sub>11</sub>
88P <sub>t</sub> P <sub>t</sub> P <sub>t</sub> (88999)		T <sub>t</sub> T <sub>t</sub> T <sub>dt</sub> D <sub>t</sub> D <sub>t</sub>	d <sub>t</sub> d <sub>t</sub> f <sub>t</sub> f <sub>t</sub> f <sub>t</sub>		
77(66) P <sub>m</sub> P <sub>m</sub> P <sub>m</sub>		d <sub>m</sub> d <sub>m</sub> f <sub>m</sub> f <sub>m</sub> f <sub>m</sub>	4V <sub>b</sub> V <sub>b</sub> V <sub>a</sub> V <sub>a</sub>		

TTBB	YYGG/	Iiiii	00P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	T <sub>0</sub> T <sub>0</sub> T <sub>d0</sub> D <sub>0</sub> D <sub>0</sub>	11P <sub>1</sub> P <sub>1</sub> P <sub>1</sub>
T <sub>1</sub> T <sub>1</sub> T <sub>d1</sub> D <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	22P <sub>2</sub> P <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> T <sub>2</sub> T <sub>d2</sub> D <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	...	nnP <sub>n</sub> P <sub>n</sub> P <sub>n</sub>	T <sub>n</sub> T <sub>n</sub> T <sub>dn</sub> D <sub>n</sub> D <sub>n</sub>
21212	00P <sub>0</sub> P <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	d <sub>0</sub> d <sub>0</sub> f <sub>0</sub> f <sub>0</sub> f <sub>0</sub>	11P <sub>1</sub> P <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	d <sub>1</sub> d <sub>1</sub> f <sub>1</sub> f <sub>1</sub> f <sub>1</sub>	...
nnP <sub>n</sub> P <sub>n</sub> P <sub>n</sub>	d <sub>n</sub> d <sub>n</sub> f <sub>n</sub> f <sub>n</sub> f <sub>n</sub>	31313	s <sub>r</sub> r <sub>a</sub> r <sub>a</sub> s <sub>a</sub> s <sub>a</sub>	8GGggg	9s <sub>n</sub> T <sub>w</sub> T <sub>w</sub> T <sub>w</sub>
41414	N <sub>L</sub> C <sub>L</sub> hC <sub>M</sub> C <sub>N</sub>				

**TTAA** – опознаватель кода КН-04 и части кода А.

**YYGGI<sub>d</sub>** – группа даты и времени.

**YY** – число месяца по всемирному скоординированному времени (BCB), когда производились наблюдения.

GG – срок наблюдения в часах ВСВ.

$I_d$  – указатель последней стандартной изобарической поверхности, для которой имеются данные (цифра сотен гектопаскалей).

**IIiii** – индекс наземной аэрологической станции.

Следующие три группы содержат сведения у поверхности Земли

**99P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>** – 99 отличительные цифры, далее давление у поверхности Земли в целых гектопаскалях (цифра тысяч опускается).

**T<sub>0</sub>T<sub>0</sub>T<sub>d0</sub>D<sub>0</sub>D<sub>0</sub>** – температура и дефицит точки росы у поверхности Земли.

T<sub>0</sub>T<sub>0</sub> – температура в целых градусах Цельсия.

T<sub>d0</sub> – приближенное значение десятых долей градуса и одновременно указатель знака (четное значение – положительная температура, нечетное – отрицательная).

D<sub>0</sub>D<sub>0</sub> – значение дефицита точки росы в градусах Цельсия.

Если цифры кода находятся в интервале от 00 до 50, то дефицит точки росы определен с точностью до одной десятой градуса и для получения значения дефицита необходимо цифру кода разделить на десять.

Если цифры кода находятся в интервале от 56 до 99, то дефицит точки росы определен с точностью до целого градуса и для получения значения дефицита необходимо из цифры кода вычесть число пятьдесят.

Цифры кода от 51 до 55 не используются.

**d<sub>0</sub>d<sub>0</sub>f<sub>0</sub>f<sub>0</sub>** – направление и скорость ветра у поверхности Земли.

d<sub>0</sub>d<sub>0</sub> – направление ветра сообщается с точностью до 5°.

f<sub>0</sub>f<sub>0</sub> – скорость ветра в м/с или узлах.

Единицы скорости ветра указываются при кодировании числа зондирования если скорость ветра передается в узлах, то к числу месяца прибавляется 50 и полученное значение указывается на месте YY, а если скорость ветра передается в м/с, то число месяца указывается без изменения.

Если округленное до 5° значение направления оканчивается на цифру 5, то направление кодируется тремя цифрами и третья цифра направления

суммируется с сотнями единиц скорости ветра, в других случаях (округленное значение оканчивается на цифру 0) направление ветра кодируется цифрами сотен и десятков градусов.

Следующие каждые три группы

$P_n P_n h_n h_n h_n T_n T_n T_{dn} D_n D_n d_n d_n f_n f_n f_n$

содержат сведения о геопотенциальной высоте, температуре, дефиците точки росы, направлении и скорости ветра на стандартных изобарических поверхностях (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Стандартные изобарические поверхности

Цифры кода $P_n P_n$	Давление, гПа	Средняя высота, м
00	1000	$\pm 200$
92	925	400÷800
85	850	1500
70	700	3000
50	500	5500
40	400	7000
30	300	9000
25	250	10500
20	200	12000
15	150	13500
10	100	16000

$P_n P_n$  – давление на стандартных изобарических поверхностях кодируется согласно табл. 2.2.

$h_n h_n h_n$  – геопотенциальная высота стандартных изобарических поверхностей до 700 гПа включительно сообщается в геопотенциальных метрах, при этом цифры тысяч отбрасываются. Начиная с 500 гПа – в геопотенциальных декаметрах, при этом десятки тысяч отбрасываются.

Группы температуры воздуха, дефицита точки росы, направления и скорости ветра на стандартных изобарических поверхностях кодируется также как и в случае таких же групп у поверхности Земли.

$88 P_t P_t P_t (88999) T_t T_t T_{dt} D_t D_t d_t d_t f_t f_t f_t$  – группы сведений о тропопаузе.

88 – отличительные цифры раздела.

$P_t P_t P_t$  – давление на уровне тропопаузы в целых гПа.

Группы температуры воздуха, дефицита точки росы, направления и скорости ветра на уровне тропопаузы кодируется также как и предыдущих случаях.

**77(66)  $P_m P_m P_m d_m d_m f_m f_m f_m$**  – группы сведений о максимальном ветре.

77(66) – отличительные цифры раздела. Цифры 66 применяются, если уровень максимальной скорости ветра соответствует наивысшей точки зондирования, а 77 – во всех остальных случаях.

$P_m P_m P_m$  – давление на уровне максимального ветра в целых гПа.

Группы направления и скорости ветра кодируются также как и предыдущих случаях.

**4 $V_b V_b V_a V_a$**  – группа сведений о вертикальных сдвигах ветра в слоях, расположенных между уровнем максимального ветра и уровнями на 1 км ниже и выше его.

4 – отличительная цифра.

$V_b V_b$  – абсолютное значение векторной разности ветра на уровне максимума и на уровне на 1 км ниже уровня максимума (в м/с).

$V_a V_a$  – абсолютное значение векторной разности ветра на уровне максимума и на уровне на 1 км выше уровня максимума (в м/с).

**TTBB** – опознаватель кода КН-04 и части кода В.

**YYGG\** – группа даты и времени, кодируется также как в части кода А.

**IIii** – индекс наземной аэрологической станции.

**00 $P_0 P_0 P_0 T_0 T_0 T_{d0} D_0 D_0$**  – группы сведений о давлении, температуре и дефиците точки росы у поверхности Земли.

00 – отличительные цифры, далее давление у поверхности Земли в целых гектопаскалях (цифра тысяч опускается), температура и дефицит точки росы у поверхности Земли.

**nn $P_n P_n P_n T_n T_n T_{dn} D_n D_n$**  – группы сведений о давлении, температуре и дефиците точки росы на уровнях особых точек по температуре и влажности.



$nn$  – порядковые номера особых точек (11, 22, ... 99, 11, ...)

$P_n P_n P_n$  – давление на уровне  $nn$  особой точки в профилях температуры и влажности воздуха.

$T_n T_n T_{dn} D_n D_n$  – температура и дефицит точки росы на уровне  $nn$  особой точки кодируются также как и предыдущих случаях.

**21212** – отличительная группа раздела, в котором передаются сведения об особых точках в профиле ветра.

**00P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub> d<sub>0</sub>d<sub>0</sub>f<sub>0</sub>f<sub>0</sub>** – группы данных о ветре у поверхности Земли в момент выпуска радиозонда.

00P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub> – группа давление у поверхности Земли. 00 – отличительные цифры, P<sub>0</sub>P<sub>0</sub>P<sub>0</sub> – давление в целых гектопаскалях.

d<sub>0</sub>d<sub>0</sub>f<sub>0</sub>f<sub>0</sub> – направление и скорость ветра у поверхности Земли, кодируются также как в части кода А.

**nnP<sub>n</sub>P<sub>n</sub>P<sub>n</sub> d<sub>n</sub>d<sub>n</sub>f<sub>n</sub>f<sub>n</sub>** – группы данных о ветре на уровнях особых точек в профиле ветра.

$nn$  – порядковые номера особых точек (11, 22, ... 99, 11, ...)

d<sub>n</sub>d<sub>n</sub>f<sub>n</sub>f<sub>n</sub> – направление и скорость ветра на уровне особой точки, кодируются также как в части кода А.

**31313 s<sub>r</sub>r<sub>a</sub>r<sub>a</sub>s<sub>a</sub>s<sub>a</sub> 8GGgg 9s<sub>n</sub>T<sub>w</sub>T<sub>w</sub>T<sub>w</sub>** – раздел содержащий сведения о радиационной поправке и методе слежения, фактическом времени выпуска радиозонда и о температуре поверхности моря, если аэрологическая станция расположена на море.

31313 – отличительная группа раздела.

s<sub>r</sub>r<sub>a</sub>r<sub>a</sub>s<sub>a</sub>s<sub>a</sub> – сведения о радиационной поправке и методе слежения.

s<sub>r</sub> – сведения о радиационных поправках. Кодировается по к.т. 3849 кода КН-04.

r<sub>a</sub>r<sub>a</sub> – используемая система зондирования/вид радиозонда. Кодировается по к.т. 3685 кода КН-04.

s<sub>a</sub>s<sub>a</sub> – используемый метод слежения/состояние системы. Кодировается по к.т. 3872 кода КН-04.

8GGgg – сведения о фактическом времени выпуска радиозонда.

8 – отличительная цифра группы.

GGgg – фактическое время выпуска радиозонда в часах (GG) и минутах(gg) Всемирного скоординированного времени.

$9s_n T_w T_w T_w$  – группа температуры поверхности моря, кодируется как в коде КН-01.

**41414  $N_L C_L h C_M C_N$**  – данные об облачности в срок наблюдения.

41414 – отличительная группа раздела.

$N_L C_L h C_M C_N$  – данные об облачности в срок наблюдения как в коде КН-01.

$N_L$  – количество облаков нижнего яруса.

$h$  – высота облаков нижнего яруса.

$C_L$  – форма облаков нижнего яруса.

$C_M$  – форма облаков среднего яруса.

$C_N$  – форма облаков верхнего яруса.

## 2.2. Нанесение данных радиозондирования на высотные карты погоды.

Основные высотные карты представлены картами абсолютной топографии и относительной топографии. Карты абсолютной топографии строятся для основных изобарических поверхностей (табл. 2.2). На эти карты, в частности, наносятся данные о геопотенциальной высоте. Поле геопотенциальной высоты является в этом случае аналогом поля давления.

На карты относительной топографии наносится толщина слоя заключенного между двумя изобарическими поверхностями. В настоящее время из таких карт строится одна – карта толщины слоя заключенного между поверхностями 500 и 1000 гПа, называемая картой  $OT_{1000}^{500}$ . Как известно, толщина слоя между изобарическими поверхностями 1000 и 500 гПа характеризует среднюю температуру этого слоя, т.е. среднюю температуру нижней половины тропосферы, поскольку изобарическая поверхности 1000 гПа располагается недалеко от земной поверхности, а высота поверхности 500 гПа в

среднем равна 5,5 км, что соответствует середине тропосферы в умеренных широтах.

На карты абсолютной барической топографии каждой поверхности из аэрологических телеграмм наносятся следующие данные:

$h_n h_n h_n$  – высота изобарической поверхности,

$T_n T_n$  – температура воздуха,

$D_n D_n$  – дефицит точки росы,

$d_n d_n$  – направление ветра,

$f_n f_n f_n$  – скорость ветра.

Нанесение данных на карты абсолютной барической топографии производится по следующей схеме (рис. 2.1).

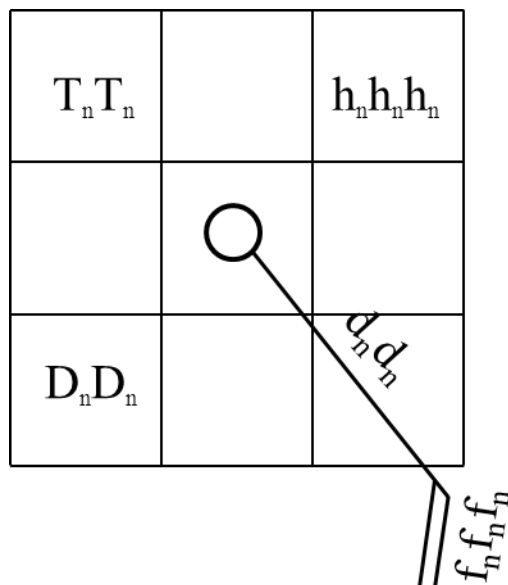


Рис. 2.1. Схема нанесения данных на карты абсолютной барической топографии.

Высоту изобарической поверхности ( $h_n h_n h_n$ ) наносят в геопотенциальных декаметрах. Поскольку высота изобарических поверхностей 850 и 700 гПа передается в геопотенциальных метрах и при кодировании цифры тысяч метров отбрасываются, то при нанесении на карту к величине высоты поверхности 850 гПа необходимо слева приписать цифру 1, а к величине  $h_n h_n h_n$  поверхности 700 гПа – 2, если на месте  $h_n h_n h_n$  стоит число 500 или более, и цифру – 3, если

на месте  $h_n h_n h_n$  стоят числа от 000 до 300. После этого величину высот изобарических поверхностей 850 и 700 гПа необходимо округлить до десятков метров.

Высоты изобарических поверхностей 500, 400 и 300 гПа передаются в геопотенциальных декаметрах, поэтому их наносят на карту без изменений.

При кодировании высот изобарических поверхностей расположенных выше уровня 300 гПа, отбрасывают цифры десятков тысяч. Поэтому к величинам  $h_n h_n h_n$  взятым их телеграмм, для изобарических поверхностей 250, 200, 150 и 100 гПа необходимо приписать слева цифру 1.

$T_n T_n$  берут из аэрологической телеграммы с учетом десятых долей. Определив по цифре десятых долей знак температуры (четная цифра – знак положительный, нечетная – отрицательный), температуру округляют до целых градусов Цельсия и наносят на карту. При положительной температуре знак плюс на карту не наносят. При отрицательной температуре знак минус наносят обязательно. Если данные о температуре искажены, наносят X, если же они отсутствуют, на карту ничего не наносят.

$D_n D_n$  наносят в цифрах кода. Если данные о дефиците точки росы искажены или отсутствуют, на карту ничего не наносят.

Направление ветра  $d_n d_n$  наносят также как на приземные карты погоды. При раскодировании необходимо учитывать, что в телеграмме на месте  $d_n d_n$  сообщают цифры сотен и десятков градусов. Поэтому округленное до  $5^\circ$  значение единиц получают путем вычитания 5 из первой цифры скорости ветра  $f_n f_n f_n$  (указывающей сотни метров в секунду), когда она равна 5, 6 и 7.

Скорость ветра  $f_n f_n f_n$  наносят также как на приземные карты погоды. Если в аэрологической телеграмме первая цифра группы скорости ветра  $f_n f_n f_n$  равна 5, 6 или 7, то для определения числа сотен скорости ветра из соответствующей цифры следует вычесть 5 (округленное до  $5^\circ$  значение единиц направления ветра).

На карту относительной барической топографии слоя, заключенного между изобарическими поверхностями 500 и 100 гПа ( $OT_{1000}^{500}$ ), наносят  $H_{1000}^{500}$  – разность высот изобарических поверхностей 500 и 1000 гПа по следующей схеме (рис. 2.2).

Для получения  $H_{1000}^{500}$  следует из величины абсолютного геопотенциала изобарической поверхности 500 гПа вычесть величину абсолютного геопотенциала изобарической поверхности 1000 гПа. Полученную разность высот (толщину слоя между поверхностями 500 и 1000 гПа, выраженную геопотенциальных декаметрах) наносят на карту.

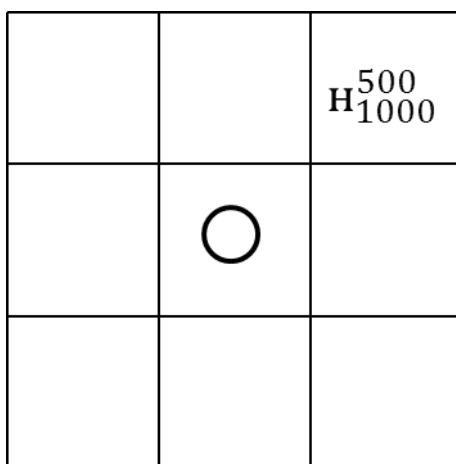


Рис. 2.2. Схема нанесения данных на карты относительной барической топографии.

### **Задание 2.1.** Составление основных карт барической топографии

#### Содержание задания.

1. Получить навыки в раскодировании метеорологической информации, закодированной кодом КН-04.
2. Составить карты абсолютной барической топографии.
3. Составить карту относительной барической топографии.
4. Получить навыки в чтении информации с высотных карт погоды.

#### Исходные материалы.

Аэрологическая сводка (табл. 2.3). Бланк карты (рис. 2.3).

Таблица 2.3

Аэрологическая сводка за 00 UTC 16 января 2019 г.

ТТАА	16001	23802	99985	05926	18003	00501	////	////
92609	06712	21511	85270	07315	21010	70754	17312	23513
50519	33718	23511	40672	45724	21509	30857	61330	22512
25969	62730	24014	20108	58733	24516	15288	60935	25018
10538	63143	27516	88267	64731	24012	77999		

ТТАА	16001	27199	99982	04916	16003	00015	////	////
92629	04510	22517	85292	06710	22513	70780	17116	21014
50523	32157	23521	40676	43759	23521	30863	60156	22023
25976	62356	23525	20114	59356	24022	15294	59956	25521
10546	62557	26522	88270	64156	22025	77999		

ТТАА	16001	27459	99981	03730	17001	92615	06316	22011
85272	09350	21515	70745	17136	21520	50518	36518	21537
40668	49523	22044	30852	59528	23046	25967	57530	23027
20108	55939	22520	15290	58556	24021	10543	60158	26524
88305	59326	23047	77355	22550	31313	59003	82330	

ТТАА	16001	27594	99990	00319	20505	00041	////	////
92665	01110	22013	85337	06710	21511	70831	13359	21014
50531	29720	23028	40686	41728	22530	30875	56731	25540
25988	64335	25540	20126	58736	24526	15306	59740	25025
10559	61156	26024	88244	64735	25537	77272	26045	41013

ТТАА	16001	27962	99981	00406	20002	00018	////	////
92642	01909	18014	85311	05108	20518	70816	13708	21021
50529	30117	22536	40684	40920	23538	30873	55726	24544
25987	65528	24547	20125	59928	22528	15306	57933	25023
10560	59941	25525	88240	66527	24542	77266	24549	

ТТАА	16001	27995	99004	00913	17505	00077	01312	17507
92695	01500	20015	85364	04500	20512	70877	13712	22023
50535	30518	25026	40691	41126	24028	30879	55931	26535
25993	65934	26541	20128	61734	25028	15308	61135	26023
10561	61139	26523	88228	69736	26535	77251	26541	

Продолжение табл. 2.3

TTAA	16001	28225	99987	07718	13501	00071	////	////
92677	09305	22014	85331	10304	24014	70819	15510	25019
50527	33723	24521	40681	43756	25521	30868	58950	25024
25980	65350	25020	20117	60950	25020	15296	62356	26520
10544	66356	27524	88256	65750	24523	77999		

TTAA	16001	28722	99002	07129	17504	00125	07326	18006
92729	06504	23017	85391	05506	24520	70891	14112	25518
50535	32726	26022	40687	46532	26024	30871	62140	26526
25982	63343	26022	20120	59942	26023	15299	61144	25521
10549	66350	27526	88267	66139	26526	77349	26031	

TTAA	16001	34172	99985	00500	16010	00041	////	////
92663	01500	19018	85334	03303	20017	70848	11709	21021
50533	31126	22529	40688	42931	23532	30874	59537	24540
25986	69140	25037	20123	59541	24028	15304	58149	25023
10558	60756	26523	88246	69541	24535	88121	60550	26022
77278	25043							

TTAA	16001	35121	99005	08523	13003	00153	08729	14005
92766	06343	19512	85432	04550	23011	70948	11745	26011
50542	30935	24512	40698	41135	26022	30886	57147	29528
25999	65545	29532	20135	62150	26025	15314	60150	26024
10566	61157	27523	88231	68150	29029	77259	30033	

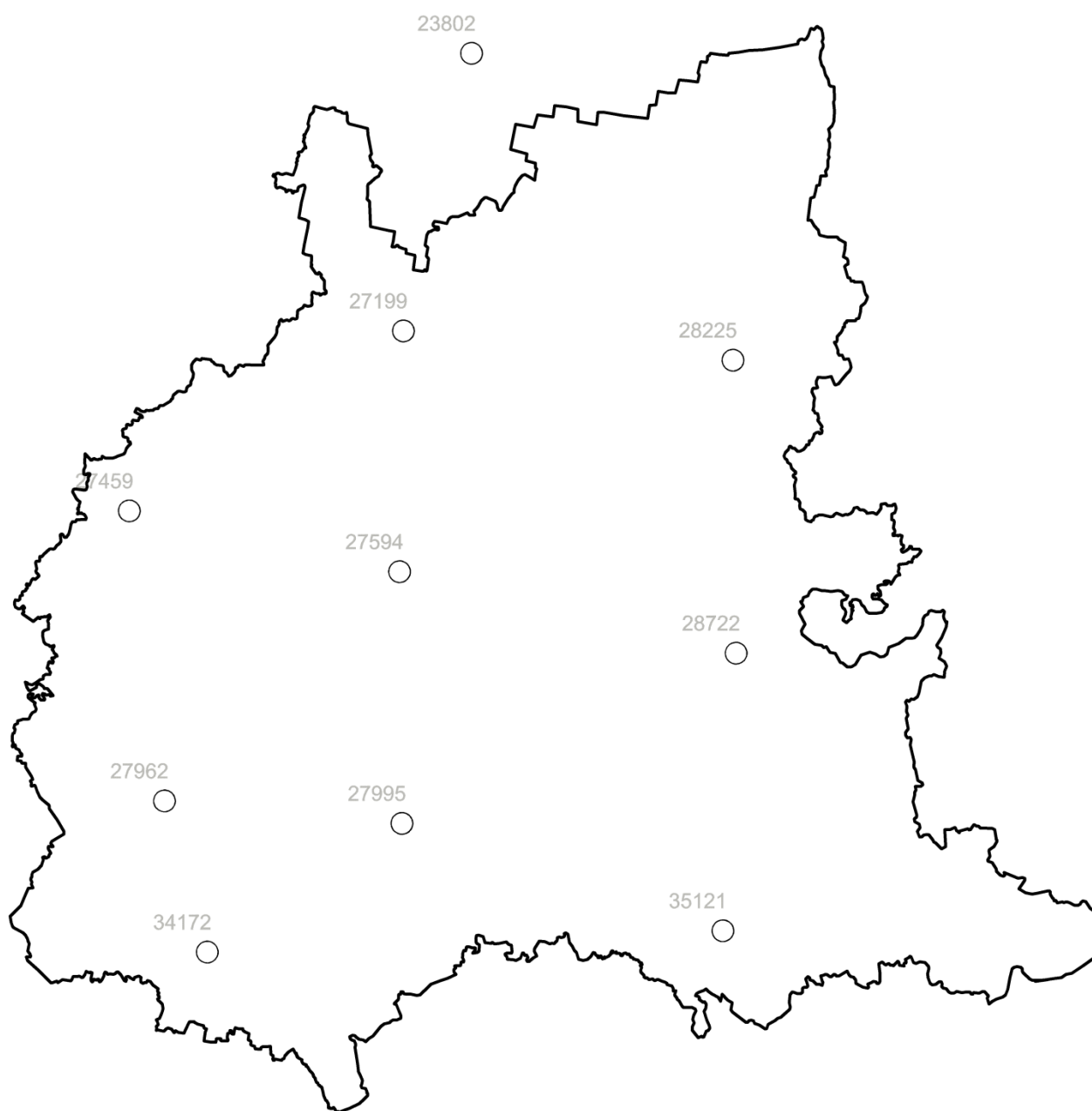


Рис. 2.3. Бланк для нанесения аэрологических данных.

#### Номера и названия станций

Номер	Название	Номер	название
23802	Сыктывкар	27199	Киров
27459	Н. Новгород	27594	Казань
27962	Пенза	27995	Безенчук
28225	Пермь	28722	Уфа
34172	Саратов	35121	Оренбург



### Рекомендации по выполнению задания.

1. Изучить схему кода КН-04. Обратить внимание на то, что в коде КН-04 группа YY используется не только для кодирования числа месяца, но и для указания единиц измерения скорости ветра. Если скорость ветра сообщается в узлах (морских милях в час), то к значению YY прибавляется число 50
2. Раскодировать аэрологическую информацию из таблицы 2.3.

### **Пример**

Текст телеграммы

ТТАА	57122	16242	99009	15010	00000	00074	14427	00000
92789	09239	32520	85428	06856	31530	70950	00760	31018
50560	17161	30075	40723	27166	30594	30923	44960	30600
25050	559//	////	88999	77308	30602	406//		

Раскодированные данные

Число месяца – 7, срок – 12 UTC, станция 16242 – Рим

Скорость сообщается в узлах, данные имеются до поверхности 250 гПа

Уровень земли – давление: 1009 гПа, температура: 15°C, дефицит точки росы : 1,0°C, ветер: штиль.

Уровень, гПа	<i>H</i> , гп.дам	<i>T</i> , °C	<i>D</i> , °C	<i>dd</i> , °	<i>ff</i> , узлы
1000	7,4	14,4	2,7	000	00
925	78,9	9,2	3,9	325	20
850	142,8	6,8	6	315	30
700	295,0	-0,7	10	310	18
500	560	-17,1	11	300	75
400	723	-27,1	16	305	94
300	923	-44,9	10	305	100
250	1050	-55,9			

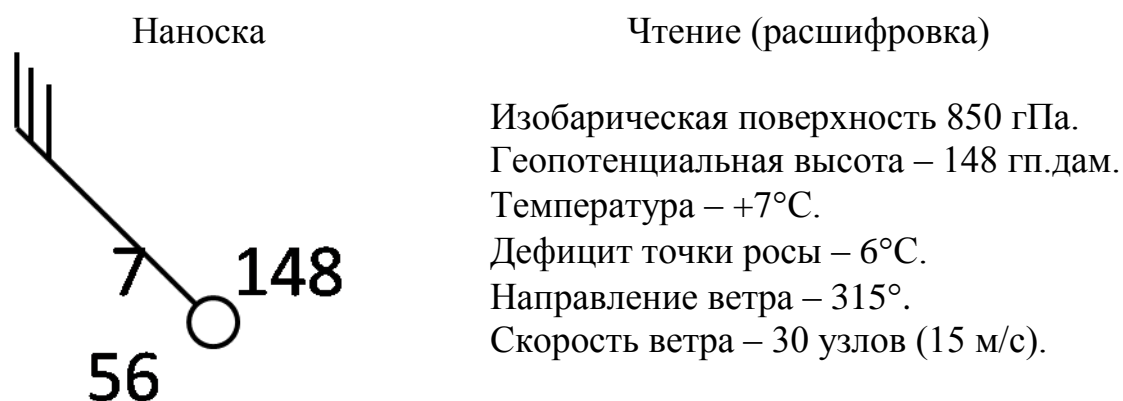
Данных о тропопаузе нет (зонд не достиг тропопаузы).

Давление на уровне максимальной скорости ветра 308 гПа, направление 305°, скорость 100 узлов. Сдвиг ветра ниже уровня максимального ветра 6 узлов на 1 км. Сведений о сдвиге ветра выше уровня максимального ветра нет.

3. Составить на бланке (рис. 2.3) карты абсолютной барической топографии основных изобарических поверхностей. Для этого нанести на бланк карты данные вертикального зондирования атмосферы из табл. 3. по схеме нанесения рис. 2.1.

### Пример

Нанесение данных на карту  $AT_{850}$  и их чтение с карты.



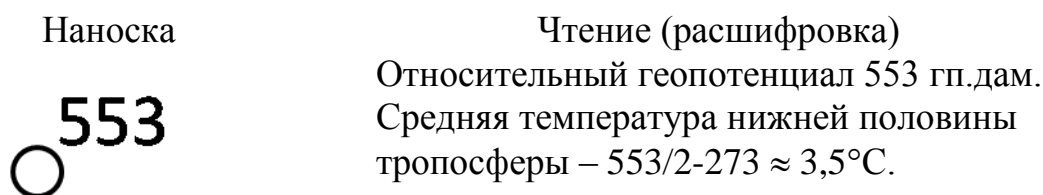
4. Составить на бланке (рис. 2.3) карту относительной барической топографии  $OT_{1000}^{500}$ , для этого вычислить значения относительного геопотенциала путем вычитания из геопотенциальной высоты изобарической поверхности 500 гПа высоты поверхности 1000 гПа и нанести эту разность на бланк карты по схеме нанесения рис. 2.2.

### Пример

Расчет относительного геопотенциала

$$H_{500} = 560 \text{ гп.дам}, H_{1000} = 7,4 \text{ гп.дам}, H_{1000}^{500} = H_{500} - H_{1000} = 553 \text{ гп.дам.}$$

Нанесение данных на карту  $OT_{1000}^{500}$ .



### Отчетные материалы.

1. Результаты раскодирования данных вертикального зондирования атмосферы.
2. Карты абсолютной барической топографии  $AT_{850}$ ,  $AT_{700}$ ,  $AT_{500}$ ,  $AT_{300}$  и  $AT_{200}$ .
3. Карта относительной барической топографии  $OT_{1000}^{500}$

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.**

### **Составление специальных карт погоды**

Кроме основных карт погоды, составляются специальные (вспомогательные) карты погоды у поверхности Земли (карты неблагоприятных и опасных явлений погоды, экстремальных значений температуры воздуха, карты осадков, снежного покрова и др.), а также специальные карты для верхних уровней тропосферы (вертикальных движений, максимального ветра, тропопаузы и др.).

Для составления приземных специальных карт информация берется из телеграмм, закодированных кодом КН-01, кроме того оперативная информация об опасных гидрометеорологических явлениях передается с помощью кода WAREP. Для составления высотных – из телеграмм, закодированных кодом КН-04, исключением являются карты вертикальных движений. Поскольку наблюдения за вертикальными движениями не ведутся, то эти карты составляются на основе расчетных вертикальных движений, являющихся одним из продуктов функционирования схем объективного анализа и прогноза полей метеорологических величин.

#### 3.1. Код для оперативной передачи данных об опасных явлениях WAREP.

WAREP DDHHMM Iiii C<sub>w</sub>C<sub>w</sub> dffff'f' 6RRRtr 9VVtt 932RR

Рис.3.1. Схема кода для оперативной передачи данных об опасных явлениях WAREP.

Таблица 3.1

## Содержание групп кода WAREP.

Группа кода	Содержание группы	Правила включения в сообщение
WAREP	Буквенный указатель кода	Обязательно
DDHHMM	Дата и время начала ОЯ: DD – число месяца; HH – часы; MM – минуты.	Обязательно
Иiii	Индекс (номер) пункта наблюдений	Обязательно
C <sub>w</sub> C <sub>w</sub>	Вид ОЯ (по табл. 3.2)	Обязательно
Ddfff 'f'	Характеристики ветра: dd – направление (как в коде КН-01); ff – средняя скорость, м/с; f'f' – максимальная скорость, м/с.	При C <sub>w</sub> C <sub>w</sub> = 11, 18, 19, 35, 39
6RRRtr	Осадки: 6 - отличительная цифра; RRR - количество осадков за период tr; tr – период времени, за который измерены осадки (как в коде КН-01)	При C <sub>w</sub> C <sub>w</sub> = 63, 65, 82, 86
9VVtt	Видимость: 9 – отличительная цифра; VV - МДВ (как в коде КН-01); tt – продолжительность ОЯ, ч	При C <sub>w</sub> C <sub>w</sub> = 35, 39, 47
932RR	Сведения о граде: 932 - отличительный признак; RR - диаметр градин (как в коде КН-01)	При C <sub>w</sub> C <sub>w</sub> = 90

Таблица 3.2

Кодирование вида ОЯ в группе кода C<sub>w</sub>C<sub>w</sub>.

Вид ОЯ	Кодовые цифры
Очень сильный ветер	11
Шквал	18
Смерч	19
Пыльная (песчаная) буря	35
Сильная метель	39
Сильный туман	47
Продолжительный дождь	65
Очень сильный дождь	69
Сильный ливень	82
Очень сильный снег	86
Крупный град	90

Дополнительно в телеграмму могут включаться группы 1 раздела сообщения по коду КН-01.

### 3.2. Нанесение данных наблюдений на карты опасных явлений погоды.

Данные об опасных явлениях погоды наносят справа от кружка станции. В случае слабой интенсивности явления у символа ставят в виде показателя степени нуль, при значительной интенсивности явления – цифру 2, при умеренной интенсивности явления ничего не ставят.

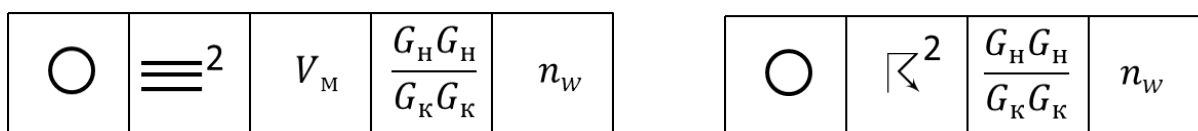


Рис.3.3. Схема нанесения тумана и грозы на карту опасных явлений погоды.

Минимальную видимость ( $V_M$ ) наносят в километрах с десятичными долями для неблагоприятных (НГЯ) и в метрах для опасных (ОЯ) явлений. Время начала ( $G_H G_H$ ), окончания ( $G_K G_K$ ) и продолжительность явления ( $n_w$ ) наносят в часах и минутах.

Направление перемещения наблюдаемого явления наносят на карту рядом с обозначением (символом) явления (слева или сверху) в виде стрелки, направленной в сторону движения.

На рис 3.3 представлены схемы нанесения на карту ОЯ тумана и грозы.

Следует отметить, что карты ОЯ относятся к тому небольшому количеству синоптических карт, которые дополнительно не обрабатываются.

### 3.3. Нанесение данных наблюдений на карты экстремальных температур, количества осадков и высоты снежного покрова.

Согласно [2], карты экстремальных (максимальных и минимальных) температур, количества выпавших осадков, высоты снежного покрова составляются по следующей схеме (рис. 3.4)

На карту наносят: экстремальную температуру (над чертой – максимальную  $T_x T_x T_x$ , под чертой – минимальную  $T_n T_n T_n$ ), минимальную температуру на поверхности почвы  $T_g T_g$  (наносят на карту в переходное время года, когда минимальная температуры ниже  $10^{\circ}\text{C}$ ), состояние поверхности почвы  $E$  (наносят в виде символов), количество осадков  $RRR$  в миллиметрах за 12 часов (над чертой – за день, под чертой – за ночь), высоту снежного покрова  $S$  в сантиметрах.

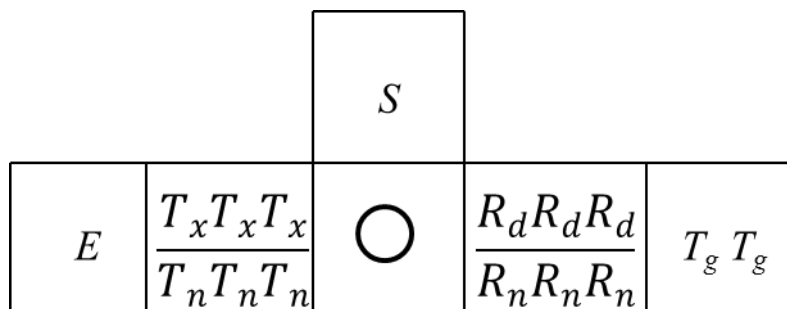


Рис.3.4. Схема нанесения экстремальных (максимальных и минимальных) температур, количества выпавших осадков, высоты снежного покрова, состояния почвы и минимальной температуры поверхности почвы.

Однако поскольку в настоящее время карты наносятся и анализируются с помощью современных геоинформационных технологий, строятся отдельные карты каждой из указанных характеристик. В этом случае данные наносятся слева от пунсона (кружка) станции.

### 3.4. Нанесение данных наблюдений на карты тропопаузы и максимального ветра.

На карту тропопаузы наносят давление на уровне тропопаузы  $P_t P_t P_t$ , в целых гектопаскалях, температуру воздуха  $T_t T_t$ , в целых градусах Цельсия, дефицит точки росы  $D_t D_t$ , в цифрах кода КН-04, направление и скорость ветра – стрелкой с оперением также как на картах абсолютной топографии. В настоящее время схема нанесения данных на карту тропопаузы подобна схеме нанесения данных на карты абсолютной барической топографии (рис.3.5а).

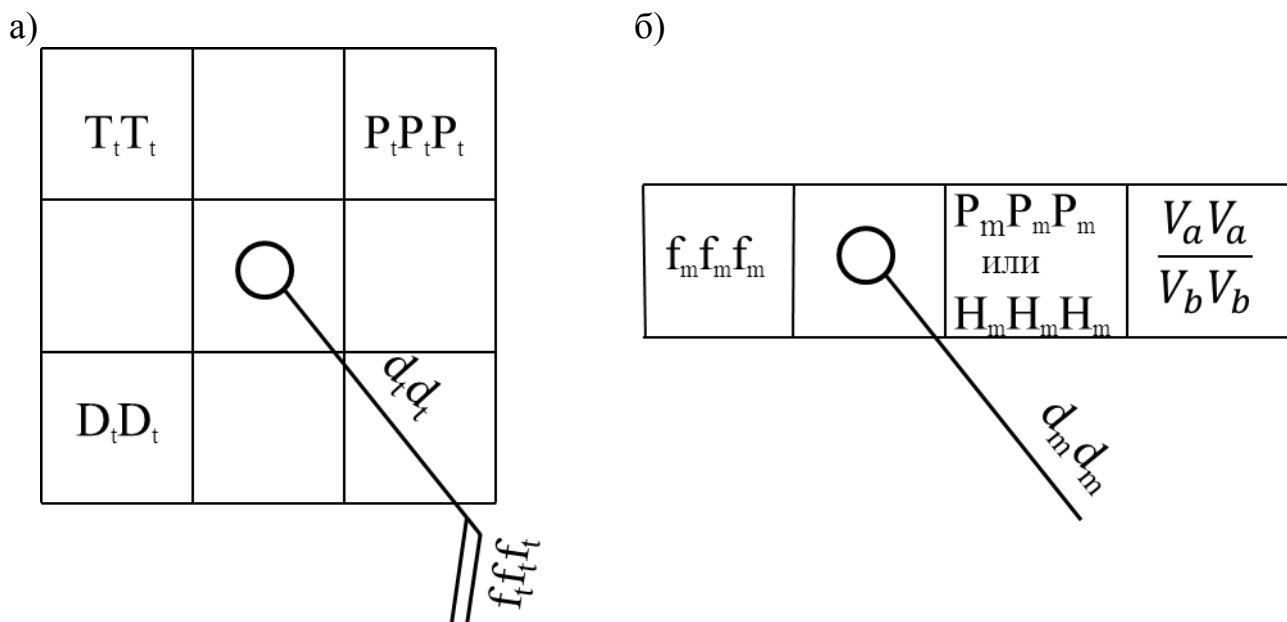


Рис.3.5. Схема нанесения данных на карты тропопаузы (а) и максимального ветра (б).

На карту тропопаузы наносят давление на уровне тропопаузы  $P_t P_t P_t$ , в целых гектопаскалях, температуру воздуха  $T_t T_t$ , в целых градусах Цельсия, дефицит точки росы  $D_t D_t$ , в цифрах кода КН-04, направление и скорость ветра – стрелкой с оперением также как на картах абсолютной топографии. В настоящее время схема нанесения данных на карту тропопаузы подобна схеме нанесения данных на карты абсолютной барической топографии (рис.3.5а).

На карту максимального ветра по схеме, представленной на рис. 3.5.б, наносят данные о направлении  $d_m d_m$  (стрелкой без оперения) и скорости максимального ветра в свободной атмосфере  $f_m f_m f_m$ , давление на уровне максимального ветра  $P_m P_m P_m$  или высоту этого уровня  $H_m H_m H_m$ , а также сведения о величине вертикального сдвига (градиента) ветра в слоях на 1 км выше ( $V_a V_a$ ) и на 1 км ниже ( $V_b V_b$ ) уровня максимального ветра.

### 3.5. Нанесение на карту данных о вертикальных движениях.

При расчетах упорядоченных вертикальных движений в синоптической метеорологии чаще пользуются не вертикальной скоростью в прямоугольной системе координат  $w = dz/dt$ , а в изобарической –  $\tau = dp/dt$ . Так как оси  $OZ$  и  $OP$

имеют противоположное направление, то  $w$  и  $\tau$  имеют обратные знаки. На карту вертикальных движений наносят аналог вертикальной скорости – значения индивидуального изменения давления  $\tau$  в десятках гектопаскалей за 12 ч на изобарических поверхностях 850, 700 и 500 гПа.

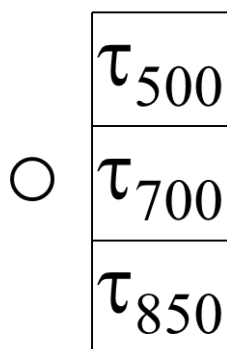


Рис.3.6. Схема нанесения данных на карты вертикальных движений.

Значения наносят справа от пунсона станции: вверху  $\tau$  на уровне 500 гПа, в середине – на уровне 700 гПа, внизу – на уровне 850 гПа (рис. 3.6).

**Задание 3.1.** Составление карты тропопаузы и карты максимального ветра.

Содержание задания.

1. Получить дополнительные навыки в раскодировании метеорологической информации, закодированной кодом КН-04.
2. Составить карты тропопаузы и максимального ветра.

Исходные материалы.

Аэрологическая сводка (табл. 2.3). Бланк карты (рис. 2.3).

Рекомендации по выполнению задания.

1. Обратить внимание на те группы кода КН-04, в которых кодируется информация о характеристиках тропопаузы и максимального ветра.
2. Раскодировать аэрологическую сводку (табл. 2.3). Результаты записать.



## Пример

### Текст телеграммы

ТТАА 02121 27459 99011 04163 13002 00241 04543 14508  
92850 05107 16525 85515 06313 16525 70014 12711 16029  
50554 22115 16526 40715 33318 18024 30910 50330 18521  
25026 61530 20029 20163 64339 21521 15342 59748 21506  
10596 59958 25509 **88222 64735 20026 77136 26537 41526**  
31313 59003 81130 =

### Раскодированные данные

Число месяца – 2, срок – 12 UTC, станция 27459 – Нижний Новгород

Скорость сообщается в м/с, данные имеются до поверхности 100 гПа

Уровень земли – давление: 1011 гПа, температура: -4,1°C, дефицит точки росы: 13°C, ветер: направление 130°, скорость 2 м/с.

Уровень, гПа	<i>H</i> , гп.дам	<i>T</i> , °C	<i>D</i> , °C	<i>dd</i> , °	<i>ff</i> , м/с
1000	24,1	-4,5	4,3	145	8
925	85,0	-5,1	0,7	165	25
850	1515,5	-6,3	1,3	165	25
700	314	-12,7	1,1	160	29
500	554	-22,1	1,5	165	26
400	715	-33,3	1,8	180	24
300	910	-50,3	3,0	185	21
250	1026	-61,5	3,0	200	29
200	1163	-64,3	3,9	215	21
150	1342	-59,7	4,8	215	6
100	1596	-59,9	8	155	9

Уровень тропопаузы – давление: 222 гПа, температура: -64,7°C, дефицит точки росы: 3,5°C, ветер: направление 200°, скорость 26 м/с.

Уровень максимального ветра – давление: 136 гПа, направление ветра

265°, скорость ветра 37 м/с, сдвиги ветра (абсолютное значение

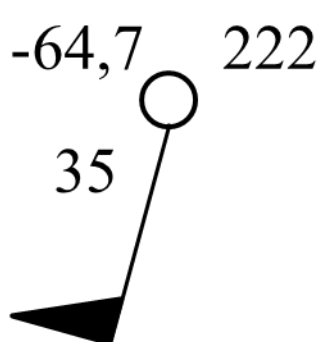
векторной разности): на 1 км ниже уровня максимального ветра 15 м/с, на 1 км выше уровня максимального ветра 26 м/с.

3. Нанести данные на бланк карты, составить карту тропопаузы.

Выполнить процедуру чтения данных с карты.

### Пример

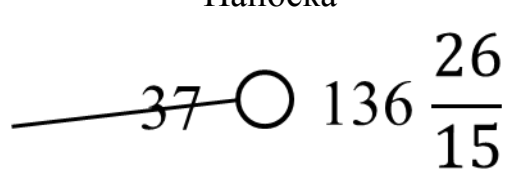
Нанесение данных на карту тропопаузы и их чтение с карты.

Наноска	Чтение (расшифровка)
	Давление на уровне тропопаузы 222 гПа. Температура – -64,7°C. Дефицит точки росы – 3,5°C. Направление ветра – 200°. Скорость ветра – 26 м/с.

4. Нанести данные на бланк карты, составить карту максимального ветра. Выполнить процедуру чтения данных с карты.

### Пример

Нанесение данных на карту тропопаузы и их чтение с карты.

Наноска	Чтение (расшифровка)
	Давление на уровне максимального ветра (УМВ) 136 гПа. Направление ветра 265°. Скорость ветра 37 м/с. Сдвиг ветра на 1 км ниже УМВ 15 м/с. Сдвиг ветра на 1 км выше УМВ 26 м/с.

5. Вычислить геопотенциальные высоты уровней тропопаузы и максимального ветра.

Геопотенциальные высоты уровней тропопаузы и максимального ветра с достаточной точностью можно вычислить с использованием барометрической формулы относительного геопотенциала

$$H_{p_2} = H_{p_1} + \frac{RT_m}{9,8} \ln \frac{p_1}{p_2},$$

где  $H$  – геопотенциальные высоты нижележащей ( $p_1$ ) и вышележащей ( $p_2$ ) изобарических поверхностей,  $T_m$  – средняя температура слоя заключенного между этими поверхностями,  $R$  – удельная газовая постоянная сухого воздуха.

## Пример

Вычисление геопотенциальных высот уровней тропопаузы и максимального ветра

Для определения геопотенциальной высоты уровня тропопаузы в случае выше приведенного примера исходными данными являются: давление и температура на уровне тропопаузы (222 гПа и  $-64,7^{\circ}\text{C}$ ), давление, температура и геопотенциальная высота ближайшей нижележащей изобарической поверхности (250 гПа,  $-61,5^{\circ}\text{C}$  и 1026 гп. дам). Таким образом, геопотенциальная высота уровня тропопаузы равна

$$H_{тр} = 1026 + \left\{ \frac{287 \left[ \frac{-61,5 + (-64,7)}{2} + 273,15 \right]}{9,8} \ln \frac{250}{222} \right\} / 10 = 1033 \text{ гп. дам.}$$

Деление относительного геопотенциала (выражения в фигурных скобках) на 10 необходимо для его перевода в геопотенциальные декаметры.

Для определения геопотенциальной высоты уровня максимального ветра дополнительно нужно определить путем линейной интерполяции между температурами на изобарических поверхностях, между которыми располагается этот уровень, температуру на этом уровне.

В случае выше приведенного примера исходными данными являются: давление на уровне максимального ветра (136 гПа), давление, температура и геопотенциальная высота ближайшей нижележащей изобарической поверхности (150 гПа,  $-59,7^{\circ}\text{C}$  и 1342 гп. дам), а также давление и температура вышележащей поверхности (100 гПа,  $-59,9^{\circ}\text{C}$ ).

Определим температуру на уровне максимального ветра

$$t_{мс} = -59,7 + (150 - 136) \frac{(-59,9 - (-59,7))}{(150 - 100)} = -59,756 \approx -59,8^{\circ}\text{C}$$

Далее определим геопотенциальную высоту уровня максимального ветра

$$H_{mp} = 1342 + \left\{ \frac{287 \left[ \frac{-59,7 + (-59,8)}{2} + 273,15 \right]}{9,8} \ln \frac{150}{136} \right\} / 10 = 1403 \text{ м.д.ам.}$$

Таким образом, в рассмотренном случае тропопауза в Нижнем Новгороде располагается на высоте около 10,3 км, а уровень максимального ветра – на высоте около 14 км.

#### Отчетные материалы.

1. Результаты раскодирования данных вертикального зондирования атмосферы.
2. Карты тропопаузы и максимального ветра.
3. Результаты расчета геопотенциальных высот уровней тропопаузы и максимального ветра.

#### Список литературы

1. Наставление по кодам. Международные коды. Том I.1. (Дополнение II к Техническому регламенту ВМО). Часть А – Буквенно-цифровые коды. ВМО-№306. – Всемирная Метеорологическая Организация, 2011, 2017. – 518 с.
2. Наставление по службе прогнозов. Раздел 2. Служба метеорологических прогнозов. Части I и II. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 151 с.
3. Практикум по синоптической метеорологии. Под ред. В.И.Воробьева. – СПб.: изд. РГГМУ, 2005. – 304 с.