

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Государственный университет по землеустройству

Кафедра почвоведения, экологии и природопользования

В.А. Широкова, А.О. Хуторова, Я.В. Пименовская

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИ-
ПЛИНЕ
«УЧЕНИЕ ОБ АТМОСФЕРЕ»

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по направлению 022000 – экология и природопользование

Москва 2013

Подготовлено и рекомендовано к печати кафедрой почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству
(протокол № 1 от 17.09. 2012 г.)

Утверждено к изданию советом факультета земельный кадастр
Государственного университета по землеустройству
(протокол № 21 от 31.10. 2012 г.)

Составители:

д.г.н., проф. Широкова В.А.,
к.г.н., доц. Хуторова А.О.,
Пименовская Я.В.

Рецензент: О.А. Александровская
д.г.н., главный научный сотрудник
Института истории естествознания и
техники им. С.И. Вавилова РАН,
г.Москва

Методические указания содержат перечень лабораторно-практических заданий, необходимых для подготовки к практическим занятиям с целью качественного усвоения материала студентами по дисциплине «Учение об атмосфере».

1. Введение	4
2. Лабораторно-практическое занятие № 1 – «Анализ карт солнечной радиации и радиационного баланса по территории земного шара. Тепловой баланс»	6
3. Лабораторно-практическое занятие № 2 – «Тепловой режим планеты. Анализ карт и решение задач	12
4. Лабораторно-практическое занятие № 3 – «Вода в атмосфере. Анализ карт и решение задач»	18
5. Лабораторно-практическое занятие № 4 – «Анализ ветровых потоков по территории земного шара» карт атмосферного давления и ветровых потоков по территории земного шара»	21
6. Лабораторно-практическое занятие № 5 – «Погода»	29
7. Лабораторно-практическое занятие №6 – «Климат»	42
8. <i>Библиографический список</i>	51

ВВЕДЕНИЕ

Учение об атмосфере - область знаний, позволяющая природопользователю и экологу в ряду наук, характеризующих оболочечное строение планеты, полнее понять и закономерно выстроить последовательность и обусловленность природных процессов, и явлений, определяющих их динамику в целом.

Процессы, происходящие в атмосфере, развиваются закономерно и взаимосвязано. Они испытывают воздействия космического пространства и земной поверхности. Между земной поверхностью и атмосферой происходит непрерывный обмен газами, твердыми и жидкими частицами, теплом, влагой и т.д. Основным источником энергии для атмосферных процессов является солнечное излучение, приходящее к Земле. Различными способами солнечная энергия переходит в другие формы энергии, в результате чего в атмосфере происходят химические реакции, развиваются движения воздуха, возникает обмен теплом и влагой между отдельными участками, образуются облака и осадки, наблюдаются различные оптические, электрические, акустические и другие явления. Без глубокого знания причин и последствий процессов, протекающих в атмосфере нельзя стать грамотным специалистом – природопользователем.

В процессе преподавания курса «Учение об атмосфере» предполагается чтение лекций и проведение лабораторно-практических занятий.

Следует обратить особое внимание на исключительно большое воздействие атмосферы, процессов в ней происходящих, на весь природный комплекс, на живую и косную природу, а также на жизнь и хозяйственную деятельность людей. Смена сезонов года, которая так ярко проявляется в жизни растений и животных, в водном и ледовом режиме рек и озер. В быту и хозяйственной деятельности людей, обусловлена именно процессами, происходящими в атмосфере.

Фундаментальной и в тоже время наиболее сложных тем курса является тема солнечной радиации. Режим солнечной радиации определяет все процессы, происходящие в географической оболочке. Изучение солнечной радиации предполагает

знание студентами соответствующих разделов физики, посвященных электромагнитному излучению, природы этого явления, воздействию различных частей спектра солнечного излучения с разной длиной электромагнитных волн (рентгеновского излучения, ультрафиолетовой, световой, инфракрасной и других частей солнечного спектра).

Другие темы курса имеют более географический характер, базируются на географических знаниях, полученных в средней школе. Это режим температуры воздуха в атмосфере, характеристики влажности воздуха, процессы испарения и конденсации влаги, атмосферные осадки, атмосферное давление, воздушные массы и атмосферные фронты, циклоны и антициклоны и в других темах.

Завершающая тема курса - прогноз погоды, базирующийся на анализе карт погоды. В разделе курса, посвященном понятиям климат и классификации климатов, следует обратить внимание на роль каждого из климатообразующих факторов – широтного положения территории, влияющего на количество и режим солнечной радиации, рельефа местности, особенно горного, экспозиции склонов по сторонам света и направлению движения воздушных масс, удаленности территории океанов и морей, океаническим и воздушным течениям, характеру подстилающей поверхности и, наконец, хозяйственной деятельности людей. В современной отечественной климатологии и географии используется генетическая классификация Б.П. Алисова, основанная на анализе формирования и движения различных типов воздушных масс, на глобальной схеме циркуляции атмосферы.

Лабораторно-практическая часть курса предполагает рассмотрение нескольких основных тем, посвященных формированию погоды и климата: анализ карт солнечной радиации и радиационного баланса по территории земного шара; тепловой баланс; тепловой режим планеты; вода в атмосфере; анализ карт атмосферного давления и ветровых потоков по территории земного шара; составление прогноза погоды по метеоэлементам; представление о географии климатических поясов и областей земного шара.

Лабораторно-практическое занятие № 1.
«Анализ карт солнечной радиации и радиационного баланса по территории земного шара. Тепловой баланс»

Цели:

1. Закрепить и систематизировать знания по темам «Солнечная радиация», «Радиационный баланс», «Тепловой баланс».
2. Продолжать работу по формированию умений «читать» карту и проводить аналитические действия по графическим работам.

Оборудование: карты солнечной радиации и радиационного баланса, таблица составляющих теплового баланса.

Литература:

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: МГУ, 1994.
2. Савцова Т.М. Общее землеведение. М., Академия, 2003.

Задания:

1. Проанализируйте тематическое содержание карты суммарной солнечной радиации и радиационного баланса.
2. Постройте графики составляющих статей прихода и расхода теплового баланса по территории земного шара на следующих широтах:
60°-70° северной и южной широты
40°-50° северной и южной широты
20°-30° северной и южной широты
между 10° северной и 10° южной широты
Сделайте анализ полученных данных.

Вопросы для контроля знаний:

1. Назовите основной источник энергии в географической оболочке, дайте определение. Перечислите факторы, определяющие величину суммарной солнечной радиации.
2. Что такое радиационный баланс? Перечислите факторы, определяющие величину радиационного баланса.

3. Какие закономерности наблюдаются в распределении солнечной радиации и радиационного баланса; по территории земного шара?
4. Назовите параметры солнечной радиации и радиационного баланса по основным широтам.
5. Есть ли различия в распределении солнечной радиации и радиационного баланса на суше и в океане. Приведите пример. Объясните причину наблюдаемой закономерности.
6. Напишите формулу теплового баланса для умеренных широт.

Инструкция:

1. Анализ карт даётся по плану анализа тематической карты. Тематическое содержание карты предлагается систематизировать в табличной форме:

Пример :

Распределение солнечной радиации от экватора к полюсам

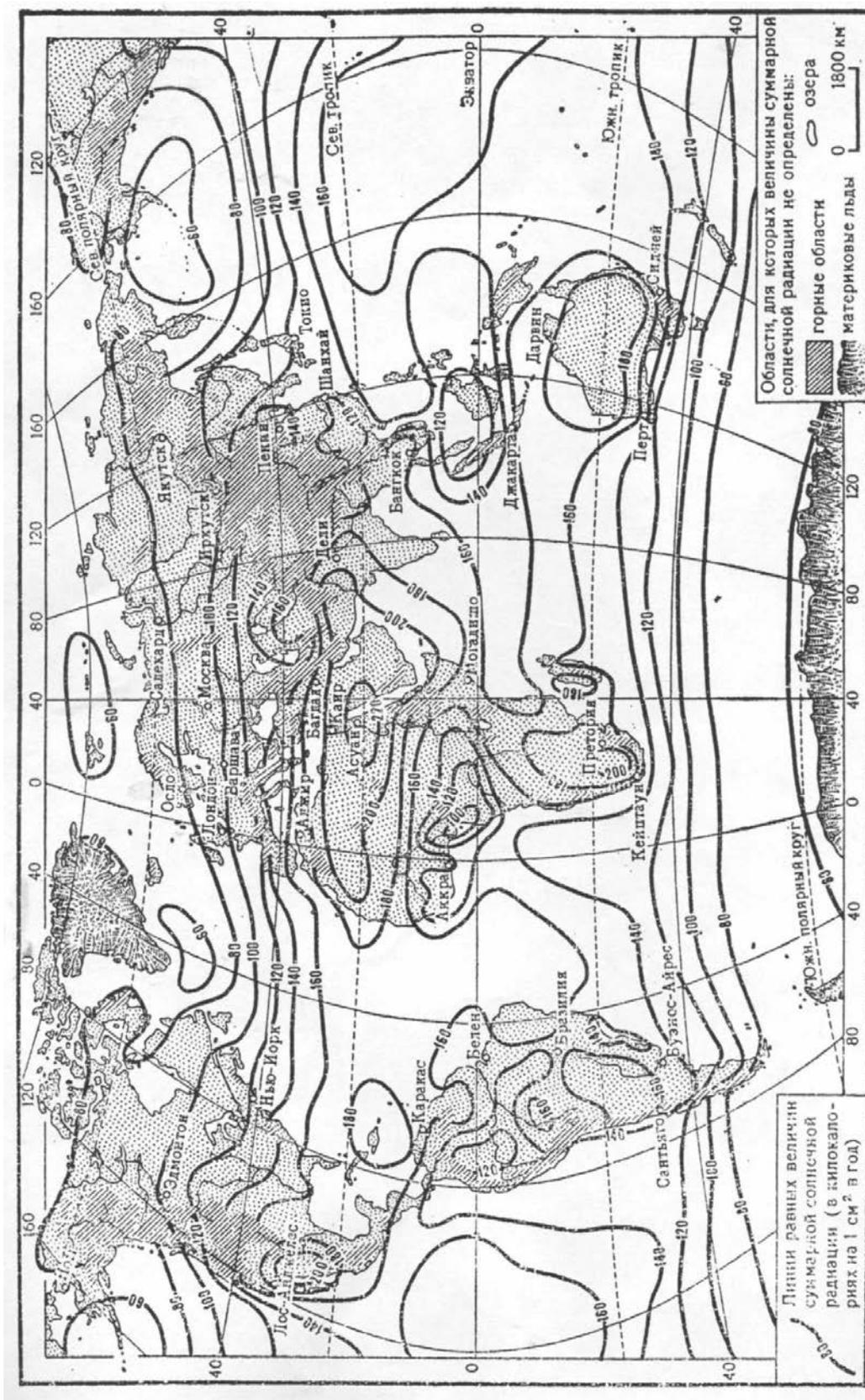
Географическая широта	Значение параметра (ккал/см ² год), район		Характер распространения	Причины наблюдаемых закономерностей
	минимальное	максимальное		
Северные полярные	60 (о-ва Северного Ледовитого океана, северная окраина Атлантики)	80 (побережье северных материков)	Зонально на суше, в районе океана — регионально.	Зональность на данных широтах нарушается тёплыми течениями в Атлантическом океане.
Северные умеренные				
Северные тропические				
Экваториальные				
Южные тропические				
Южные умеренные				
Южные полярные				

После анализа распределения солнечной радиации по географическим широтам, делается общий вывод: какая закономерность прослеживается в распределении солнечной радиации от экватора к полюсам, каков в целом по территории земного шара характер её распространения и каковы причины наблюдаемых закономерностей.

Распределение солнечной радиации в районе экватора

Крупнейшие природные комплексы	Значение параметра (ккал/см-год)		Характер распространения	Причины наблюдаемых закономерностей
	минимальное	Максимальное		
Южная Америка	120	160	регионально	1. На суше - разнородность подстилающей поверхности, расположение и высота форм рельефа. 2. В океане - роль океанических течений.
Атлантический океан	160	более 160		
Африка	100	180		
Индийский океан	160	180		
Индонезийские о-ва	120	160		
Тихий океан	160	боле 160		

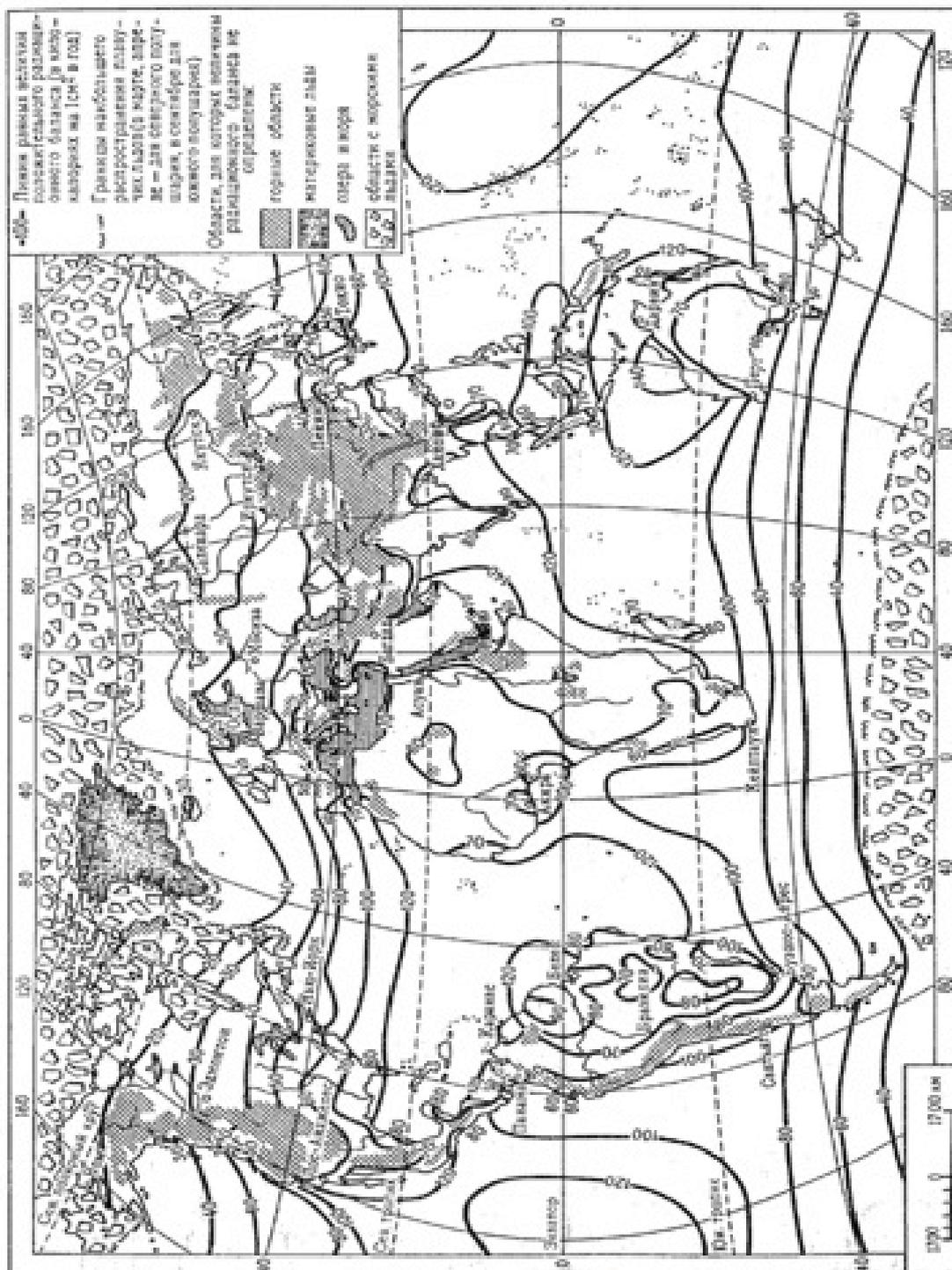
После анализа распределения солнечной радиации в районе экватора, делается общий вывод: какая закономерность прослеживается в распределении солнечной радиации в районе экватора, каков характер её распространения и каковы причины наблюдаемых закономерностей.



Карта суммарной солнечной радиации за год

**Таблица составляющих теплового баланса
земной поверхности, ккал/см² год**

Широта, градусы	Океаны			Суша			Земля в среднем				
	<i>R</i>	<i>LE</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>LE</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	<i>LE</i>	<i>P</i>		
70—60 северной широты	23	—33	—16	26	20	—14	—6	21	—20	—9	
60—50	29	—39	—16	26	30	—19	—11	30	—28	—13	
50—40	51	—53	—14	16	45	—24	—21	51	—53	—14	
40—30	83	—	86	—13	60	—23	—37	48	—38	—17	
30—20	113	—	105	—9	1	69	—20	—49	73	—59	—23
20—10	119	—	99	—6	—	71	—29	—42	96	—73	—24
10—0	115	—	80	—4	—	72	—48	—24	106	—81	—15
0—10 южной широты	31	—	80	—4	—	72	—50	—22	105	—72	—9
10—20	115	—	84	—4	—	73	—41	—32	24	—	—
20—30	113	—	104	—5	—	70	—28	—42	105	—76	—8
30—40	4	—	104	—5	—	62	—28	—34	21	—	—
40—50	101	—	100	—7	6	41	—21	—20	104	—90	—11
50—60	82	—	80	—9	7	31	—20	—11	3	—	—
Земля в целом	57	—	55	—9	7	49	—25	—24	94	—83	—15
	28	—	31	—8	11				80	—74	—12
	82	—	74	—8	0				56	—53	—9
									28	—31	—8
									72	—60	—12
									0		0



Радикальный баланс за год

Лабораторно-практическое занятие № 2. **«Тепловой режим планеты. Анализ карт и решение задач»**

Цели: 1. Закрепить теоретические знания по теме «Тепловой режим планеты».

2. Продолжать работу по формированию умений «читать и понимать карту».

3. Научиться показывать ход изотерм на территории земного шара и определять причины, нарушающие зональность компонента географической оболочки.

Оборудование: географический атлас мира (или атлас 7 класса), карты изотерм января и июля, рисунок «Изменение температуры с высотой», «Годовой ход температуры воздуха на разных широтах», оформительские принадлежности, м/б.

Литература:

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. М.: МГУ, 1994.

2. Савцова Т.М. Общее землеведение. М., Академия, 2003.

Задания:

1. Постройте график изменения температуры воздуха в оболочках атмосферы по 55° с.ш. по рисунку «Изменение температуры с высотой». Проанализируйте данные графика и сделайте вывод.

2. Решите задачи:

2.1. Какова будет температура воздуха, насыщенного водяным паром, опускающегося адиабатически, на высоте 400 м, если на уровне поверхности океана его температура была равна -

2.2. На сколько градусов изменится температура ненасыщенного водяными парами воздуха при адиабатическом опускании на 470 м?

3. Проанализируйте годовой ход температуры воздуха на разных широтах.

Используя географический атлас мира и рисунок «Годовой ход температуры воздуха на разных широтах», заполните таблицу:

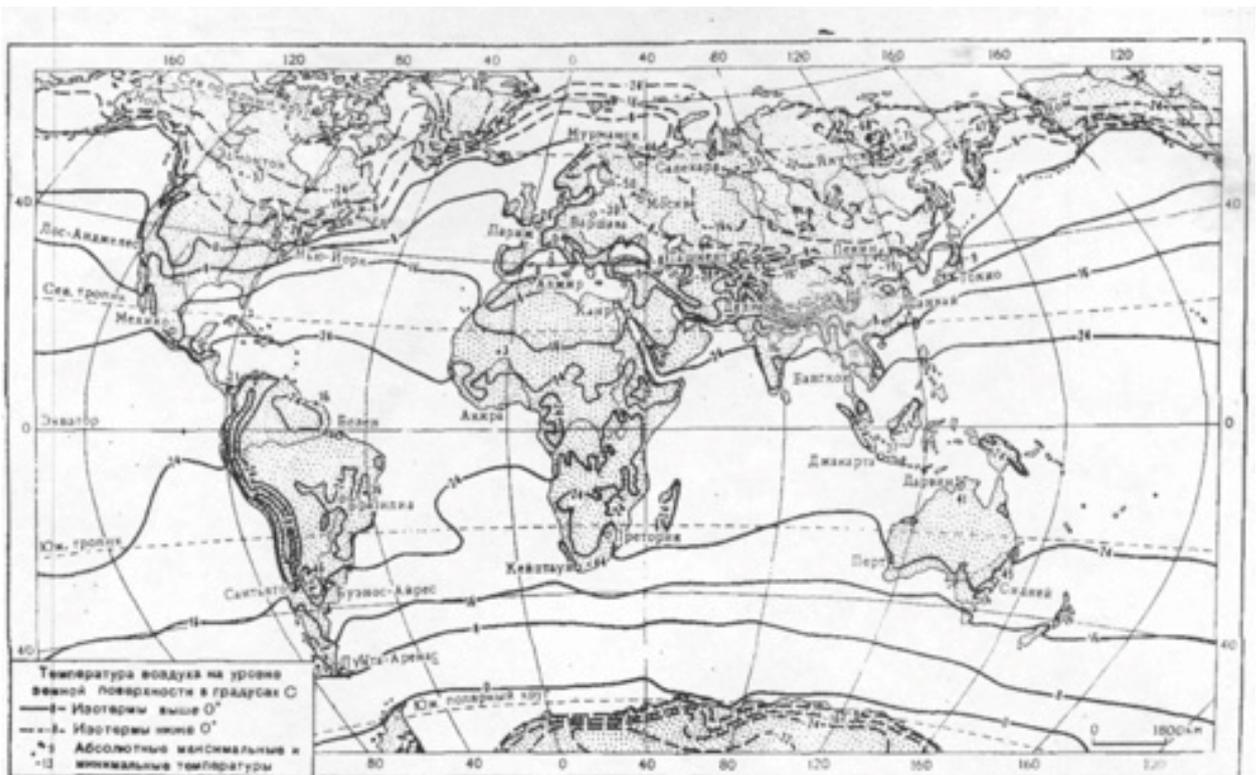
Город	Географическое положение	Температура воздуха, °С		Амплитуда	Ход температуры в течение года	Тип годового хода температуры
		Минимальное значение	Максимальное значение			
Батавия						
Асуан						
Саратов						
Верхоянск						
Трауренберг						

4. Проанализируйте карты изотерм января и июля, ответив на следующие вопросы:

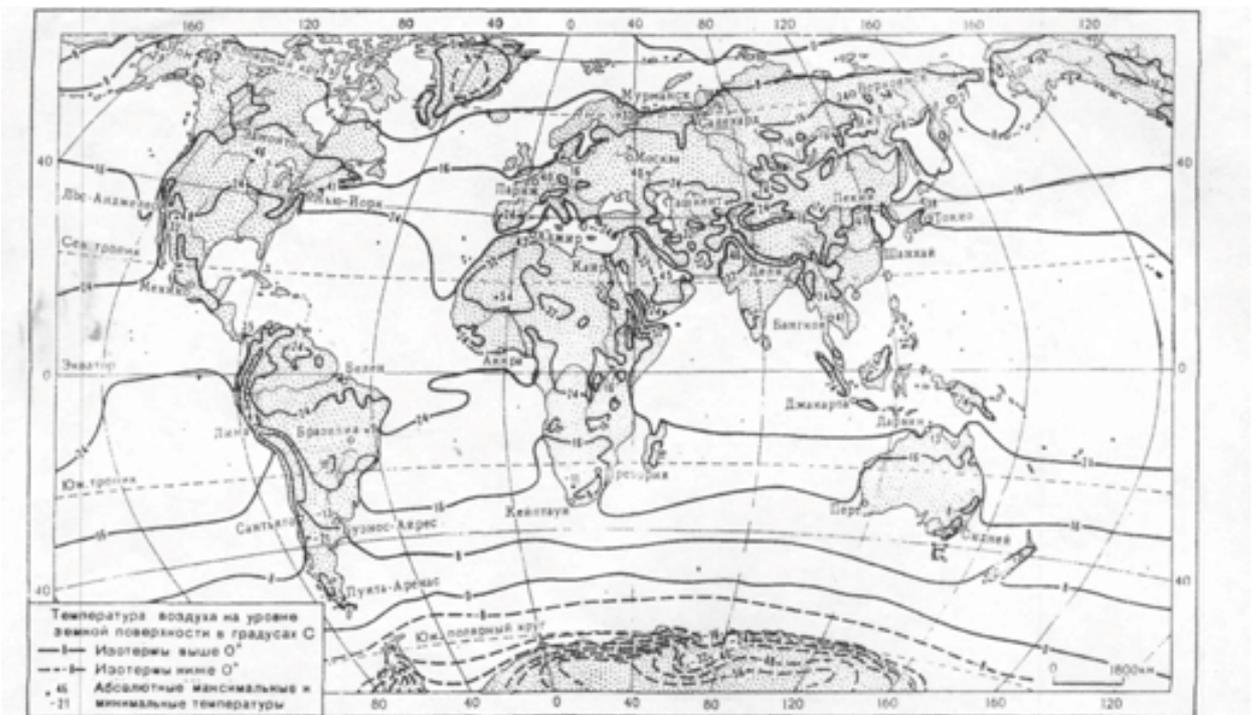
- Как изменяется температура воздуха в приземных слоях атмосферы от экватора к полюсам? Приведите примеры.
- Анализируя ход изотерм по основным широтам, объясните их отклонение от западно-восточного направления. Назовите области наибольшего отклонения, объясните причины наблюдаемой закономерности.
- Где ход изотерм имеет более плавный характер и почему?
- Назовите области холода и тепла, укажите температурный режим. Объясните причины их обуславливающие.
- Сравните степень нагревания и охлаждения суши и океана. Выявите причины наблюдаемой закономерности.
- Сравните степень нагревания и охлаждения северного и южного полушарий. Чем объяснить наблюдаемые закономерности?
- Сделайте общий вывод о распределении тепла по территории земного шара.

Вопросы для контроля знаний:

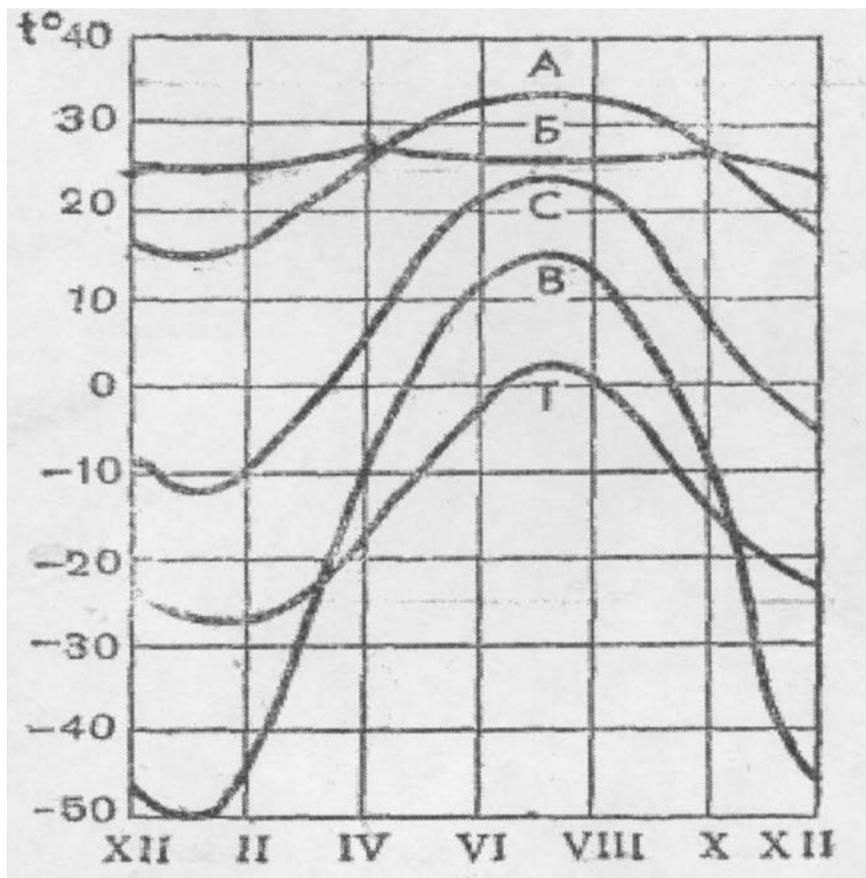
1. Какие факторы влияют на нагревание приземного слоя атмосферы?
2. Как изменяется температура воздуха с высотой?
3. Что такое адиабатический процесс, псевдоадиабатический процесс?
4. Как изменяется температура воздуха по географической широте? Приведите конкретные примеры.
5. Назовите и покажите полюса холода и области тепла на территории земного шара.
6. Какие фактора влияют на изменение температурного режима планеты?
7. Назовите основные типы годового хода температур воздуха. Дайте их краткую характеристику.
8. Покажите тепловые пояса Земли. Дайте оценку распространения тепловых поясов по территории земного шара.
9. Что называют термическим экватором? Где проходит термический экватор?
10. Назовите средние показатели температуры океана, суши, атмосферы?



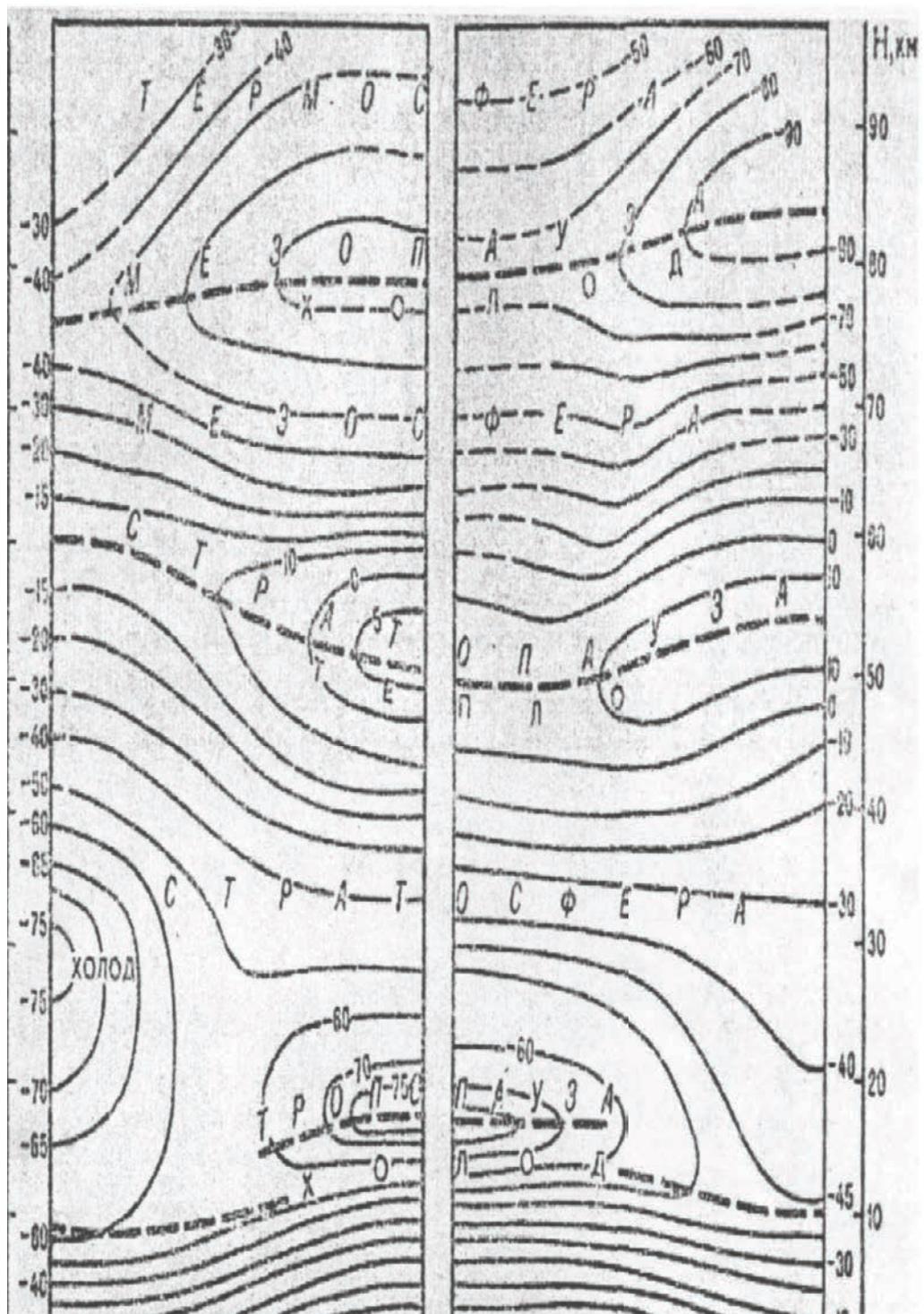
Карта изотерм января



Карта изотерм июля



Годовой ход температуры воздуха на широтах: Б – Батания, А – Асуан, С – Саратов, В – Верхоянск, Т - Трауренберг



изменение температуры с высотой

Лабораторно-практическое занятие № 3. «Вода в атмосфере. Анализ карт и решение задач»

Цели:

1. Закрепить и систематизировать теоретические знания по теме «Вода в атмосфере».
2. На примере решения задач рассмотреть условия образования природных явлений в приземном слое атмосферы.
3. Продолжать работу по формированию навыков анализа тематических карт.

Оборудование: атлас СССР, географический атлас мира, диаграммы годового хода осадков, контурная карта мира (полушарий), м/б, оформительские принадлежности.

Литература:

3. Хромов С.П., Петросяну М.А. Метеорология и климатология. М.: МГУ, 1994.
4. Савцова Т.М. Общее землеведение. М., Академия, 2003.

Задания:

1. Постройте кривую зависимости максимальной упругости паров, насыщающих пространство (E), от температуры воздуха (t) по данным таблицы.

Температура, °С	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40
Максимальная упругость паров, гПа	0,1	0,5	1,2	2,8	6,1	12,3	23,3	42,4	73,7

По графику определить: максимальную упругость паров при температуре - 15,0°С, + 12°С; точку росы (T°), если максимальная упругость паров (E) составляет 1,3 мм, 23 мм.

2. Решите задачи:

- 2.1. По радио передали, что при температуре $+10^{\circ}\text{C}$ относительная влажность 50 %. Сколько граммов воды содержит 1 м^3 этого воздуха? Сколько воды нужно для его насыщения?
- 2.2. Какова относительная влажность, если фактическая упругость водяного пара равна 5,3 мм, а упругость насыщения воздуха составляет 10,5 мм?
- 2.3. Определите фактическую упругость водяного пара, если относительная влажность 34%, а упругость насыщения воздуха составляет 25,2 мм?
- 2.4. Какова упругость насыщения воздуха, если относительная влажность составляет 73%, а фактическая упругость водяного пара 8,7 мм?
- 2.5. Определить дефицит влажности, если известны упругость насыщения (3,4 мм) и фактическая упругость водяного пара (3,4 мм).
3. Оформите карту облачности, используя материал учебного пособия. Выпишите общие закономерности, наблюдаемые в распределении облачности по территории земного шара.
4. Проанализируйте карту осадков.
5. Проанализируйте диаграммы годового хода осадков и заполните таблицу:

Тип годового хода осадков	Среднегодовое количество осадков (мм)	Максимум: а) Сколько наблюдается максимумов? б) В каком месяце (мах)? в) Каково количество осадков (мм/г) Чем обусловлены наблюдаемые закономерности?	Минимум: а) Сколько наблюдается минимумов? б) В каком месяце (мах)? в) Каково количество осадков (мм/г) Чем обусловлены наблюдаемые закономерности?	Пример района земного шара

Вопросы для контроля знаний:

1. Дайте определение понятиям: абсолютная влажность, относительная влажность воздуха, точка росы, дефицит влаги, испаряемость, облачность, облака, коэффициент увлажнения.

2. Какая зависимость наблюдается между влажностью воздуха (абсолютной, относительной) и температурой воздуха?
3. Назовите формулы определения относительной влажности воздуха, фактической упругости водяного пара, упругости насыщения воздуха, дефицита влажности.
4. Назовите общие закономерности в распределении облачности по территории земного шара. Каковы причины наблюдаемых закономерностей?
5. Назовите общие закономерности в распределении осадков по территории земного шара. Каковы причины наблюдаемых закономерностей?
6. Назовите основные типы годового хода осадков. Дайте их краткую характеристику.
7. Назовите виды увлажнения территории.
8. Как определить коэффициент увлажнения определённой территории?

Экваториальный тип - осадки выпадают довольно равномерно весь год, сухих месяцев нет, лишь после дней равноденствия отмечаются два небольших максимума - в апреле и октябре - и после дней солнцестояния два небольших минимума - в июле и январе.

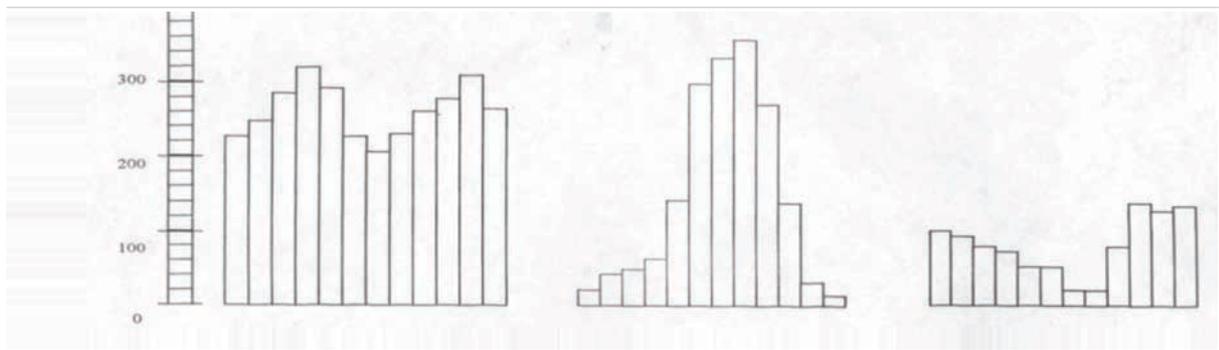
Муссонный тип - максимум осадков летом, минимум зимой. Свойственен субэкваториальным, а также восточным побережьям материков в субтропических и умеренных широтах. Общее количество осадков при этом постепенно уменьшается от субэкваториального к умеренному поясу.

Средиземноморский тип - максимум осадков зимой, минимум - летом. Наблюдается в субтропических широтах на западных побережьях и внутри материков. Годовое количество осадков постепенно уменьшается к центру континентов.

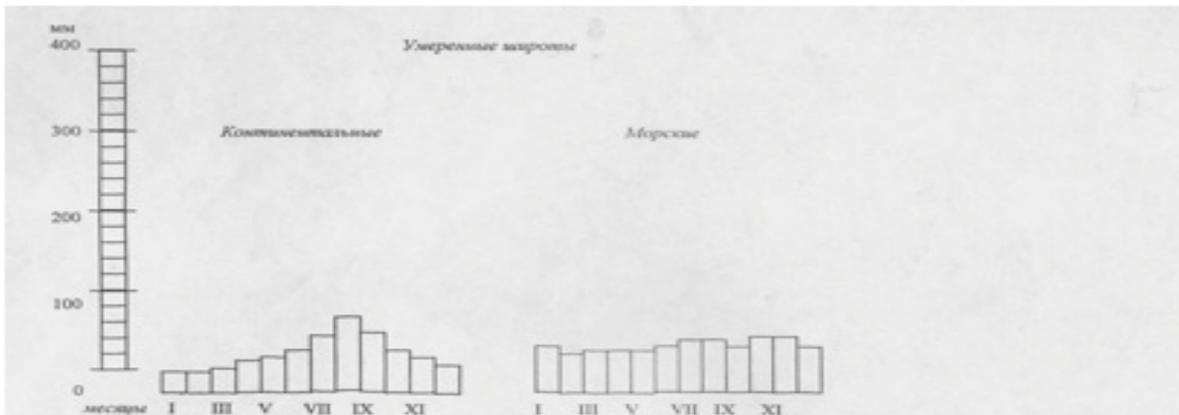
Континентальный тип осадков умеренных широт - в тёплый период осадков в два-три раза больше, чем в холодный. По мере возрастания континентальности климата в центральных областях материков общее количество осадков уменьшается, а разница летних и зимних осадков увеличивается.

Морской тип умеренных широт - осадки распределяются равномерно в течение года с небольшим максимумом в осенне-зимнее время. Их количество больше, чем наблюдается для этого типа.

Типы годового хода осадков



месяцы I III V VII IX XI..... I III V VII IX XI..... I III V VII IX XI



Лабораторно-практическое занятие № 4.
**«Анализ карт атмосферного давления и ветровых потоков
по территории земного шара»**

Цели: овладеть навыками прогноза погодных условий отдельных районов земного шара.

Оборудование: карты атмосферного давления и ветровых потоков по временам года, географический атлас мира, контурная карта мира (полушарий), оформительские принадлежности.

Литература:

1. Хромов С.П., Петросянец М.А. Метеорология и климатология. М.: МГУ, 1994.
2. Савцова Т.М. Общее землеведение. М.: Академия, 2003.

Задания:

1. Проанализируйте карты атмосферного давления и ветровых потоков по сезонам и заполните таблицу «Распределение атмосферного давления по территории земного шара».

№ п/п	Географические широты	Январь		Июль	
		материк	океан	материк	океан
1	Северные субполярные				
2	Северные умеренные				
3	Северные субтропические				
4	Приэкваториальные				
5	Южные субтропические				
6	Южные умеренные				
7	Южные субполярные				

2. По результатам работы сделайте общий вывод по распределению давления по территории земного шара. Выпишите в таблицу барические системы (барические максимумы и минимумы).

Барические системы	Январь	Июль
Годичные		
Сезонные		
Обратимые		

3. Оформите контурную карту «Годичные барические системы (в январе и июле)».

4. Проанализируйте распределение ветровых потоков по территории земного шара и сделайте общий вывод.

Вопросы для контроля знаний:

1. Что такое атмосферное давление?
2. Назовите единицы измерения атмосферного давления.
3. Какое атмосферное давление можно считать нормальным? Будет ли для территории Тульской области данное атмосферное давление считаться нормальным? Свою точку зрения обоснуйте.
4. Что такое изобарическая поверхность, изобары, барический минимум, барический максимум?
5. Как изменяется атмосферное давление по географической широте?
6. Чем объяснить постоянное высокое давление в полярных широтах?
7. Почему для умеренных широт северного полушария характерно господство барических максимумов и минимумов, а для южного полушария только барического минимума?
8. Чем объяснить высокое давление для субтропических широт?
9. Почему меняется распределение атмосферного давления в июле по сравнению с январём?
10. Какие факторы влияют на распределение атмосферного давления по географической широте?

11. Покажите области постоянных барических максимумов и минимумов.

12. Почему меняется география барических систем по сезонам?

13. Что такое ветер?

14. Назовите ветры общей циркуляции атмосферы. Дайте им определение.

15. Покажите на карте направление основных ветровых потоков по территории земного шара.

16. Как называются ветры, господствующие на восточной периферии материка Евразия? В субтропических широтах? В умеренных широтах? Каковы причины их возникновения? Какую погоду они приносят?

Инструкция:

1 задание

Примерный вариант, оформления работы

№ п/п	Географические широты	Январь		Июль	
		материк	океан	материк	океан
1.	Северные субполярные	1008 мб (с-в Канады, с-з Европы) 1022-1032 мб (Канадский максимум и Сибирский максимум)	998 мб (Исландский минимум) 1020 мб (северовосточные моря Евразии, море Бофорта)	1008-1012 мб	1010-1012 мб (Исландский минимум)

2 задание

1. Годичные барические системы - это максимумы и минимумы, действующие постоянно в течение всего года на определённой территории.

2. Сезонные барические системы - это максимумы и минимумы, действующие только один сезон.

3. Обратимые барические системы — это максимумы и минимумы, меняющие своё давление по сезонам. Например, на

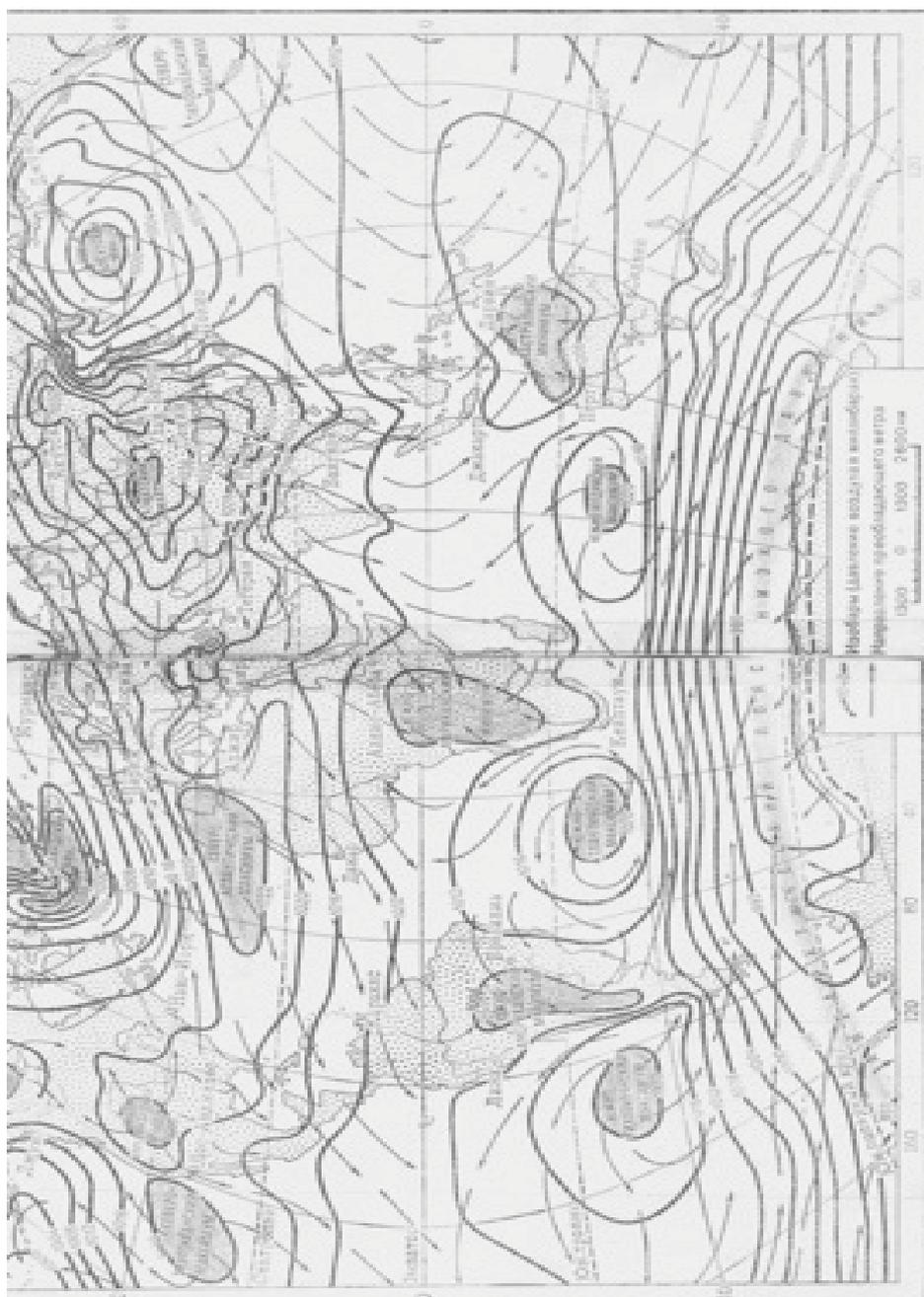
определённой территории в январе была область высоко давления, а в июле там наблюдается уже область низкого давления.

3 задание

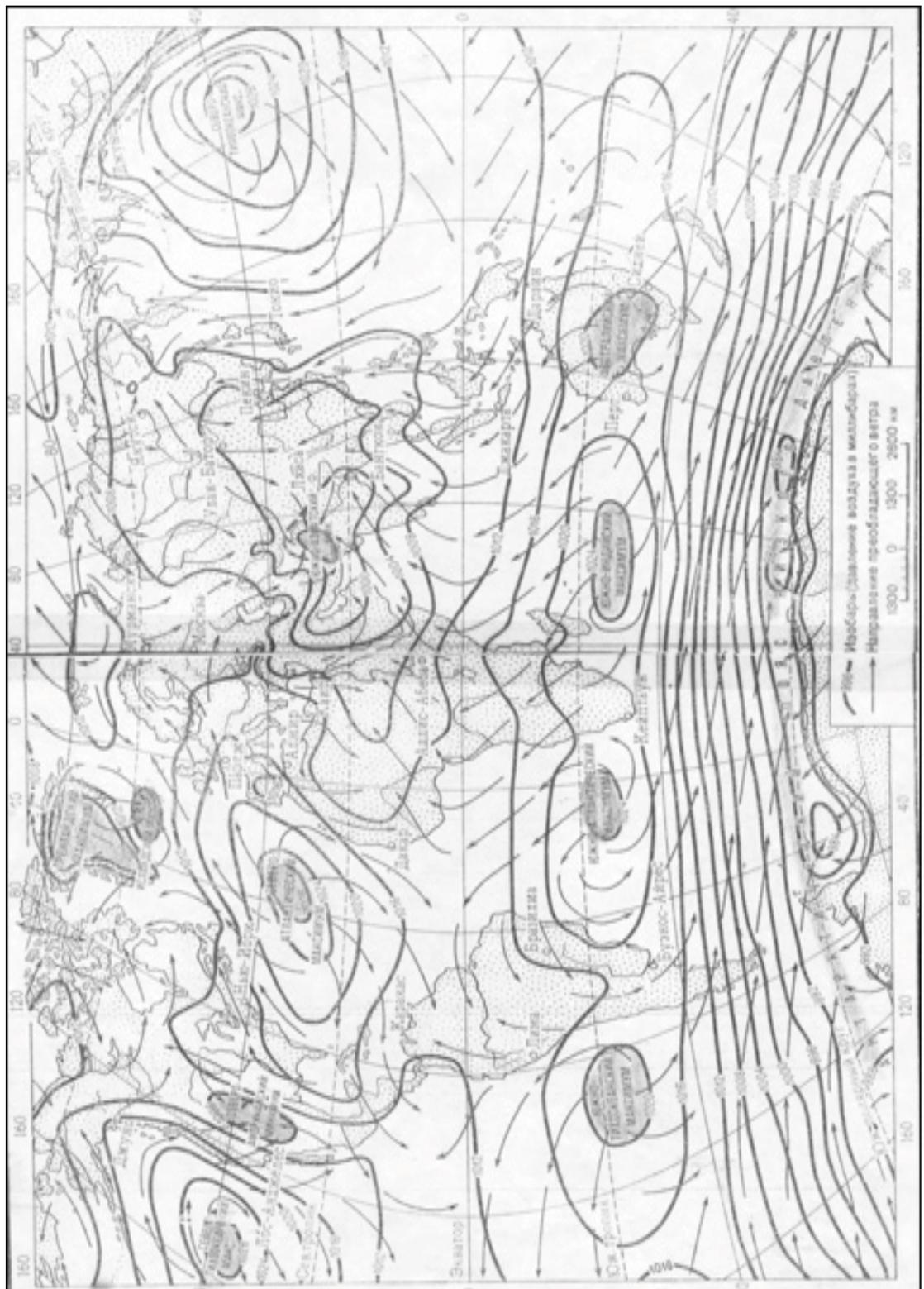
При оформлении контурной карты используйте следующую цветовую гамму: красный цвет для областей высокого атмосферного давления, синий цвет для областей низкого атмосферного давления. Распределение барических систем по сезонам к цветовой гамме можно добавить штриховку или изменить тон цвета.

4 задание

При анализе распределения ветровых потоков по территории земного шара, возьмите за основу схему общей циркуляции атмосферы.



Давление воздуха на уровне моря и ветры в январе



Давление воздуха на уровне моря и ветры в июле

Лабораторно-практическое занятие №5. «Погода»

Цели:

1. Формировать умение составлять прогноз погоды по метеоэлементам.
2. Продолжить работу над совершенствованием навыка анализа тематической карты.
3. Готовиться к полевой практике на местности.

Оборудование: синоптический код, приземная карта погоды, контурные карты регионов России (по вариантам), условные обозначения факсимильных карт, инструкция для чтения карт погоды, оформительские принадлежности.

Литература:

1. Хромов С.П., Петросяну М.А. Метеорология и климатология. М.: МГУ, 1994.
2. Савцова Т.М. Общее землеведение. - М.: Академия, 2003.

Задания:

1. Познакомьтесь с метеокодом и расположением условных знаков метеоэлементов на синоптическом коде. Запишите общие сведения в тетрадь.

2. Выпишите в тетрадь условные обозначения следующих элементов погоды: мгла, пыль в воздухе, зарница, морось, дождь, снег, дождь со снегом, гололедица, град, туман, гроза, метель низовая слабая, позёмка, изморозь, облачность на карте в баллах, скорость в м/с и направление ветра, перистые облака (нитевидные), перисто-слоистые (покрывают всё небо), перисто-кучевые (в преобладающем количестве), высокостроистые (просвечивающие), высококучевые (устойчивые), кучевые (хорошей погоды), кучево-дождевые (с шатром), слоистые, слоисто-кучевые.

3. Используя карту приземной погоды, выполните следующие задания:

- нанесите на фрагмент контурной карты погодные условия следующих объектов:

1 вариант - полуостров Крым.

2 вариант - Кольский полуостров.

3 вариант - полуостров Ямал.

- опишите погодные условия предложенных географических объектов;

- определите тип погоды

Вопросы для контроля знаний:

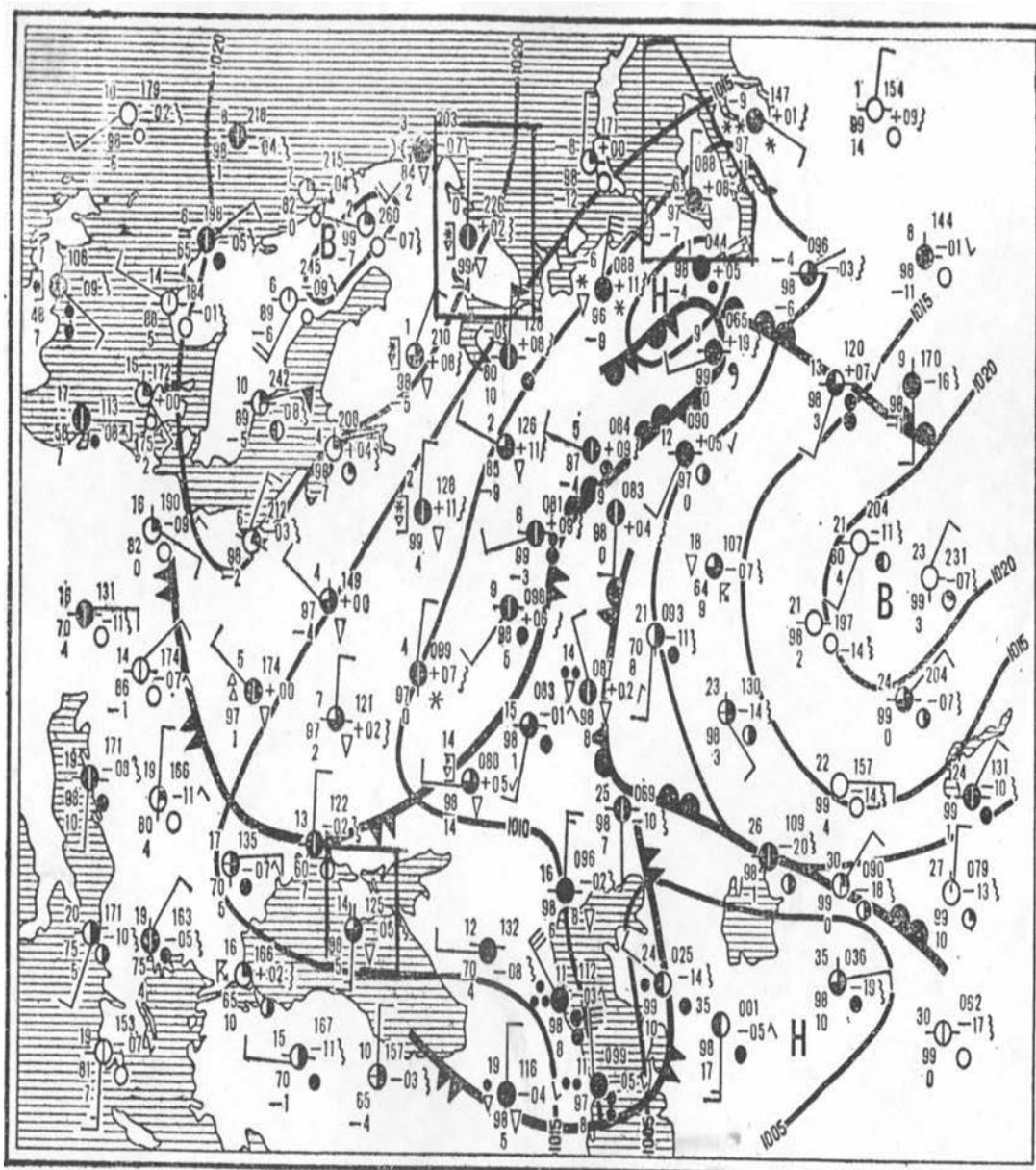
1. Что такое погода? Перечислите элементы погоды.

2. Назовите классы погод. Приведите примеры типов погоды.

3. Что такое синоптическая карта?

4. Какие типы погод характерны для умеренных широт? Укажите наиболее характерные для Москвы и Московской области.

5. Приготовьтесь к графическому диктанту по изображению метеоэлементов.



Приземная карта погоды (2 мая в 15 часов)

Условные обозначения карты погоды

Физические обозначения			Количество облаков в октавах		W погода между сроками	a характеристики барического и температурного
			N	N ₂		
С _л нижнего яруса	С _м среднего яруса	С _в верхнего яруса	○	ясно		
С _п кучевые	А _с тучки	С _т кучевисто-слоистые	⊙	1	☁️ туманная дуга	↗
С _п мощные кучевые	А _с плотные или N _с	С _т слоистые	◐	2	☁️ макрокучевые	↗
С _б "лысье"	А _с тонкие	С _т плотные с С _б	◑	3	⊕ метель	↗
С _с из С _п или С _б	А _с кочевикообразные	С _т кочевикообразные	◒	4	≡ туман	✓
С _с слоистые кучевые	А _с гряды	С _т , С _с ниже 45°	◓	5	☁️ морось	—
С _т слоистые	А _с высокие кучевые из кучевых	С _т , С _с выше 45°	◔	6	● дождь	↘
С _т разорванные слоистые	А _с , А _с плотные	С _с плотные	◕	7	✳️ снег	↘
С _с , С _п слоисто-кучевые и кучевые	А _с башенкообразные	С _с не плотные	◖	8	▽ ливневые осадки	↗
С _б кучево-дождевые	А _с халатный вид неба	С _с перистые кучевые	⊗	Небо не видно	⊕ гроза	↘

Условные обозначения направления и скорости ветра на картах погоды

Знак на карте	м/с			Знак на карте	км/ч		
	узлы	узлы	км/ч		узлы	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 одну морскую милю в час (1,853 км/ч), 1 м/с равен 3,6 км/ч

Обозначения погодных явлений на картах

()	Чистый воздух	⊖	Ледяной снег
○	Безоблачная погода	⊞	Снеговой покров
◐	Переменная облачность	⌋	Иней
☁	Перистые облака	⚠	Ледяной дождь
☁	Слоистые облака	⚡	Снежная крупа
☁	Кучевые облака	⚡	Ледяные иглы
☁	Ледяные (грозовые) облака	∇	Изморозь
☁	Пасмурная погода	⊞	Гололед
☁	Зарница	⊞	Ветер (стрелка показы- вает направление ветра, а оперение - скорость: одно перо - 4 метра в се- кунду, или 2 балла)
☁	Отдаленная гроза	⊞	Поземок
☁	Близкая гроза	⊞	Низовая метель
☁	Гроза с дождем	⊞	Метель с выпадением снега
☁	Дождь	⊞	Метель (вьюга)
☁	Ледяной дождь	⊞	Мгла
☁	Морось (очень мелкий и густой морозящий дождь)	⊞	Пыльная буря
☁	Радуга	⊞	Бурный ветер (буря)
☁	Роса	⊞	Шквал
☁	Дымка	⊞	Мираж
☁	Поземный туман	⊞	Гало вокруг Солнца
☁	Туман	⊞	Венец вокруг Солнца
☁	Ледяной туман	⊞	Столбы около Солнца
☁	Град	⊞	Полярное сияние
☁	Замерзшая вода на земле и предметах	⊞	Гало вокруг Луны
☁	Снег		
☁	Мокрый снег		

ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ЧТЕНИЯ ФАКСИМИЛЬНЫХ КАРТ

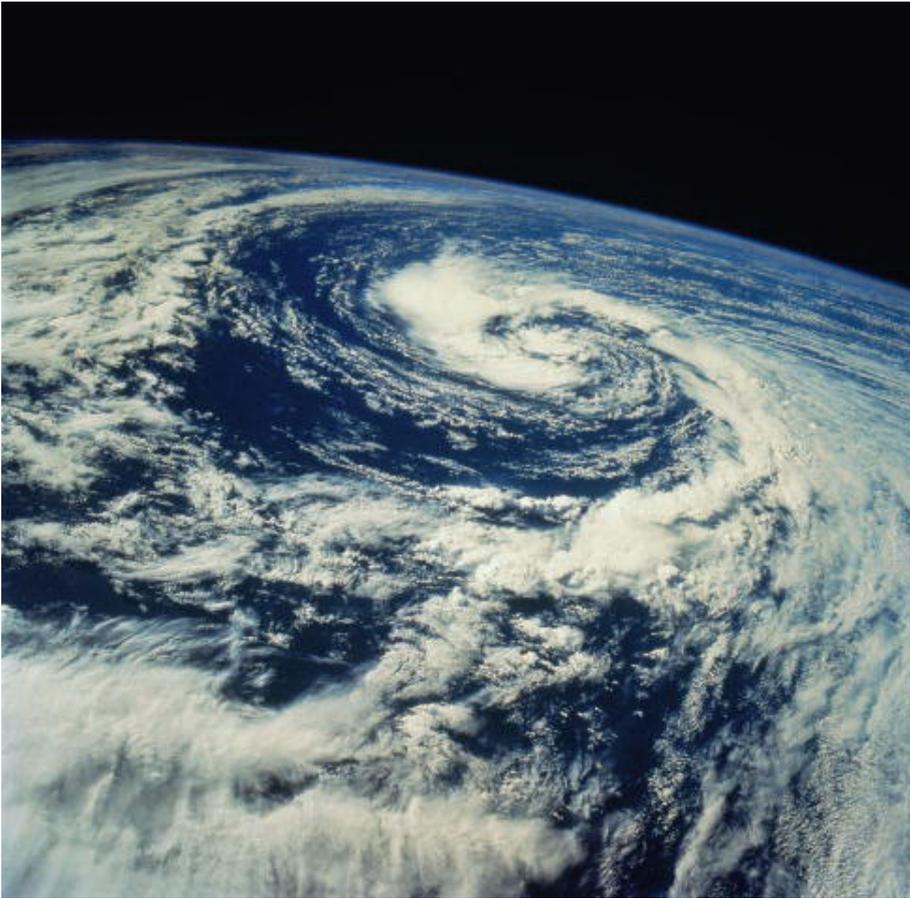
Сведения о погоде и состоянии моря, необходимые для решения вопроса о выборе курса следования или производстве работ в море, могут быть получены в виде факсимильных передач различных карт. Этот вид гидрометеорологической информации является наиболее информативным. Он характеризуется большим разнообразием, оперативностью и наглядностью.

- В настоящее время региональные гидрометеорологические центры составляют и передают в эфир большое количество самых разнообразных карт. Ниже приводится список карт, наиболее используемых для нужд мореплавания.
- Приземный анализ погоды. Карта составляется на основе приземных метеорологических наблюдений в основные сроки.
- Приземный прогноз погоды. Показывает ожидаемую погоду в указанном районе через 12, 24, 36 и 48 часов.
- Приземный прогноз малой заблаговременности. Приводится ожидаемое положение барической системы (циклонов, антициклонов, фронтов) в приземном слое на следующие 3-5 дней.
- Анализ поля волнения. Эта карта дает характеристику поля волнения по району (направление распространения волн, их высоту и период).
- Прогноз поля волнения. Показывает прогнозируемое поле волнения на 24 и 48 часов. (Направление волнения и высоту преобладающих волн).
- Карта ледовых условий. Показана ледовая обстановка в данном, районе (сплоченность, кромка льда, полыньи и другие характеристики) и положение айсбергов.
- Карты нефелометрического анализа (карты погоды по данным спутников).

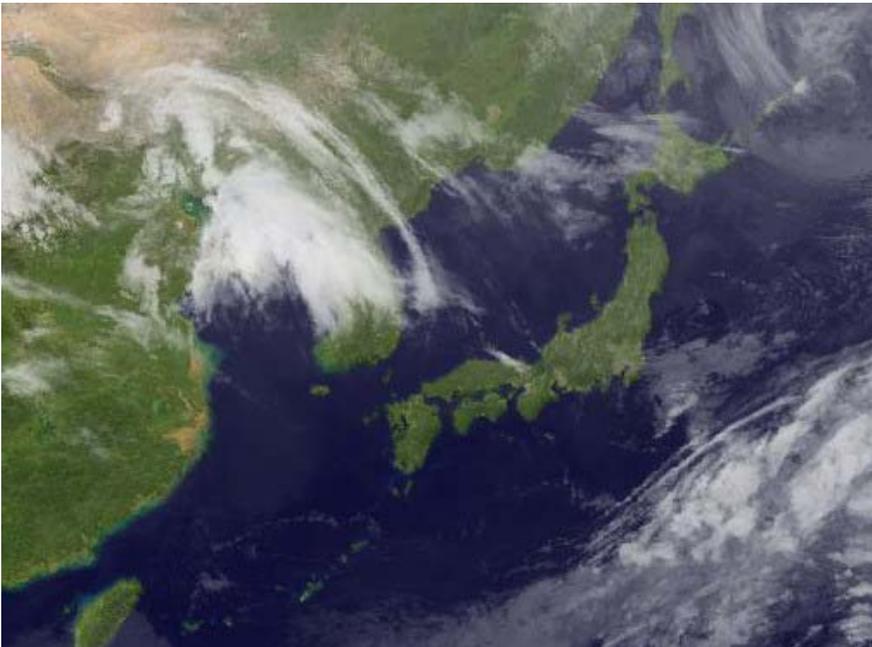
Карты погоды подразделяются на фактические и прогностические, приземные и высотные.

Карты приземного анализа содержат данные о фактической погоде в нижних слоях атмосферы. Барическое поле на этих картах представлено изобарами на уровне моря. Основные приземные карты составляют на 00.00, 06.00, 12.00 и 18.00 часов среднего Гринвичского времени.

Прогностические карты - это карты ожидающейся синоптической обстановки (12, 24, 36, 48, 72 часов). На приземных прогностических картах, дается предполагаемое барическое поле, указывается предполагаемое положение центра циклонов и антициклонов, фронтальных разделов.



Циклон



Спутниковая карта

При чтении факсимильных гидрометеорологических карт первоначальную информацию, например штурман, получает из заголовка карты. Заголовок карты содержит следующую информацию:

- тип карты;
- географический район, охватываемый картой;
- позывные гидрометеостанции;
- дата и время издания;
- дополнительные сведения.

Тип и район карты характеризуется первыми четырьмя символами, причем первые два характеризуют тип, а последующие два – район карты. Например:

- ASAS – приземный анализ (AS – analysis surface) для азиатской части (AS – Asia);
- FWPN – прогноз волнения (FW – forecast wave) для северной части Тихого океана (PN – Pacific North).

Часто встречаемые сокращения приведены ниже:

1. Карты анализа гидрометеообстановки.
 - AS – приземный анализ (Surface Analysis);
 - AU – высотный анализ (Upper Analysis) для различных высот (давлений);
 - AW – анализ волнения/ветра (Wave/Wind Analysis);
2. Прогностические карты (на 12, 24, 48 и 72 часа).
 - FS – приземный прогноз (Surface Forecast)
 - FU – высотный прогноз (Upper Forecast) для различных высот (давлений).
 - FW – прогноз ветра/волнения (Wave/Wind Forecast)
3. Специальные карты.
 - ST – ледовый прогноз (Sea Ice Condition);
 - WT – прогноз тропических циклонов (Tropical Cyclone Forecast);
 - CO – карта температуры поверхности воды (Sea Surface Water Temperature);
 - SO – карта поверхностных течений (Sea Surface Current).

Для обозначения района, охватываемого картой, обычно используются следующие сокращения:

- AS – Азия (Asia);
- AE – юго-восточная Азия
- PN – северная часть Тихого океана (Pacific North);
- JP – Япония (Japan);
- WX – экваториальный пояс (Equator zone) и т.д.

Четыре буквенных символа могут сопровождаться 1-2 цифровыми символами, уточняющими тип карты, например FSAS24 – приземный анализ на 24 часа или AUAS70 – надземный анализ для давления 700 гПа.

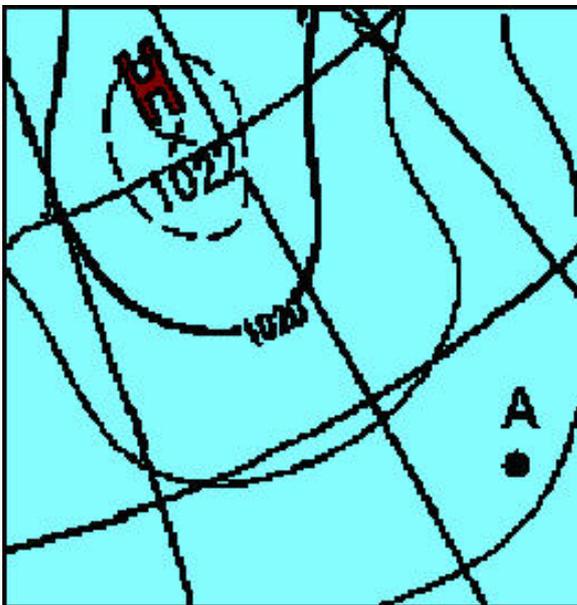
За типом и районом карты следуют позывные радиостанции, передающей карту (например, JMH – Japan Meteorological and Hydro-graphic Agency). Во второй строке заголовка указывается дата и время составления карты. Дата и время приведены к Гринвичскому или Всемирному координированному времени. Для обозначения приведенного времени используются сокращения Z (ZULU) и UTC (Universal Coordinated Time) соответственно, например, 240600Z JUN 2007 – 24 июня 2007 г., 06.00 по Гринвичу.

В третьей и четвертой строках заголовка расшифровывается тип карты и дается дополнительная информация.

Барический рельеф на факсимильных картах представлен изобарами – линиями постоянного давления. На японских картах погоды изобары проведены через 4 гек-

топаскаля для давлений, кратных 4 (например, 988, 992, 996 гПа). Каждая пятая изобара, т.е. кратная 20 гПа, проведена жирной линией (980, 1000, 1020 гПа). На таких изобарах обычно (но не всегда) подписано давление. В случае необходимости, проводятся также промежуточные изобары через 2 гектопаскаля.

Такие изобары проводятся пунктирной линией.



Барические образования на картах погоды Японии представлены циклонами и антициклонами. Циклоны обозначаются буквой L (Low), антициклоны – буквой H (High). Центр барического образования обозначен знаком «х». Рядом указано давление в центре. Стрелка возле барического образования указывает направление и скорость его перемещения.

Существуют следующие способы обозначения скорости передвижения барических образований:

- ALMOST STNR – практически неподвижный (almost stationary) – скорость барического образования менее 5 узлов;
- SLW – медленно (slowly) – скорость барического образования от 5 до 10 узлов;
- 10 KT – скорость барического образования в узлах с точностью до 5 узлов;

К наиболее глубоким циклонам даются текстовые комментарии, в которых дается характеристика циклона, давление в центре, координаты центра, направление и скорость перемещения, максимальная скорость ветра, а также зона ветров со скоростями, превышающими 30 и 50 узлов.

Пример комментария к циклону:

DEVELOPING LOW 992 hPa 56.2N 142.6E NNE 06 KT MAX WINDS 55 KT NEAR CENTER OVER 50 KT WITHIN 360 NM OVER 30 KT WITHIN 800 NM SEMICIRCULAR 550 NM ELSEWHERE

- DEVELOPING LOW – развивающийся циклон. Может также быть DEVELOPED LOW – развитой циклон;
- давление в центре циклона - 992 гПа;
- координаты центра циклона: широта - 56.2° N, долгота - 142.6° E;
- циклон движется на NNE со скоростью 6 узлов;
- максимальная скорость ветра вблизи центра циклона - 55 узлов.

Особое место на картах погоды занимает тропический циклон (ТЦ). Всемирная метеорологическая организация дает определение ТЦ как "циклон тропического происхождения малого диаметра (несколько сотен километров) с минимальным давлением у поверхности, иногда менее 900 гПа, очень сильными ветрами и проливным дождем; иногда сопровождается грозами. В нем обычно различают центральную область, или "глаз урагана", с диаметром порядка нескольких десятков километров, слабым ветром и более или менее незначительной облачностью". Фронтальные системы в тропических циклонах отсутствуют.

В Атлантике ТЦ называют ураганами, на Тихом океане - тайфунами, на севере Индийского океана - циклонами, на юге Индийского океана - арканами, у берегов Австралии - вилли-вилли.

Продолжительность существования ТЦ от 3 до 20 суток. Атмосферное давление в ТЦ от периферии к центру падает и в центре составляет 950-970 мб. Скорость ветра в среднем на удалении 150-200 миль от центра 10-15 м/с, в 100-150 милях-15-22, в 50-100 милях - 22-25 м/с, а в 30-35 милях от центра скорость ветра достигает 30 м/с.

Важным признаком приближающегося ТЦ на расстояниях до 1500 миль от центра циклона может служить появление перистых облаков в виде тонких прозрачных полос, перьев или хлопьев, которые хорошо видны при восходе и заходе Солнца. Когда эти облака кажутся сходящимися в одной точке за горизонтом, то можно считать, что на расстоянии около 500 миль от судна в направлении сходимости облаков расположен центр ТЦ.

В развитии тропический циклон проходит 4 основные стадии:

- TD – тропическая депрессия (Tropical Depression) – область пониженного давления (циклон) со скоростью ветра до 17 м/с (33 уз., 7 баллов по шкале Бофорта) с ярко выраженным центром;
- TS – тропический шторм (Tropical Storm) – тропический циклон со скоростью ветра 17 – 23 м/с (34 – 47 уз., 8 – 9 баллов по шкале Бофорта);
- STS – сильный (жестокий) тропический шторм (Severe Tropical Storm) – тропический циклон со скоростью ветра 24 – 32 м/с (48 – 63 уз., 10 – 11 баллов по шкале Бофорта);
- Т – тайфун (Typhoon) – тропический циклон со скоростью ветра более 32.7 м/с (64 уз., 12 баллов по шкале Бофорта).

Направление и скорость перемещения тропического циклона указывается в виде вероятного сектора движения и кругов вероятного положения через 12 и 24 часа. Начиная со стадии TS (тропический шторм), на картах погоды дается текстовый комментарий к тропическому циклону, а, начиная со стадии STS (сильный тропический шторм) тропическому циклону присваивается номер и имя.

Пример комментария к тропическому циклону:

T 0408 TINGTING (0408) 942 hPa 26.2N 142.6E PSN GOOD NORTH 13 KT MAX WINDS 75 KT NEAR CENTER EXPECTED MAX WINDS 85 KT NEAR CENTER FOR NEXT 24 HOUR OVER 50 KT WITHIN 80 NM OVER 30 KT WITHIN 180 NM NE-SEMICIRCULAR 270 NM ELSEWHERE

- Где:
Т (тайфун) - стадия развития тропического циклона;
- 0408 - национальный номер;
- имя тайфуна - TINGTING;
- (0408) - международный номер (восьмой циклон 2004 года);
- давление в центре 942 гПа;

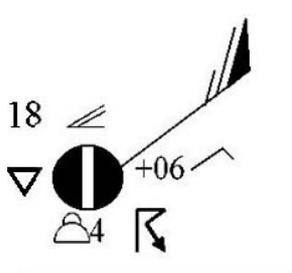
- координаты центра циклона 56.2° N 142.6° E. Координаты определены с точностью до 30 морских миль (PSN GOOD).
- Для указания точности определения координат центра циклона используются следующие обозначения:
- PSN GOOD – точность до 30 морских миль;
- PSN FAIR – точность 30 - 60 морских миль;
- PSN POOR – точность хуже 60 морских миль;
- движется на NORTH со скоростью 13 узлов;
- максимальная скорость ветра 75 узлов вблизи центра;
- ожидаемая максимальная скорость ветра 85 узлов на следующие 24 часа.

На картах погоды также указываются опасные для навигации явления в виде гидрометеорологических предупреждений. Виды гидрометеорологических предупреждений:

- **[W]** – предупреждение о ветре (Warning) со скоростью до 17 м/с (33 узлов, 7 баллов по шкале Бофорта);
- **[GW]** – предупреждение о сильном ветре (Gale Warning) со скоростью 17 – 23 м/с (34 – 47 узлов, 8 – 9 баллов по шкале Бофорта);
- **[SW]** – предупреждение о штормовом ветре (Storm Warning) скоростью 24 – 32 м/с (48 – 63 узлов, 10 – 11 баллов по шкале Бофорта);
- **[TW]** – предупреждение об ураганном ветре (Typhoon Warning) со скоростью более 32 м/с (более 63 узлов, 12 баллов по шкале Бофорта).
- **FOG [W]** - предупреждение о сильном тумане (FOG Warning) с видимостью менее 1/2 мили. Границы района предупреждения обозначаются волнистой линией. Если район предупреждения невелик, границы его не указываются. В этом случае считается, что район занимает прямоугольник, описанный вокруг надписи предупреждения.

Нанесение гидрометеорологических данных на карты погоды производится по определенной схеме, условными знаками и цифрами, вокруг кружка, обозначающего местоположение гидрометеостанции или судна.

Пример информации от гидрометеостанции на карте погоды:



		<i>dd</i>	<i>ff</i>
	C _H		
TT	C _M	PPP	
ww	N	pp	a
<i>W</i>	C _L N _b	w	

В центре находится круг, изображающий гидрометеостанцию. Штриховка круга показывает общее количество облаков (N):

Знак	Значение	Знак	Значение
	Облаков нет		6 баллов
	1 балл, не менее		7 – 8 баллов
	2 – 3 балла		9 и более баллов, есть просветы
	4 балла		10 баллов, просветы отсутствуют
	5 баллов		Небо не видно

dd - направление ветра, обозначается стрелкой, идущей к центру кружка станции со стороны, откуда дует ветер.

ff - скорость ветра, изображается в виде оперения стрелки следующими символами:



- малое перо соответствует скорости ветра 2,5 м/с;



- большое перо соответствует скорости ветра 5 м/с;



- треугольник соответствует скорости ветра 25 м/с.

При отсутствии ветра (штиль) символ станции изображается двойным кружком.

VV- горизонтальная видимость, показываемая цифрой кода по следующей таблице:

Код	VV, км.								
90	<0,05	92	0,2	94	1	96	4	98	20
91	0,05	93	0,5	95	2	97	10	99	>50

PPP – атмосферное давление в десятых долях гектопаскаля. Цифры тысяч и сотен гектопаскалей опускаются. Например, давление 987,4 гПа наносится на карту как 874, а 1018,7 гПа как 187. Знак “xxx” указывает, что давление не измерялось.

TT – температура воздуха в градусах. Знак “xx” указывает, что температура не измерялась.

N_n - количество облаков нижнего яруса (C_L), а при их отсутствии количество облаков среднего яруса (C_M), в баллах.

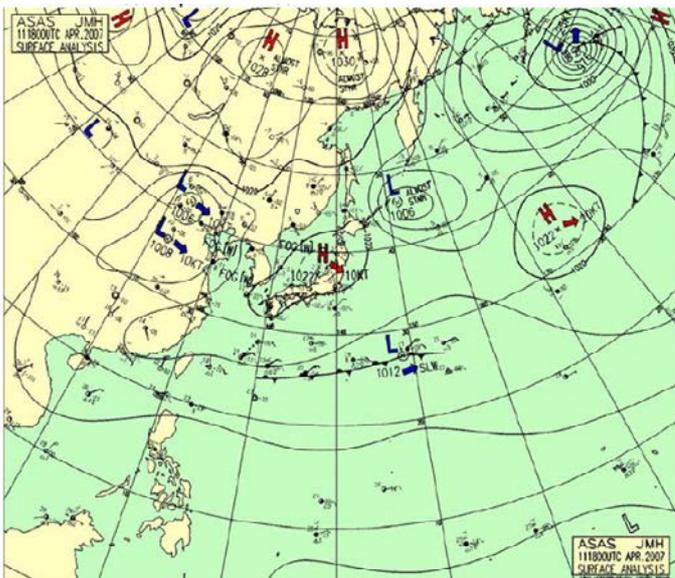
C_L, C_M, C_H - форма облаков нижнего (Low), среднего (Middle) и верхнего (High) ярусов, соответственно.

pp - величина барической тенденции за последние 3 часа, выражается в десятых долях гектопаскаля, знак "+" или "-" перед pp означает соответственно повышение или понижение давления за последние 3 часа.

a - характеристика барической тенденции за последние 3 часа, обозначается символами, характеризующими ход изменения давления.

w - погода между сроками наблюдений.

ww - погода в срок наблюдения.



Карта приземного анализа погоды для азиатского района

Лабораторно-практическое занятие № 6. «Климат»

- Цели:**
1. Продолжать работу по формированию климатологических знаний.
 2. Сформировать представление о географии климатических поясов и областей земного шара.
 3. Формировать умения систематизировать географическую информацию в процессе аналитической работы различных источников знаний.

Оборудование: климатические диаграммы городов, атлас 8 класса, климатическая карта мира, контурная карта мира (полушарий), оформительские принадлежности.

Литература:

5. Хромов С.П., Петросяну М.А. Метеорология и климатология. М.: МГУ, 1994.
6. Савцова Т.М. Общее землеведение. М.: Академия, 2003.

Задание:

1. Оформите контурную карту «Климатические пояса и области (типы климата) земного шара», используя атлас 7 кл.
2. Дайте характеристику каждого климатического пояса и типов климата, заполнив следующую таблицу:

Характеристика климатического пояса	Материковый тип климата	Океанический тип климата	Тип климата западного побережья	Тип климата восточного побережья
Полярный				
Субполярный				
Умеренный				
Субтропический				
Тропический				
Субэкваториальный				
Экваториальный				

3. Укажите для каждого климатического пояса господствующие воздушные массы и климатологические фронты по сезонам.

4. Постройте (по заданию преподавателя) климатическую диаграмму и проведите её анализ.

Вопросы для контроля знаний:

1. Назовите основные факторы климатообразования.
2. Что такое климатический пояс, тип климата? Какой признак положен в основу классификации климатов земного шара Б.П. Алисовым?
3. Назовите основные признаки основного и переходного климатических поясов. Покажите основные и переходные климатические пояса земного шара (по заданию преподавателя). Дайте краткую характеристику.
4. Назовите основные типы климата для каждого климатического пояса.
5. Назовите план характеристики климатической диаграммы.

Инструкция:

1. Климатическая диаграмма несет следующую информацию: высота географического объекта, график годового хода температуры, диаграмма годового хода осадков, среднее значение количества осадков.

2. План характеристики климатической диаграммы:

2.1. Нахождение предложенного географического объекта на карте мира и оценка его географического положения.

2.2. Отмечается высота географического объекта над уровнем моря.

2.3. Анализ графика хода температуры:

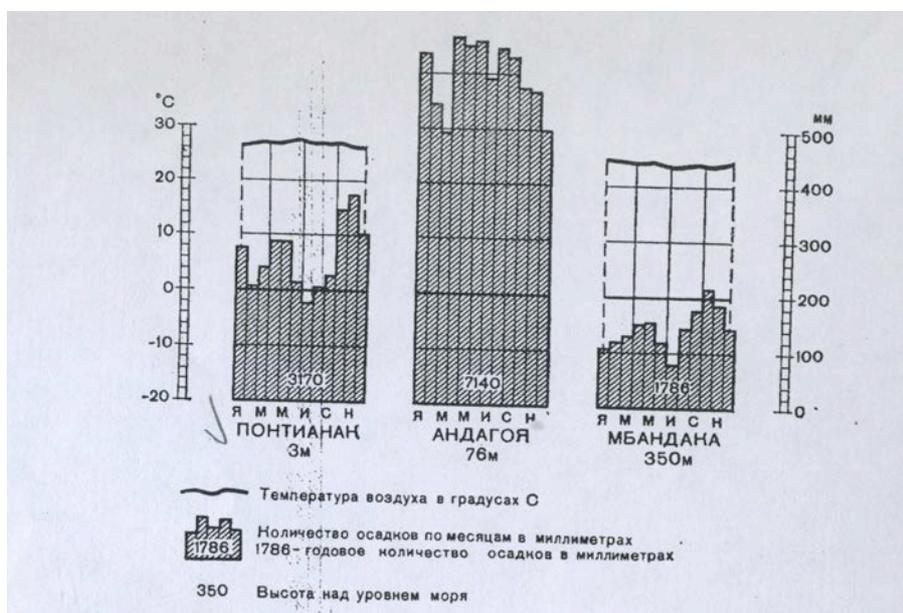
- определяется максимальная температура (значение, месяц), минимальная температура (значение, месяц), амплитуда, средняя температура, тип годового хода температуры.

- определяются причины, обуславливающие данный ход температуры.

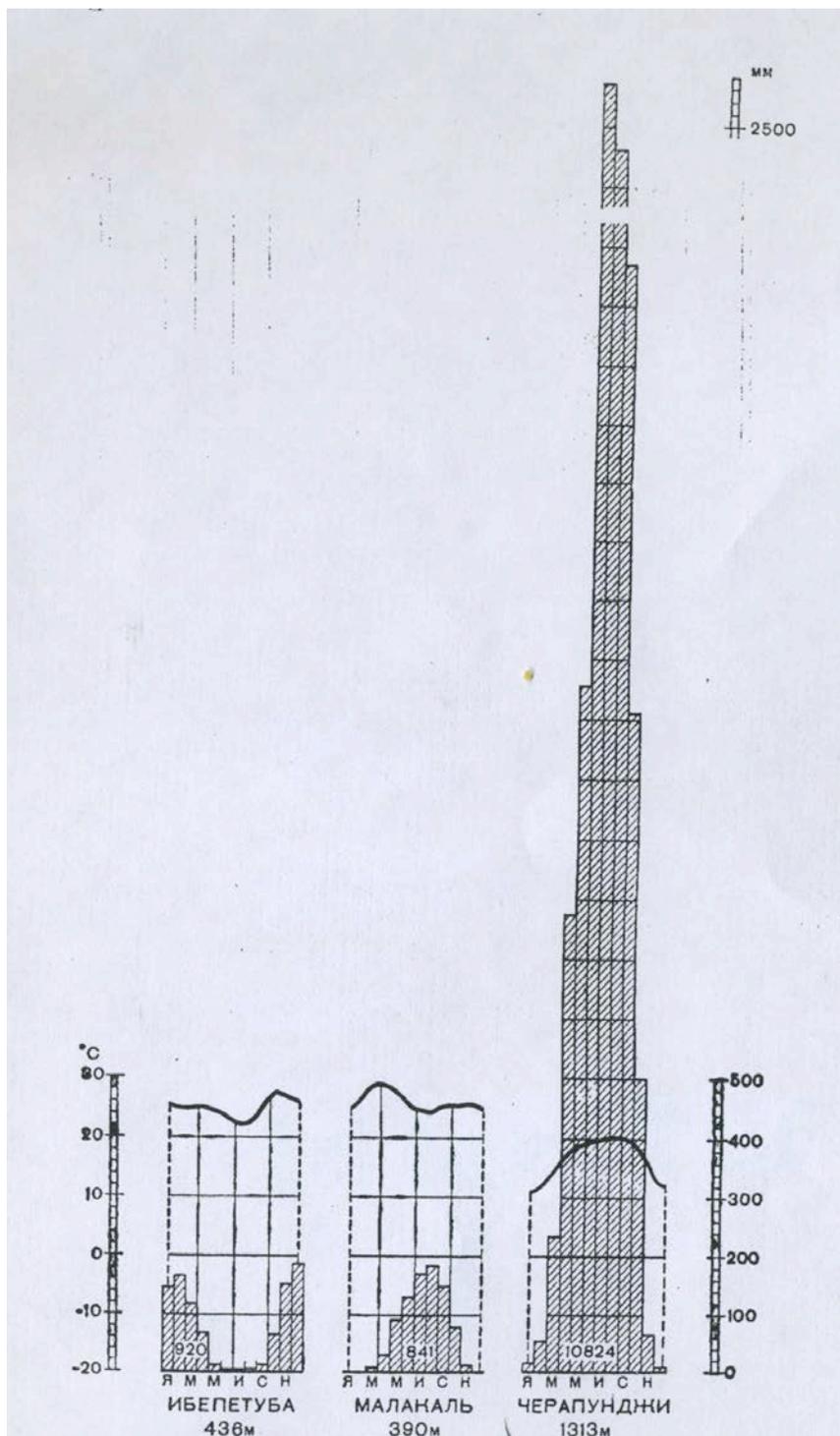
2.4. Анализ диаграммы осадков:

- определяется среднегодовое количество осадков, максимальное количество осадков (значение, месяц), минимальное количество осадков (значение, месяц).
- определяются причины, объясняющие наблюдаемые закономерности.

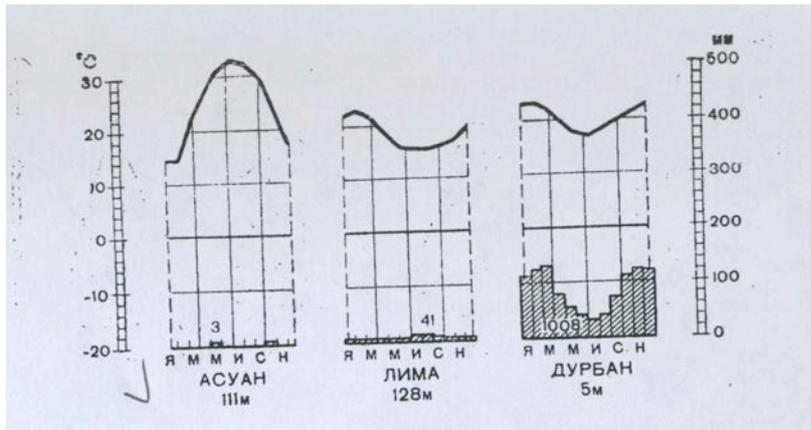
Определяется тип климата и климатический пояс для данного города.



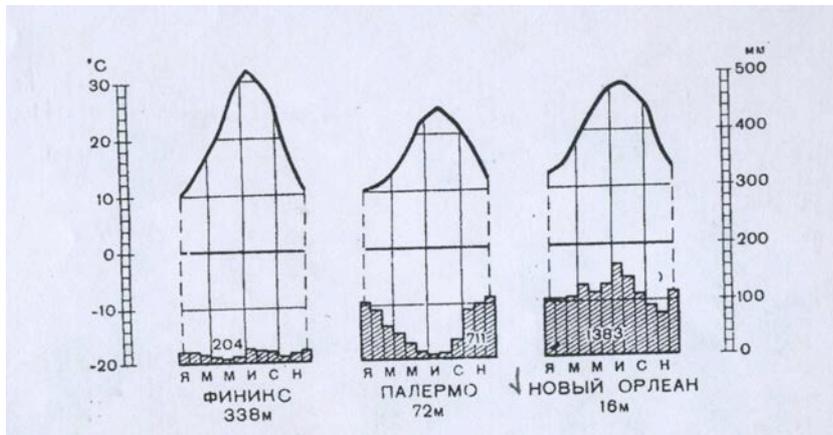
Графики изменения температуры воздуха и количества выпадающих осадков в течение года в экваториальном поясе



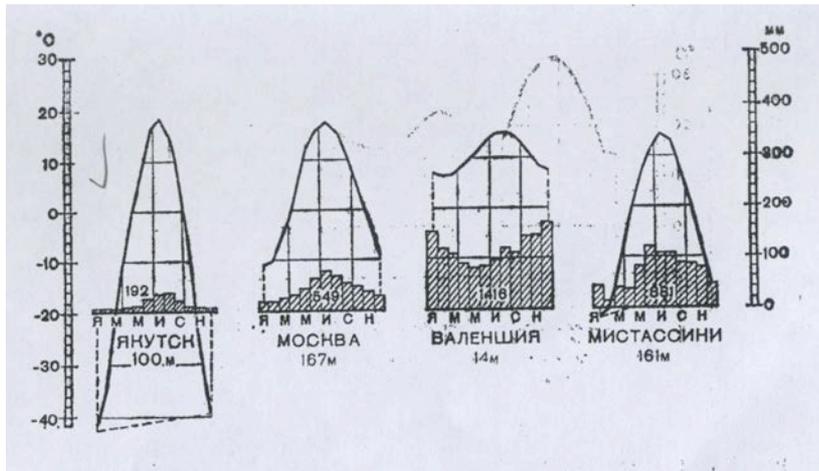
Графики изменения температуры воздуха и количества выпадающих осадков в течение года в субэкваториальном поясе



Графики изменения температуры воздуха и количества выпадающих осадков в течение года в главных типах климата тропического пояса



Графики изменения температуры воздуха и количества выпадающих осадков в течение года в главных типах климата субтропического пояса



Графики изменения температуры воздуха и количества выпадающих осадков в течение года в главных типах климата умеренного пояса

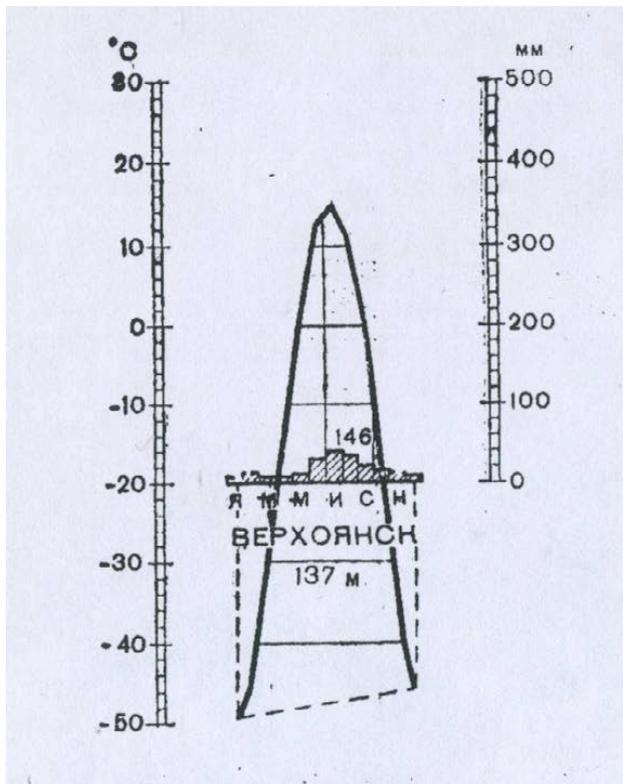


График изменения температуры воздуха и количества выпадающих осадков в течение года в субарктическом поясе

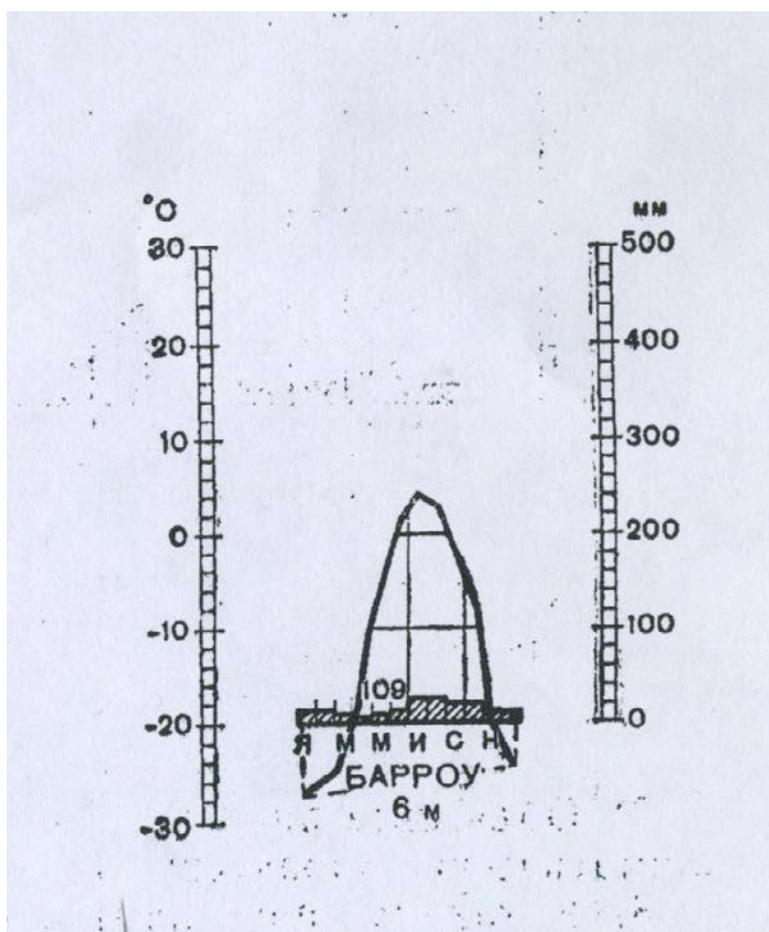
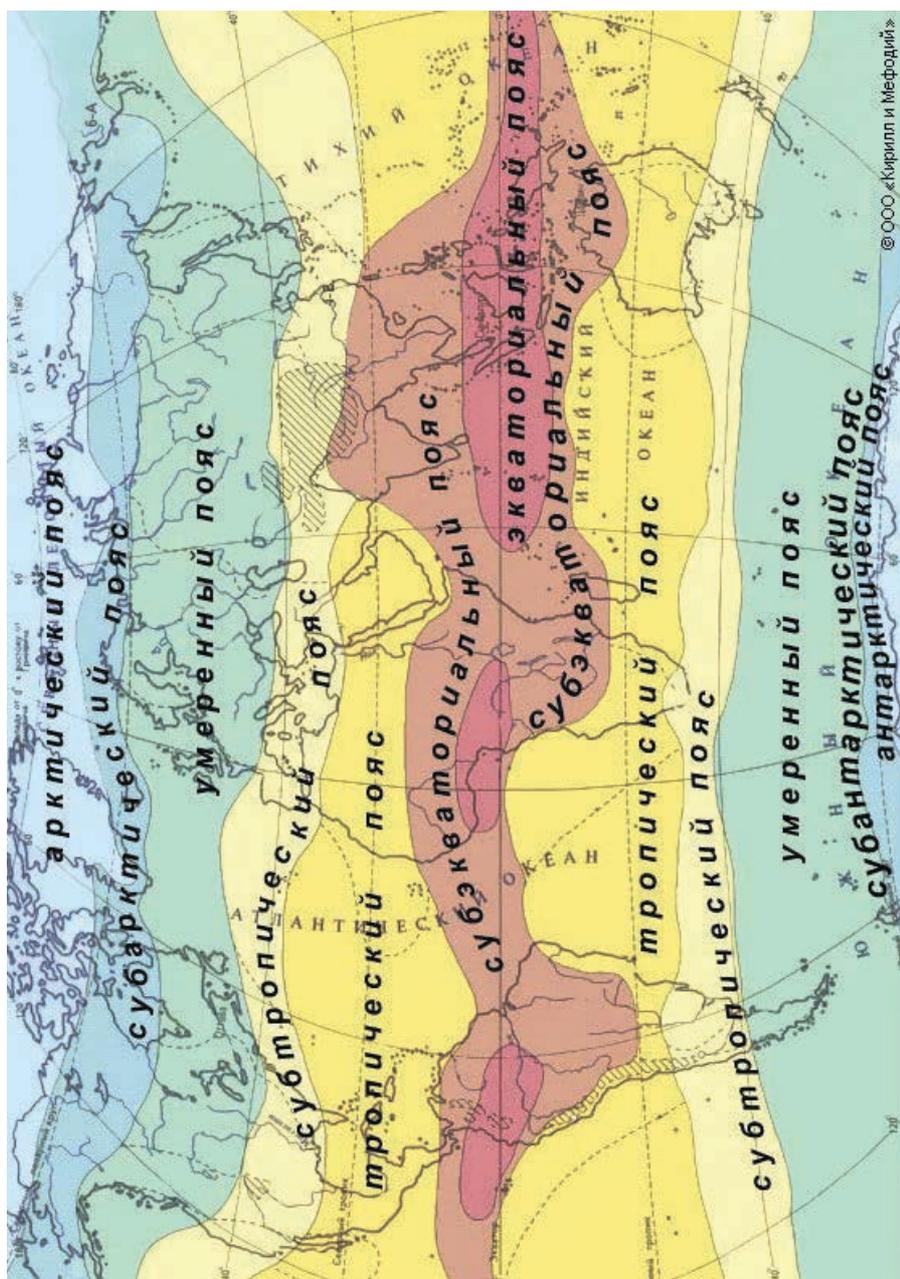


График изменения температуры воздуха и количества осадков в течение года в арктическом поясе



Климатические пояса Земли

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОЯСА ЗЕМЛИ

По Б. П. Алисову

Климатические пояса	Преобладающие воздушные массы в июне — августе	Фронты	Преобладающие воздушные массы в декабре — феврале	Примечания
Арктический	АВ		АВ	
Субарктический	ВУШ	АФ	АВ	
Умеренный	ВУШ		ВУШ	
Субтропический	ТВ	ПФ	ВУШ	
Тропический	ТВ		ТВ	
Субэкваториальный	ТВ, ЭВ		ТВ, ЭВ	Муссоны, четко выраженные влажный и сухой периоды
Экваториальный	ЭВ	ТФ	ЭВ	Высокая влажность, перемещение тропического фронта
Субэкваториальный	ТВ, ЭВ		ТВ, ЭВ	Муссоны, влажный и сухой сезоны, выражены не очень четко
Тропический	ТВ		ТВ	
Субтропический	ВУШ	ПФ	ТВ	
Умеренный	ВУШ		ВУШ	
Субантарктический	АнтВ	АнтФ	ВУШ	
Антарктический	АнтВ		АнтВ	

Обозначения. Воздушные массы: АВ — арктический воздух, ВУШ — воздух умеренных широт, ТВ — тропический воздух, ЭВ — экваторальный воздух, АнтВ — антарктический воздух. Атмосферные фронты: АФ — арктический фронт, ПФ — полярный фронт, ТФ — тропический фронт, АнтФ — антарктический фронт.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

- *Хромов С.П., Петросянц М.А.* Метеорология и климатология. 4-е изд. М: МГУ, 1994. 455 с.
- *Волошина А.П., Евневич Т.В., Земцова А.И.* Руководство к лабораторным занятиям по метеорологии и климатологии / Под ред. С.П. Хромова. М.: МГУ, 1975. 289 с.
- *Савцова Т.М.* Общее землеведение. М.: Академия, 2003. 265 с.

Дополнительная литература:

- *Будыко М.И.* Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 352 с.
- *Груза Г.В., Ранькова З.Я.* Структура и изменчивость наблюдаемого климата: Температура воздуха Северного полушария. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 71 с. (Новости и проблемы науки).
- *Дроздов О.А.* Засухи и динамика увлажнения. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 96 с.
- *Кароль И.Л.* Введение в динамику климата Земли Л.: Гидрометеиздат, 1988. 215с.
- *Кондратьев К.Я., Прокофьев М.А.* Физические основы прогноза климата на срок от одного месяца до нескольких десятилетий // Итоги науки и техники / ВИНТИ. Метеорология и климатология. Т.2. М., 1983. 66 с.
- *Монин А.С., Шишков Ю.А.* История климата. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 408 с.
- *Полтараус Б.В., Кислов А.В.* Климатология. М.: МГУ, 1986. 144 с.
- Программа исследования взаимодействия атмосферы и океана в целях изучения короткопериодных изменений климата (Программа «Разрезы») / Под ред. Г.И. Марчука. М., 1983. 57с.
- Атлас облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 267 с.
- *Широкова В.А., Фролова Н.Л.* Вода: океаны и моря, реки и озера: энциклопедия. М.: Олма Медиа Групп, 2012. 304 с: ил.

- *Широкова В.А.* Гидросфера. Водная оболочка земли. Загляни в каплю вода, ты увидишь весь мир! Lambert Academic Publishing, 2012. 120 с.

Интернет-ресурсы

1. www.mcx.ru - Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
2. www.meteoinfo.ru – Официальный сайт Гидрометцентра России
3. www.mosmeteo.hmn.ru - Метеобюро Москвы и Московской области
4. www.mnr.gov.ru – Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ