

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НАД ТЕРРИТОРИЕЙ  
АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО СЕКТОРА КАСПИЙСКОГО МОРЯ****Г.И.КУЛИЕВ, С.Г.САФАРОВ**  
*Национальная Академия Авиации*

*В статье рассматриваются вопросы вертикального распределения характеристик температуры воздуха, которые играют важную роль при метеорологическом обеспечении полетов авиации. Для этого использованы суточные данные вертикального зондирования атмосферы на аэрологической станции Маштага в течение 2004-2006-х годов. Были вычислены средние месячные температуры воздуха от поверхности земли до высоты 12000 м, а также исследованы особенности вертикальных градиентов температуры воздуха.*

Полеты воздушных судов, которые основаны на использовании законов аэродинамики, происходит в атмосферной среде, поэтому физические характеристики ее состояния оказывают существенное влияние на эксплуатационные характеристики летательных аппаратов. Примером может служить тот факт, что полная аэродинамическая сила, которая действует на летательные аппараты, прямо пропорциональна плотности воздуха, а скорость полета на постоянной высоте изменяется от распределения температуры и давления воздуха на уровне полета.

Практика полетов современных воздушных судов на больших высотах свидетельствуют о том, что изменение температуры воздуха на 20-30 °С приводит к изменению воздушной скорости на 50 км/ч и более. С изменением температуры воздуха по высоте связаны процессы обледенения воздушных судов, здесь наблюдаются температурные инверсии, обуславливающие в какой-то мере вертикальные сдвиги ветра и появления атмосферной турбулентности. Поэтому, для планирования полетов воздушных судов на малых и больших высотах важное значение имеет исследование особенностей вертикального распределения температуры воздуха в различные периоды года над Каспийским сектором Азербайджана. При метеорологическом обеспечении деятельности авиации эти факторы и другие факторы обуславливают исследование вертикальной изменчивости основных физических характеристик атмосферы для разработки научно обоснованных рекомендаций по безопасности полетов воздушных судов.

Исходя из вышесказанного, нами исследованы особенности временного распределения по высоте характеристик температуры воздуха над азербайджанским сектором Каспийского моря для более качественного метеорологического обеспечения деятельности авиационной техники.

Исходным материалом исследований послужили данные аэрологических наблюдений, которые проводились на аэрологической станции Маштага в тече-

ние 2004-2006-х годов. Весь процесс, начиная от запусков аэрологических зондов до приема информации и их полной обработки осуществлялся с помощью **аэрологического вычислительного комплекса «АВК-1 ТИТАН»**, который состоит из приемопередаточной, антенно-фидерной систем, систем определения координат, управления антенн локатора, автоматического контроля и отображения информации, а также вычислительной и управляющей системы [3]. Наблюдения проводились в 03 часа ночи. Естественно, что полученные оценки будут полностью репрезентативными для ночных и утренних часов по всей рассматриваемой высоте атмосферы. Здесь возникает проблема репрезентативности полученных результатов для дневных и вечерних часов суток.

Из метеорологических исследований суточного хода рассматриваемых основных физических характеристик атмосферы известно, что их наиболее значимая суточная амплитуда распространяется от приземного слоя до некоторой высоты. Естественно, что эти высоты для различных элементов будут разными.

Многочисленные исследования показывают, что на высоте 300 м над сушей амплитуда суточного хода температуры составляет около половины амплитуды у земной поверхности, а на высоте 1 км суточная амплитуда температуры над сушей равна 1-2 °С, на высоте 2-5 км -0,5-1,0 °С. Над морем же суточная амплитуда температуры несколько растет с высотой в нижних километрах, но все же остается малой по сравнению над сушей [4].

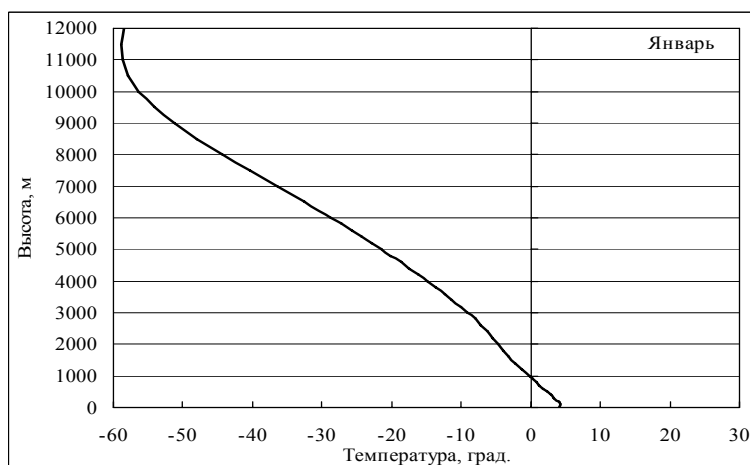
Как показывают данные табл.1 и рис.2, в зимнем сезоне температура воздуха от поверхности суши до высоты 12000 м меняется от 4,1-5,1 °С до 56,2-58,4 °С. при этом отрицательные температуры проявляют себя на высоте 1000 м в январе и на высоте 2000 м в декабре и феврале.

Весной в марте и апреле на высоте 1200 м температура все еще сохраняется на уровне зимней температуры. В мае температура воздуха меняется от 15,2 °С у земли до -51,6 °С до высоты 12000 м. Отрицательные температуры уже наблюдаются на высоте 3000 м в марте и апреле, а на высоте 4000 м – в мае.

Таблица 1

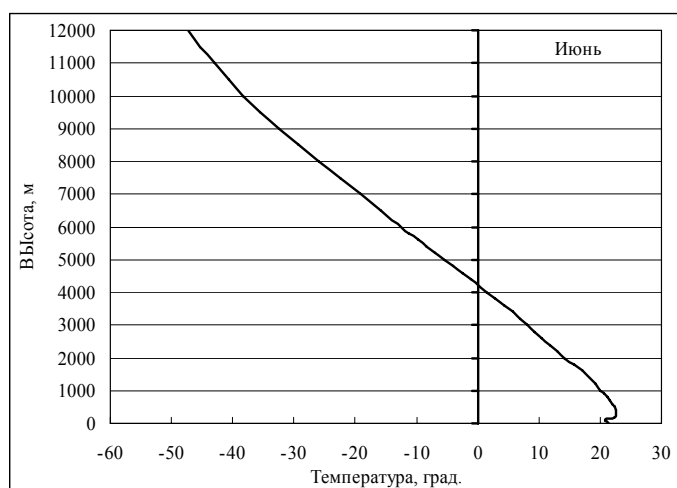
**Вертикальное распределение температуры воздуха по месяцам, °С**

Высота, м	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	4	4	7	10	15	21	21	24	20	16	11	5
1000	0	2	5	9	14	20	20	22	18	13	7	1
2000	-5	-3	3	6	8	14	15	17	12	9	2	-3
3000	-9	-8	-3	-1	2	8	8	11	7	4	-4	-9
4000	-15	-15	-10	-8	-5	2	2	4	0	-3	-10	-15
5000	-22	-22	-17	-14	-12	-5	-4	-3	-7	-10	-16	-21
6000	-29	-29	-24	-22	-18	-12	-9	-11	-14	-16	-23	-28
7000	-36	-36	-31	-29	-25	-19	-16	-17	-21	-24	-30	-35
8000	-44	-44	-39	-36	-33	-26	-22	-24	-28	-31	-38	-43
9000	-51	-51	-47	-44	-41	-32	-28	-30	-35	-39	-45	-50
10000	-56	-55	-54	-51	-48	-38	-33	-36	-42	-47	-51	-55
11000	-59	-57	-58	-56	-51	-43	-38	-41	-47	-53	-55	-57
12000	-58	-56	-58	-57	-52	-47	-43	-46	-51	-58	-57	-57



**Рис.1.** Вертикальное распределение температуры воздуха в январе.

В летние месяцы температура воздуха у земли составляет 20,9 – 24,1 °С, а на высоте 12000 м меняется в пределах -43,3 - -47,3 °С. Отрицательные температуры наблюдаются в слое 4000-5000 м (табл.1, рис.2).



**Рис.2.** Вертикальное распределение температуры воздуха в июне.

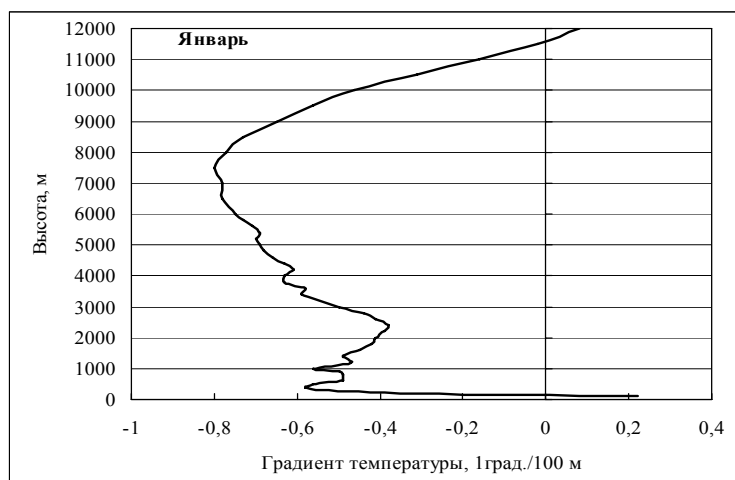
В сентябре, несмотря на то, что температура воздуха у земли высокая, на высоте 12000 м она более интенсивно снизилась по сравнению с летними данными ( $-51,0^{\circ}\text{C}$ ). В октябре и ноябре температура воздуха на этой высоте примерно одинакова ( $-57,2 - 57,6^{\circ}\text{C}$ ). Отрицательные температуры в сентябре наблюдались выше слоя 4000-5000 м, в октябре – 3000-4000 м, в ноябре – 2000-3000 м (табл.2).

Средние аэроклиматические данные показывают, что вертикальный градиент температуры в тропосфере составляет  $\approx 0,65^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . В реальных же атмосферных условиях происходят значительные отклонения от среднего градиента, зависящие от высоты над поверхностью Земли, времени года, времени суток и погодных условий.

Литературные данные также показывают, что средние градиенты температуры до высоты 1500-2000 м в низких и особенно умеренных географических широтах малы, но одновременно они отличаются большей изменчивостью в связи с большим контрастом между нагреванием и охлаждением поверхности земли [2].

Для оценки интенсивности вертикального распределения температуры воздуха над Абшеронским полуостровом нами рассчитаны их вертикальные градиенты, которые представлены в графической форме.

В январе только в слое 0-100 м наблюдался положительный градиент, далее в слое 200-2500 м отмечены уменьшающиеся отрицательные градиенты в пределах  $-0,31 - -0,39^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . В слое 2600-7500 м абсолютные по величине градиенты температуры увеличились от  $-0,41$  до  $-0,80^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . В слое 8000-11500 м абсолютные по величине градиенты уменьшились от  $-0,75$  до  $0,08^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  (рис.3).



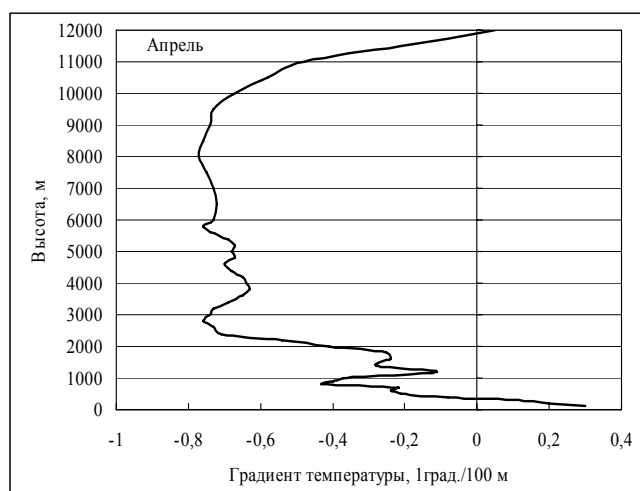
**Рис.3.** Распределение градиента температуры воздуха по высоте в январе.

В середине весеннего сезона в интенсивности вертикального распределения температуры воздуха наблюдалась совершенно другая картина по сравнению с зимним сезоном. В апреле в слое 0-3000 м интенсивность изменения тем-

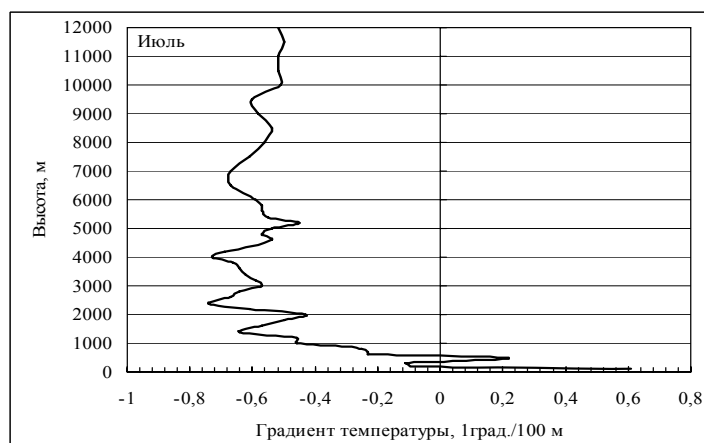
пературы носит очень сложный характер. Как видно из рис.4, положительные градиенты отмечены в слое 0-300 м, далее наблюдаются отрицательные градиенты. В слое 900-1200 м отмечается снижение абсолютного значения градиента, потом до уровня 2800 м также быстро возрастает. В слое 3000-9500 м вертикальные градиенты температуры изменились в очень узком диапазоне (-0,63 - -0,77 °C). В слое 10000-12000 м абсолютные величины градиента уменьшились с 0,67 до 0,05 °C/100 м.

В июле наиболее существенные по абсолютной величине изменения вертикальных градиентов температуры наблюдались в слое 0-2400 м, далее до высоты 12000 м отмечены относительно небольшие изменения (рис.5).

Для выявления особенностей интенсивности вертикального распределения температуры воздуха в отдельные дни нами рассмотрены данные аэрологического зондирования, произведенного 25 июля 2004 года.

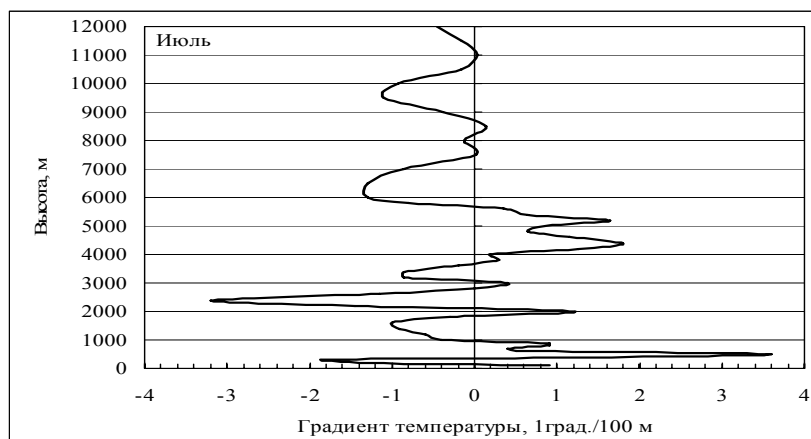


**Рис.4.** Распределение градиента температуры воздуха по высоте в апреле.



**Рис.5.** Распределение градиента температуры воздуха по высоте в июле.

Как видно из рис.6, в результате сложных атмосферных процессов на различных высотах над Каспийским морем и Абшеронским полуостровом отмечались то положительные, то отрицательные градиенты, причем абсолютные по величине изменения по высоте были очень существенными. Например, если в слое 0-200 м его значение равнялось примерно  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ , то в слое 300-500 м он уже составлял  $+3,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  и подобные отклонения происходили до высоты 6000 м, а менее значительные – от 6000 до 12000 м.



**Рис.6.** Распределение градиента температуры воздуха по высоте 25.07.2004г.

Обобщая результаты исследования распределения вертикальных градиентов по высоте можно сказать, что все эти особенности представляют собой термические неоднородности слоев атмосферы. Эти факторы, а также сложные орографические особенности подстилающей поверхности, в частности, наличия береговой черты в районе Абшерона могут являться и очень часто являются причинами болтанки воздушных судов при безоблачном небе на малых высотах в летнем периоде. Интенсивность болтанки подобного происхождения по данным различных исследований обычно не превышает умеренной. Эти процессы могут происходить на высотах 100-200 м. Иногда может наблюдаться и сильная болтанка. Учитывая полученные нами результаты по термической неоднородности нижних слоев атмосферы над Абшероном и литературные данные [1], можно сказать, что средняя толщина слоя термической болтанки составляет примерно 1500 м.

Результаты различных исследований показывает, что летом днем над водной поверхностью турбулентность и тем самым вероятная болтанка развита слабее, чем над сушей, а ночью наоборот, и резкое усиление болтанки особенно наблюдается вдоль береговой линии [1], что подтверждаются нашими результатами и достоверными сообщениями пилотов самолетов, совершающих предпосадочную подготовку, т.е. выхода на глиссаду со стороны моря на ВПП международного аэропорта Гейдар Алиев.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Иванов В.Х., Литвинов В.И. Синоптическая и авиационная метеорология. Ч. 2. – Синоптическая метеорология. – М.: Воениздат. -1985. -267с.; 2. Пинус Н.З., Шметер С.М. Аэрология. –Л.: Гидрометеиздат. –1965. –351с.; 3. Расулов Р.А. Аэрология (наставление). – Изд-во «МБМ». – Баку. -2006. -198 с.; 4. Хромов С.П. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ. -1994. -455с.

#### **XƏZƏR DƏNİZİNİN AZƏRBAYCAN SEKTÖRÜNÜN ƏRAZİSİ ÜZƏRİNDƏ TEMPERATURUN ŞAQLI PAYLANMASININ TƏDQIQATI**

**Q.İ.QULİYEV, S.Q.SƏFƏROV**

#### **XÜLASƏ**

Məqalədə aviasiya uçuşlarının meteoroloji təminatında vacib rol oynayan havanın temperaturunun şaquli paylanması məsələlərinə baxılır. Müvafiq tədqiqatlar aparmaq üçün Maştağa aeroloji stansiyasının atmosferin şaquli zondlaşdırılmasının 2004-2006-cı illər üzrə sutkalıq məlumatlarından istifadə edilmişdir. Atmosferin müxtəlif hündürlükləri (12000 m-ə qədər) üçün orta aylıq temperaturları və şaquli temperatur qradientləri hesablanmış və qiymətləndirilmişdir.

#### **THE STUDY OF THE VERTICAL SHARING THE AIR TEMPERATURE ON THE TERRITORY OF THE AZERBAIJANI SECTOR OF CASPIAN SEA**

**G.I.KULIYEV, S.H.SAFAROV**

#### **SUMMARY**

In this article are considered questions of the vertical sharing the features of the air temperature, which play the important role under meteorological provision flight to aviations. Daily allowance of the given vertical flexing of atmosphere is used for this of the Mashtaga station during 2004-2006-th years. The average monthly air temperatures were calculated from surface of the land before height 12000 m, as well as explored particularities vertical gradient temperature of the air.