

ЛЕДОВИТОСТЬ И СУРОВОСТЬ ЗИМ НА АРАЛЬСКОМ МОРЕ

Ледовый режим и суровость зим на Аральском море исследовались многими авторами [4—6, 8, 10], при этом в качестве основных характеристик использовались сумма отрицательных средне-суточных температур воздуха и скорость ветра.

В связи с неустойчивостью зимнего периода сезонный ход температуры воздуха различен. Отмечались теплые зимы, с температурой $-5 \div -8^{\circ}\text{C}$ (январь — февраль). В холодные зимы температура в эти месяцы $-20 \div -25^{\circ}\text{C}$.

В табл. 1 приводятся помесечные и за сезон суммы отрицательных температур воздуха за холодный период. В Атласе льдов Аральского моря [1] приводятся графики интегральных сумм отрицательных температур за холодный период по гидрометстанции Аральское море (1932—1965 гг.), где выделены три типа суровости зим: мягкой, умеренной, суровой по градациям: суровая зима 1600 градусо-дней и более, умеренная — 900—1600, мягкая — 900.

В общих сведениях о ледовых явлениях [1] для каждой станции указан тип зимы на Аральской ГМС, но не указано, с какого графика были взяты эти типы и каким образом произведено температурное районирование акватории моря. У других авторов разделение типов зим по трем градациям объясняется удобством составления ледовых атласов [3, 4] при отсутствии достаточного количества материалов для анализа. Так, у А. И. Сачковой [4] рассмотрен вопрос суровости зим и отдельных месяцев для выяснения условий образования и разрушения льда. Подсчеты интегральных сумм холода были взяты как среднее по четырем гидрометеостанциям: Уялы, Муйнак, Ак-Тумсук, Аральское море за ноябрь — апрель с 1945 по 1960 г. Там же представлена таблица градаций пределов интегральных сумм для различных типов зим.

С 1961 по 1972 г. А. Н. Косарев произвел подсчет интегральных сумм за весь зимний период, используя буквенные индексы и градации градусо-дней мороза (суровая зима — более 1000, умеренная — 1000—500, мягкая — меньше 500) [3].

Но в работе Косарева не указано, как был произведен подсчет по ГМС Ак-Тумсук, которая была закрыта в 1964 г. При использовании данных о температуре воздуха на ГМС Муйнак Косарев исходил из длинного ряда наблюдений, но все ледовые наблюдения проводятся на ГМС Тигровый, которая является наиболее репрезентативной станцией для характеристики ледового режима юго-западной части Аральского моря.

Ледовый режим за зимы различной суровости

| Станция | Максимальная толщина льда | Теплая зима (1965/66 г.) | | | | | | | Холодная зима (1968/69 г.) | | | | | | | |
|----------------|------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------|------------------------|----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------|------------------------|------------------------------|
| | | XI | XII | I | II | III | за зиму | число дней со льдом | XI | XII | I | II | III | за зиму | число дней со льдом | максимальная толщина льда |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Аральское море | 52 | $\frac{27}{1,4}$ | $\frac{170}{-4,6}$ | $\frac{402}{-8,3}$ | $\frac{541}{-5,8}$ | $\frac{582}{1,7}$ | 582 | 126 | $\frac{73}{-2,2}$ | $\frac{526}{-14,6}$ | $\frac{1321}{-25,3}$ | $\frac{1856}{-19,4}$ | $\frac{2054}{-6,4}$ | 2054 | 163 | 115 |
| Баян | 32 | $\frac{24}{2,9}$ | $\frac{32}{-3,2}$ | $\frac{226}{-7,1}$ | $\frac{322}{-4,0}$ | $\frac{356}{2,1}$ | 356 | 82 | $\frac{52}{-1,0}$ | $\frac{373}{-10,7}$ | $\frac{1080}{-22,8}$ | $\frac{1558}{-17,1}$ | $\frac{1682}{-4,0}$ | 1682 | 133 | 98 |
| Уяны | 28 | $\frac{7}{4,2}$ | $\frac{55}{-1,9}$ | $\frac{196}{-4,4}$ | $\frac{258}{-1,7}$ | $\frac{274}{3,6}$ | 274 | 74 | $\frac{22}{0,7}$ | $\frac{215}{-6,2}$ | $\frac{770}{-17,9}$ | $\frac{1172}{-14,4}$ | $\frac{1278}{-3,0}$ | 1278 | 135 | 98 |
| Тигровый | 10 | $\frac{1}{5,6}$ | $\frac{16}{1,3}$ | $\frac{70}{-4,9}$ | $\frac{109}{-1,2}$ | $\frac{114}{3,6}$ | 114 | 41 | $\frac{—}{3,9}$ | $\frac{123}{-3,4}$ | $\frac{588}{-15,0}$ | $\frac{952}{-13,0}$ | $\frac{1072}{-3,4}$ | 1072 | 118 | 74 |
| Лазарева | | $\frac{—}{6,9}$ | $\frac{9}{2,8}$ | $\frac{46}{-0,4}$ | $\frac{82}{-0,8}$ | $\frac{92}{2,4}$ | 92 | 10 | $\frac{—}{5,7}$ | $\frac{62}{-1,6}$ | $\frac{545}{-15,6}$ | $\frac{966}{-13,6}$ | $\frac{1095}{-3,9}$ | 1095 | 106 | 90 |
| Барса-Кельмес | 35 | $\frac{7}{5,0}$ | $\frac{52}{-0,6}$ | $\frac{210}{-4,9}$ | $\frac{288}{-3,4}$ | $\frac{316}{1,5}$ | 316 | 70 | $\frac{4}{2,7}$ | $\frac{200}{-6,3}$ | $\frac{821}{-20,2}$ | $\frac{1271}{-16,1}$ | $\frac{1415}{-4,5}$ | 1415 | 122 | 93 |

Примечание. Числитель — сумма отрицательных температур, знаменатель — средняя месячная температура.

В последние годы уровень Аральского моря понизился и ГМС Муйнак в настоящее время находится на значительном расстоянии от побережья. В связи с этим использовать ее для типизации зим было бы неверным, тем более что на ГМС Тигровый — достаточный ряд наблюдений как за температурой воздуха, так и за ледовым режимом моря.

Из анализа приведенных работ следует, что сопоставимость их результатов затруднена из-за разного подхода в решении вопроса типизации зим. В связи с этим нами предложена типизация зим, исходя из географического районирования акватории Аральского моря и его климатических особенностей. При гидрологическом районировании моря Косарев исходил из совокупности гидрологических и гидрохимических характеристик, учитывающих морфометрию прибрежной части и влияние рек Амударьи и Сырдарьи. В зимний период хорошей характеристикой является распределение среднемесячных температур воздуха по акватории и территории, прилежащей к морю.

В работе О. М. Житомирской [2] представлены среднемесячные температуры воздуха по станциям и показаны изотермы января. Из приведенных схем распределения температур в зимнее время видно смягчающее влияние моря на климат прибрежной территории, ширина которой составляет 30—50 км. В центре моря из-за наличия открытой водной поверхности в зимний период выделяется район с повышенной температурой к западу от ГМС остров Лазарева и ГМС Барса-Кельмес до береговой линии. Северный район выделен в самостоятельный из-за однородного температурного режима. По данным ГМС Аральское море и ГМС Баян можно судить о ледовом режиме северной части акватории. Восточный мелководный район от устья р. Сырдарьи до о. Толмачева характеризуется данными по ГМС Уялы, а южная часть акватории моря — по ГМС Тигровый. Таким образом, в результате анализа выделено четыре района: северный, восточный, южный и западный.

Акватория моря вытянута с севера на юг на 400 км и естественная климатическая разница между интегральными суммами отрицательных температур по ГМС Тигровый и Аральское море может быть весьма значительной. Так в суровые зимы эта разница может составлять 50%, а в теплые — 200—250%. Это говорит о смягчающем влиянии открытой части моря, т. е. свободной ото льда. Самым теплым местом на акватории является район между западным берегом и о. Лазарева, а наиболее репрезентативной метеостанцией для всего моря является о. Барса-Кельмес, по данным которой получается наиболее тесная зависимость со средней температурой воздуха по станциям Аральское море, Уялы, Тигровый, о. Лазарева.

Для определения суровости по месяцам использовалась табл. 2 с градациями пределов интегральных сумм отрицательных температур. Из-за малого ряда наблюдений (17 лет) трудно говорить о повторяемости различных типов зим с достаточной точностью, но если использовать материалы Сачковой, то общий ряд составит

Интегральные суммы среднесуточных отрицательных температур воздуха для зимних месяцев на Аральском море

| Месяц | Тип месяца по суровости | Пределы интегральных сумм, холода, °С | Число зим с данным типом месяца | Месяц | Тип месяца по суровости | Пределы интегральных сумм, холода, °С | Число зим с данным типом месяца |
|---------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Ноябрь | М | <30 | 13 | Февраль | М | <500 | 8 |
| | У | 30—100 | 15 | | У | 500—900 | 20 |
| | С | >100 | 4 | | С | >900 | 4 |
| Декабрь | М | <100 | 10 | Март | М | <500 | 8 |
| | У | 100—300 | 17 | | У | 500—1000 | 18 |
| | С | >300 | 5 | | С | >1000 | 6 |
| Январь | М | <300 | 9 | Зима | М | <500 | 5 |
| | У | 300—500 | 17 | | У | 500—1000 | 22 |
| | С | >500 | 6 | | С | >1000 | 6 |

32 года. При выборке из этого ряда суровые зимы повторяются в 15% случаев, умеренные — в 70%, мягкие — в 15%. Распределение суровых и мягких зим неравномерное, но отчетливо прослеживается

Ледовитость Аральского моря (%)

| Год | Ноябрь | | | Декабрь | | | Январь | | | Февраль | |
|---------|------------|----------|----------------|----------|-----------|----------------|----------|-----------|------------|-----------------|-----------|
| | III декада | I декада | II декада | I декада | II декада | III декада | I декада | II декада | III декада | I декада | II декада |
| 1964 | | | | | | | 8—34 | | | 1—95 | 13—92 |
| 1965 | | | | | | 23—20 30—34 | 16—34 | | 26—53 | 14—95 20—100 | |
| 1966 | | | | | | | | | | | 11—100 |
| 1967 | | | 12—13 | | | | | | | | |
| 1968 | | | | | | | 13—28 | | 24—48 | 3—60 | |
| 1969 | | | 13—22 20—41 | | | | 9—100 | | | 6—100 | 20—100 |
| 1970 | 9 | 7 | 18—6 | 22—14 | 5—34 | 17—53 | | | | 3—67 | 16—58 |
| 1971 | 29—68 | 14 | | 24—39 | | | 11—52 | | | 2—66 | 16—62 |
| 1972 | | | | 24—5 | | | 11—48 | | 22—89 | 9—100 | |
| 1973 | | | | | | | 12—20 | | 23—98 | | 11—81 |
| 1974 | | | 14—34 | | | | 13—69 | | 23—99 | 7—100 | 16—100 |
| 1975 | | | | | 9—45 | 19—89 | | | 30—82 | 9—87 | 20—89 |
| 1976 | | | | | | | 11—25 | | | | 15—100 |
| 1977 | | | 16—46 | | 9—99 | 19—100 | | | | | 16—100 |
| Среднее | — | — | 16—27 | 25—22 | 8—62 | 16—506 | | | 25—78 | 5—844 | 16—99 |

Примечание. Первое число в графе — дата производства разведки, второе — процент

ся увеличение сумм холода в последние годы. Так по подсчетам Косарева [10] за 11 лет с 1961 по 1972 г. средняя интегральная сумма отрицательных температур составила -744°C , а по нашим данным за период с 1965 по 1977 г. получилось -850°C .

Одной из причин повышения суровости является увеличение общей ледовости на Аральском море. Ледовитость моря изучалась с 1950 г. Первые ледовые разведки выполнялись на самолетах малого радиуса действия, поэтому результаты наблюдений давали только распределение льда у берегов, а в центральной части моря картирование не производилось. В работе Сачковой [4] приводятся карты вероятности появления льда на Аральском море по месяцам зимнего периода 1950—1965 гг. [11]. Период 1965—1970 гг. проанализирован В. В.

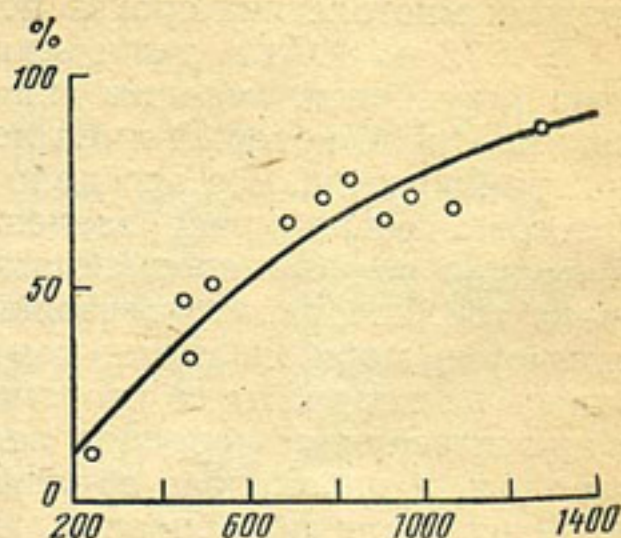


Рис. 1. Зависимость ледовитости от суммы отрицательных температур

В. В. Таблица 3

по данным ледовых авиаразведок

Таблица 3

| Февраль | | Март | | | Апрель | | | Период ледостава Σ дней | Число разведок | Среднезвешенная ледовитость, % |
|------------|----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|-------|--------------------------------|----------------|--------------------------------|
| III декада | I декада | II декада | III декада | I декада | II декада | III декада | | | | |
| 21—96 | 1—97 | 10—88 | 20—77 | 10—20 | 12—2 | 22—21 | 106 | 8 | 54 | |
| | 3—81 | 11—62 | 23—45 | | | | 111 | 11 | 48 | |
| 24—82 | 1—89 | 16—14 | 26—3 | 3—68 | 19—26 | 24—11 | 73 | 3 | 49 | |
| | | 5—99 | 16—92 | | | | 23—89 | 129 | 8 | 53 |
| 21—100 | 4—61 | 18—100 | 28—100 | 10—38 | 12—15 | 19—8 | 82 | 8 | 39 | |
| | | 2—59 | 12—58 | 30—25 | | | 9—97 | 19—23 | 133 | 10 |
| 22—94 | 6—88 | 19—42 | 27—51 | 5—10 | 15—42 | 11—10 | 118 | 13 | 38 | |
| | | 4—61 | 18—59 | 27—51 | | | 10—3 | 12—15 | 135 | 10 |
| 27—97 | 2—100 | 13—100 | 23—90 | 7—81 | 18—30 | 18—30 | 117 | 9 | 67 | |
| | | 6—95 | 18—93 | 28—89 | | | 6—40 | 15—42 | 94 | 7 |
| 23—94 | 3—85 | 18—91 | 22—100 | 4—58 | 1—65 | 3—68 | 119 | 8 | 68 | |
| | | 6—88 | 16—79 | 28—18 | | | 10—11 | 11—10 | 92 | 9 |
| | | 18—94 | 28—89 | 18—30 | 18—30 | 18—30 | 99 | 8 | 58 | |
| | | 16—754 | 25—58 | 6—44 | 16—20 | 16—20 | 107 | 7 | 70 | |
| | | | | | | | | | 56 | |

ледовитости.

Оганесяном по картам ледовых разведок и сведениям береговых станций о ледовом покрове, в результате чего построены карты средних многолетних сроков появления и очищения моря ото льда.

С 1972 по 1978 г. экспедиция аэрометодов САРНИГМИ проводила регулярные ледовые авиаразведки на Аральском море с самолета Ил-14, который имел летное время 8 ч и среднюю скорость полета 250 км/ч. Все это дало возможность получить сведения о пространственном распределении льда по всей акватории моря. Методика расчета средней ледовитости на дату разведки аналогична той, которая использована у авторов Атласа льдов [11], т. е. акватория моря на схеме карты-бланка ледовой разведки разбивалась на квадраты со стороной 20' по долготе и 30' по широте и в них вычислялась средняя ледовитость, затем эти данные суммировались и находилась средняя ледовитость для всего моря.

Всего были обработаны данные 119 авиаразведок за 1964—1977 гг., а результаты сведены в табл. 3.

Кроме ледовых разведок, использовались спутниковые фотографии, где картировалась ледовая обстановка на дату съемки. Методика картирования изложена в работах [7, 9]. Результаты сравнения аэровизуальных наблюдений и спутниковых материалов дали хорошую сходимость, разница составила $\pm 5\%$.

Полученная средняя ледовитость на дату съемки связывалась с интегральной суммой отрицательных температур воздуха, что дает возможность оценить ледовитость Аральского моря по суровости зим как по месяцам, так и за зимний период в целом (рис. 1), причем коэффициент корреляции 0,78, что согласуется с данными ряда авторов.

ВЫВОДЫ

Оценена связь температур воздуха по станциям и выделены районы с характерными особенностями температурного режима. Самой информативной для расчетов средних характеристик по акватории моря является ГМС Барса-Келмес.

Проведена типизация зим по интегральным суммам отрицательных температур воздуха, измеренным на станциях. Выделены три типа зим: мягкая, умеренная и суровая.

Получена средняя ледовитость на акватории моря для даты съемки (средняя многолетняя).

Оценена связь интегральных сумм отрицательных температур воздуха и средней ледовитости для ее прогнозирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас льдов Аральского моря. Ташкент, 1970, 64 с.
2. Житомирская О. М. Климатическое описание района Аральского моря. Л., Гидрометеониздат, 1964. 67 с.
3. Косарев А. Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. Л., Гидрометеониздат, 1975. 272 с.
4. Купецкий В. Н. Замерзает ли Аральское море? — «Изв. ВГО», 1959, т. 91, вып. 6, с. 542—546.

5. Оганесян В. В. Особенности ледового режима Аральского моря и возможности его прогнозирования.— «Труды Гидрометцентра СССР», 1973, вып. 127, с. 123—130.
6. Оганесян В. В. Долгосрочный прогноз ледовитости Аральского моря.— «Труды Гидрометцентра СССР», 1975, вып. 161, с. 108—116.
7. Прокачева В. Г. Возможности картирования ледовой обстановки на крупных озерах по снимкам с искусственных спутников земли.— «Метеорология и гидрология», 1973, № 9, с. 48—55.
8. Сачкова А. И. О ледовых условиях на Аральском море.— «Труды НИИАК», 1962, вып. 17, с. 37—43.
9. Темников С. Н. О возможности использования спутниковых фотографий при картировании снежного и ледяного покрова.— «Океанология», 1973, № 3, с. 517—523.
10. Цуриков В. Л. Некоторые данные о льдах Аральского моря.— «Изв. ВГО», 1939, т. 71, вып. 8, с. 1200—1219.
11. Яушева Г. Ш. Опыт составления прогнозов замерзания и вскрытия Аральского моря.— «Труды ТашГО», 1956, вып. 12(13), с. 122—128.