

ГЕОГРАФИЯ

М. М. АЙНБУНД

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ПРОЛИВЕ  
МЕЖДУ МАЛЫМ И БОЛЬШИМ СЕВАНОМ

Как непосредственные наблюдения над испарением с помощью испаромеров, так и расчеты испарения показывают, что имеют место заметные различия в величинах испарения с поверхности Малого и Большого Севана. Это обстоятельство, если рассматривать его с точки зрения увязки теплового баланса отдельных частей озера, естественно приводит к мысли о наличии теплообмена между двумя основными частями озера. Однако, получение количественных характеристик теплообмена возможно только на основе детального изучения температурного режима и характера движений вод в проливе и прилегающих к нему частях озера. Именно этим определяется тот существенный практический интерес, который в настоящее время приобрел вопрос изучения гидрологического режима в проливе.

С другой стороны, выявление особенностей формирования температурного режима пролива, объяснение причин этих особенностей, выяснение характера водо- и теплообмена между двумя частями озера представляет несомненный научный интерес.

В исследованиях Севанского гидрометеорологического бюро вопрос об особенностях термического режима пролива, по существу, не рассматривался. В. К. Давыдов [2] отмечает только, что «вполне естественно некоторое усиление прогрева в узком и мелководном проливе».

В 1957 году впервые были обнаружены и предварительно описаны некоторые термические особенности пролива [1]. После этого были выполнены более тщательные исследования в проливе (термические съемки в различные сезоны, измерение течений, учащенные наблюдения на стандартных вертикалях в районе пролива), которые позволили уточнить характер термических особенностей пролива и в значительной степени выяснить их причины. Описание и объяснение особенностей термического режима пролива являются содержанием настоящей работы.

О подводном рельефе пролива

Малый и Большой Севан можно условно разграничить линией, проходящей от мыса Норадуз на так называемый мыс Три Шишки, расположенный к юго-востоку от с. Шоржа. Ширина озера в этом месте в на-

стоящее время немногим более 6 км; направление линии, соединяющей два указанные мыса, — северо-восток — юго-запад. Подводный порог, отделяющий чашу Малого Севана от Большого, лежит несколько восточнее этой линии.

Указанный порог является естественной границей Малого и Большого Севана и представляет существенное препятствие для свободного обмена глубинных вод между двумя частями озера.

В 2,0—2,2 км от мыса Три Шишки порог прерывается узким желобом, где глубины колеблются от 30 до 37 м. Имеются отдельные впадины с глубинами, превышающими 40 м. Ширина желоба, если принять за условную его границу изобату 30 м, составляет в наиболее узком месте всего 200 м. В таблице 1 приводятся площади поперечного сечения пролива в этом месте ниже 20-метровой изобаты. Таблица составлена по данным батиметрической съемки, выполненной Институтом Энергетики и Гидравлики АН Армянской ССР.

Таблица 1

Изобата, м	20	22	24	26	28	30	32	34
S, 10 <sup>2</sup> м <sup>2</sup> . . . . .	52,2	36,4	25,5	17,4	10,6	6,0	3,1	1,0

Ось желоба проходит с запада на восток, имея резкие изгибы как в сторону Большого, так и в сторону Малого Севана. В Малом Севане ось желоба поворачивает к северо-западу, в Большом — к юго-востоку.

Все эти особенности рельефа дна в проливе накладывают заметный отпечаток на интенсивность прогрева и охлаждения, на характер течений и, как следствие, на характер тепло- и водообмена между двумя частями озера.

#### Характеристика температурных особенностей пролива

Основанием для получения характеристик термического режима в проливе послужили прежде всего наблюдения на вертикалях: № 4 (расположена в Малом Севане в непосредственной близости от пролива, глубина в настоящее время 46—47 м), № 6 (расположена в восточной части пролива со стороны Большого Севана, глубина в настоящее время 30—31 м). Расстояние между этими вертикалями — 4 км. Наблюдения производятся ежедекадно. В 1952—1954 гг. выполнялись измерения температуры на вертикали № 5, расположенной в центральной части пролива, посередине между вертикалями № 4 и № 6.

Для сравнения термических характеристик пролива с прилегающими частями Малого и Большого Севана были использованы наблюдения на вертикалях № 15 (Малый Севан) и № 7 (Большой Севан), расположенных неподалеку от пролива.

Ценный материал дали термические съемки пролива, выполненные в 1959 и 1960 гг. Съемки 1960 г. сопровождалась измерениями течений в

проливе и в непосредственной близости от него. Особенности термического режима пролива состоят в следующем:

Зимой, в период наибольшего охлаждения, в проливе отмечаются наиболее низкие для открытой части озера температуры. Температура воды в проливе в это время на  $0^{\circ}.3—0^{\circ}.4$  ниже, чем в остальных районах озера. В таблице 2 приводятся температуры на различных глубинах, измеренные 3—4 января 1952 года при очень слабых ветрах (не более 1 м/сек) в проливе (вертикали № 5 и 6) и в прилегающих частях Большого (вертикаль № 7) и Малого (вертикаль № 4) Севана. Данные этой таблицы хорошо иллюстрируют отмеченное понижение температуры воды в проливе.

Таблица 2

Вертикаль	Г л у б и н а в м					
	0,5	2,0	5,0	10,0	25,0	Дно
№ 4	3,6	4,0	4,1	4,0	4,0	3,9
№ 5	2,8	2,8	2,8	3,1	3,5	3,5
№ 6	3,5	3,5	3,6	3,5	3,7	3,9
№ 7	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0

Горизонтальный градиент температуры в слое 2—5 м составляет в этом случае  $0,4—0,6^{\circ}/км$ ; в слое 10—25 м —  $0,2—0,4^{\circ}/км$ .

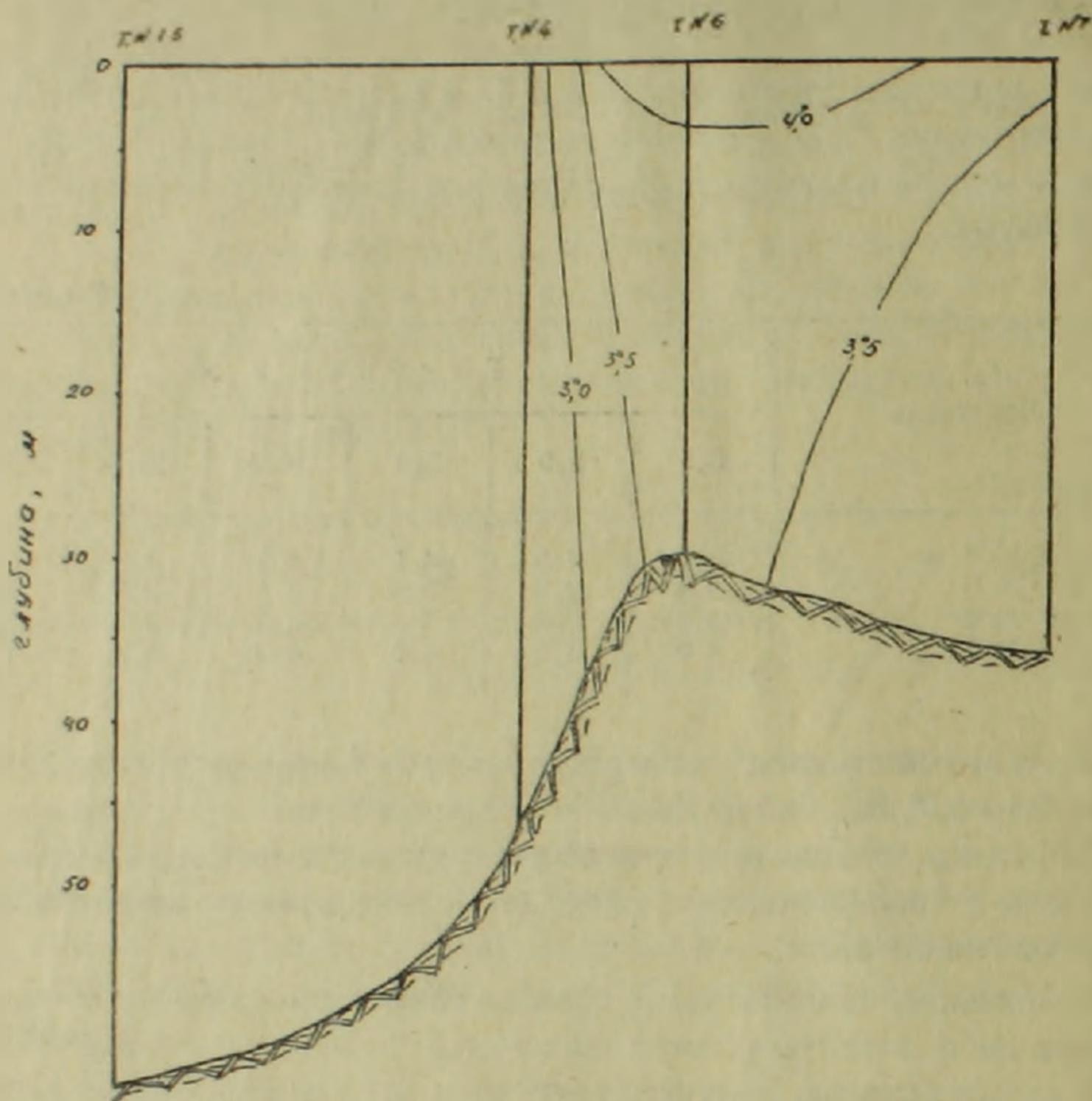
Сильные и продолжительные ветры приводят к повышению температуры воды в проливе, однако вскоре после прекращения ветра температура вновь понижается.

Пониженные температуры в проливе сохраняются обычно до начала февраля либо, в те годы, когда образуется ледяной покров, до образования такого покрова. Интересно отметить, что ледяной покров в районе пролива вследствие более интенсивного охлаждения образуется на 2—3 дня раньше, чем в остальных районах озера. Отмечены случаи (1958 и 1960 гг.) образования тонкого ледяного покрова в проливе в то время, когда другие районы озера оставались свободными от льда. В этих случаях пролив оставался покрытым льдом в течении 7—11 часов.

Наиболее низкие температуры в проливе, как и в других районах озера, наблюдаются в конце февраля—начале марта и в безледоставные годы находятся в пределах  $1^{\circ}.7—2^{\circ}.2$ .

В период весеннего нагревания воды пролива характеризуются несколько более высокими температурами по сравнению с прилегающими районами Малого и Большого Севана. Такое явление отмечается, как правило, начиная с последней декады апреля и захватывает все слои от поверхности до дна. Следует заметить, что в этот период изменение температуры от пролива в сторону Малого Севана больше, нежели в сторону Большого, что объясняется несколько более интенсивным прогреванием Большого Севана вследствие меньших глубин в нем. Горизонталь-

ный градиент температуры в сторону Малого Севана составляет в это время в слое до 10 м— $0,1-0,4^{\circ}/\text{км}$ , в слое от 10 до 30 м— $0,05-0,3^{\circ}/\text{км}$ . На рис. 1 показано характерное для конца апреля распределение температуры в глубоководной части пролива и прилегающих частях Малого и Большого Севана. Наличие в проливе более теплых вод, чем в приле-



Фиг. 1. Характерное распределение температуры в проливе, в конце апреля.

гающих частях озера, может служить доказательством того, что в этот период водообмен и теплообмен между двумя основными частями озера практически отсутствует.

В начальный период летнего нагревания воды пролива, оставаясь по-прежнему несколько более теплыми, имеют значительно большее температурное расслоение по сравнению с другими частями озера. Так, например, 20 мая 1958 года изменение температуры от поверхности до глубины 30 метров составило в проливе (вертикаль № 6)  $8^{\circ},5$ , тогда как в западной части Малого Севана, вблизи района максимальных глубин (верт., № 2) оно равнялось  $4^{\circ},5$  (см. табл. 3).

Необходимо отметить более интенсивное проникновение тепла в глубокие слои в районе пролива. Достаточно сказать, что средняя по вертикали температура воды в проливе меняется в течение июня на  $3^{\circ},8$

Таблица 3

Вертикаль	Г л у б. в м									
	0,1	0,5	2,0	5,0	8,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
№—2	9,0	9,0	8,6	8,2	7,2	7,1	6,4	5,5	5,1	4,5
№—6	13,0	12,6	12,1	11,4	11,2	10,3	7,2	6,0	5,4	4,5

(с  $8^{\circ},3$  в конце мая до  $12^{\circ},1$  в конце июня), тогда как в Большом Севане в районе с такими же глубинами (верт. № 12) на  $3^{\circ},0$  (с  $7^{\circ},9$  до  $10^{\circ},9$ ).

Более значительный, чем в других районах озера, вертикальный теплообмен в проливе является причиной того, что различия в поверхностных температурах пролива и соседних частей озера довольно быстро исчезают, а различия в глубинных температурах увеличиваются. Таким образом, в конце мая—начале июня сформировываются и устойчиво сохраняются основные термические особенности летнего режима пролива.

С конца мая до начала периода интенсивного охлаждения (октябрь) наблюдается характерный изгиб изотерм в районе пролива. Если проследить ход изотерм на гидрологическом разрезе, проходящем из Малого Севана в Большой через пролив (фиг. 2), можно увидеть, что в районе повышения дна у пролива изотермы погружаются, а после пролива в Большом Севане вновь поднимаются к поверхности, но гораздо менее заметно. Наиболее значительные горизонтальные градиенты температуры наблюдаются ниже слоя ветрового перемешивания на глубине от 12—15 до 20—25 м. Здесь уже в конце мая—начале июня наблюдаются градиенты, превышающие  $1,0^{\circ}/\text{км}$ .

В слое, лежащем ниже указанных глубин, горизонтальное изменение температуры значительно меньше, так что градиенты здесь не превышают  $0,2—0,3^{\circ}/\text{км}$ .

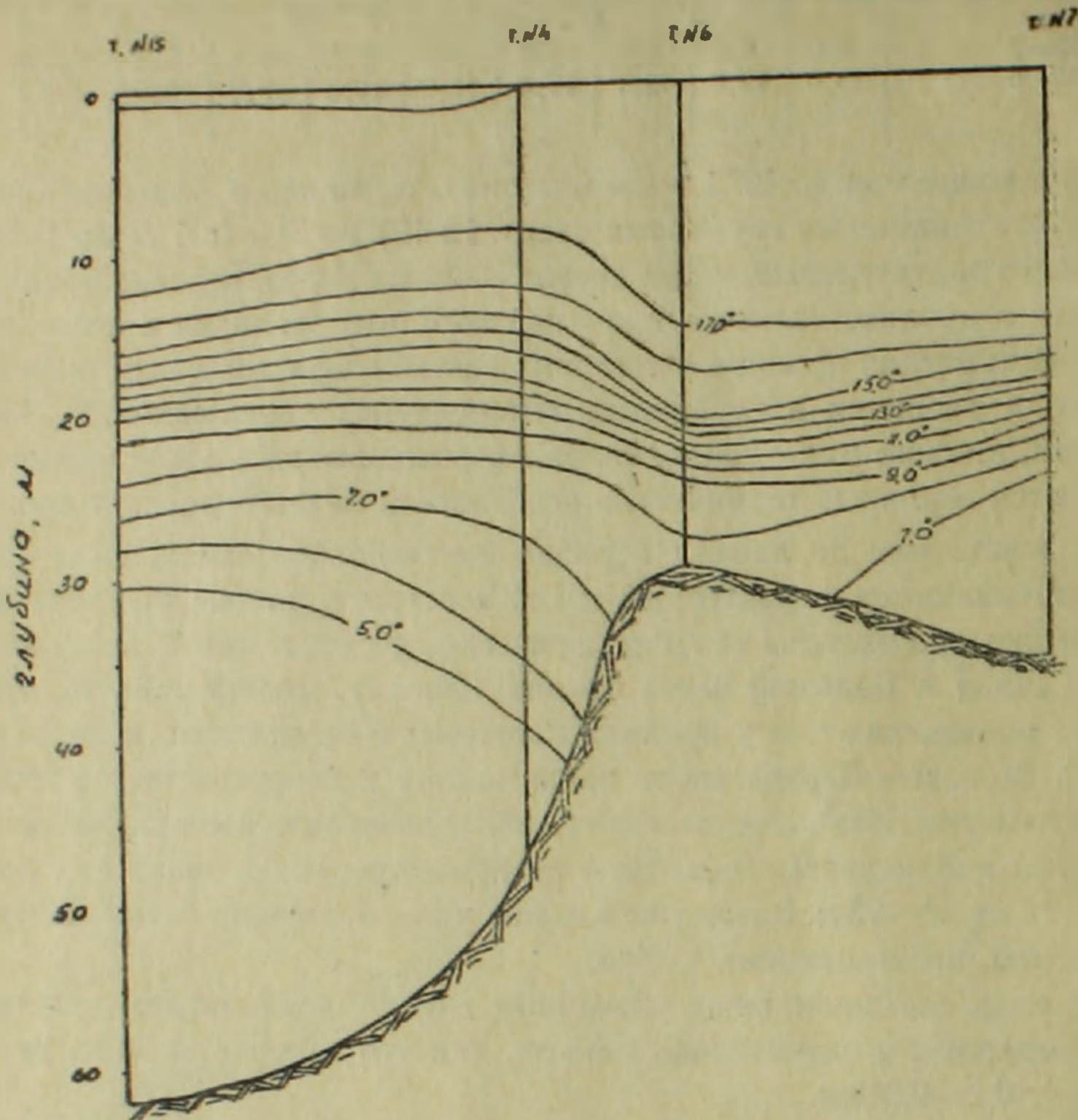
Интересно отметить, что граница эпилимниона в проливе в течение всего летнего периода располагается ниже, чем в других районах озера. В июле, например, она лежит в пределах 15—20 м, тогда как в остальных районах не проникает в это время глубже 10—12 м.

К одной из существенных особенностей летнего режима пролива следует отнести более раннее формирование там слоя температурного скачка. Хорошо выраженный слой скачка на глубине около 20 м с градиентами температуры в нем примерно  $1^{\circ}/\text{м}$  сформировывается в проливе в начале июля. В отдельных случаях в это время здесь наблюдаются и значительно большие градиенты в слое скачка (до  $2,5^{\circ}/\text{м}$ ). В других районах озера слой скачка с такими характеристиками образуется в конце июля—начале августа.

Наиболее резко проявляются особенности термического режима пролива в период максимального прогрева (август—сентябрь).

В это время отмечается наиболее значительный изгиб изотерм в районе пролива, слой скачка погружается там в придонный горизонт, а

градиенты в нем становятся максимальными. Следует отметить, что в глубоководной части пролива наблюдаются самые значительные на оз. Севан градиенты температуры в слое скачка. Так, 13 сентября 1955 года на вертикали № 6 в слое 29—30 м был получен градиент, равный  $8,6^\circ/\text{м}$ . С помощью дистанционного электротермометра удалось зарегистриро-



Фиг. 2. Термический разрез через пролив 29 июля 1958 г.

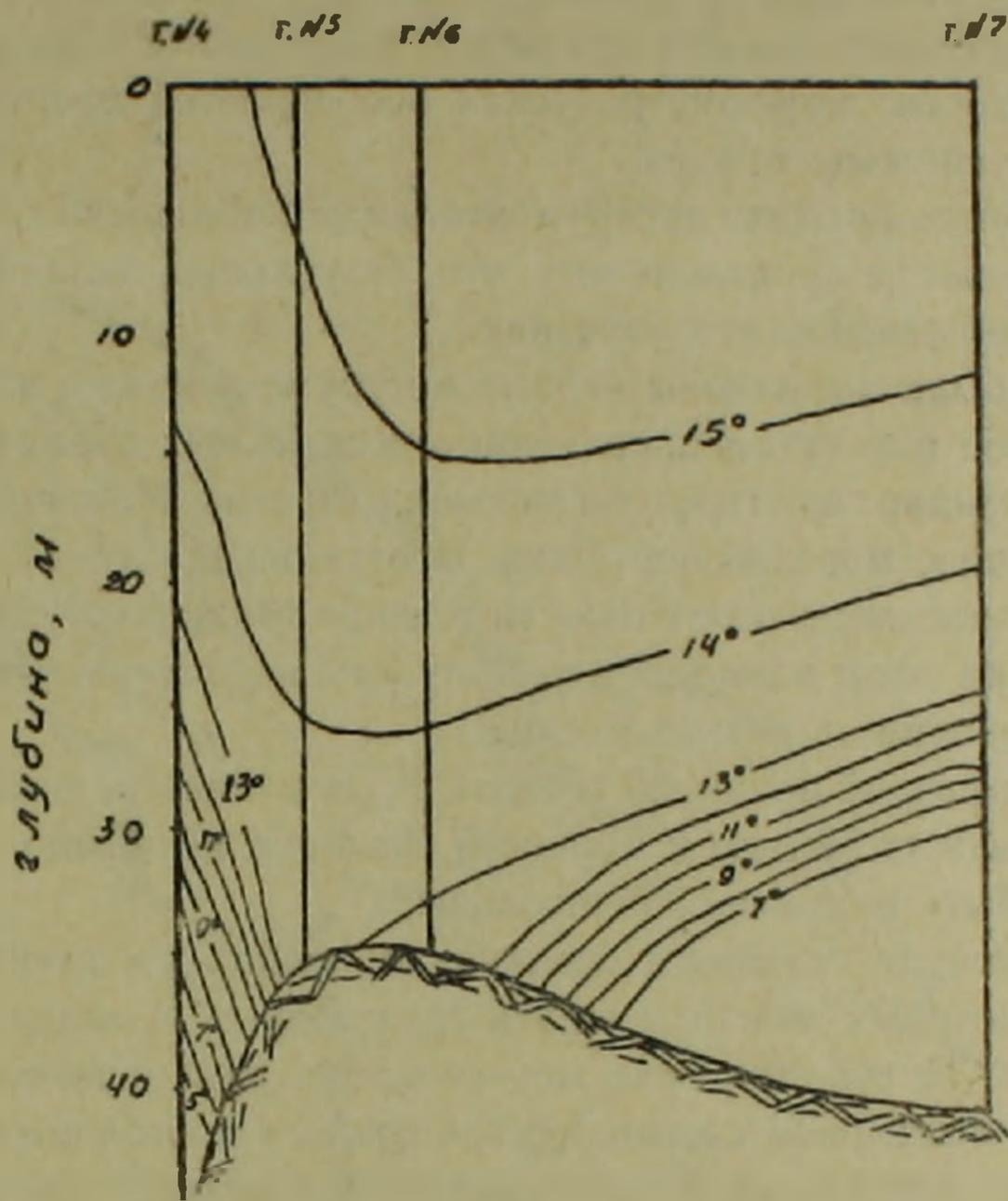
вать весьма значительные изменения температуры в слое меньшей толщины: 10 августа 1958 года на той же вертикали в слое 27,5—28,0 м изменение температуры составляло  $5^\circ,2$ , 20 августа 1959 г. в слое 22,0—22,5 м— $5^\circ,0$ .

В начале октября слой скачка в проливе, как правило, исчезает и прогревание распространяется до дна, тогда как в других районах озера слой скачка сохраняется обычно до конца октября. В связи с прогреванием придонных вод в проливе возникают значительные горизонтальные градиенты как в сторону Большого, так и в сторону Малого Севана (максимальные градиенты достигают  $2,5^\circ/\text{км}$ ). Глубинные воды Малого и Большого Севана оказываются разобщенными. Характерное для этого времени распределение температуры в проливе и прилегающих частях озера показано на фиг. 3.

Такое распределение температур может нарушаться сильными ветрами, при которых отдельные порции глубинных вод поступают из одной.

части озера в другую, а температура в придонных горизонтах в проливе заметно понижается (иногда до  $9-10^{\circ}$ ).

В период осеннего охлаждения понижение температуры воды в проливе происходит интенсивнее, нежели в других открытых частях озера, в связи с чем уже с середины ноября не удастся обнаружить сколько-нибудь существенных различий в температуре между проливом и остальными частями озера.



Фиг. 3. Распределение температур в проливе , октября 1953 г.

Таким образом в течение всего года, исключая позднюю осень, конец зимы и раннюю весну, в проливе наблюдаются температуры, отличающиеся более или менее значительно от температур в прилегающих частях озера. Зимой и весной эти различия проявляются от поверхности до дна, летом они концентрируются на некоторой глубине, увеличивающейся по мере прогревания воды. Все это приводит к тому, что температура водной массы в проливе даже в годовом разрезе несколько выше (на  $0,4-0,5$ ) чем в других районах с такими же глубинами.

Необходимо помнить, что все указанные выше особенности термического режима относятся к глубоководной части пролива. Мелководная же его часть имеет термический режим, характерный для прибрежных участков озера. Не рассматривая здесь его особенностей, можно указать только на то, что более интенсивное по сравнению с глубокими частями озера прогревание весной и охлаждение осенью мелководной части про-

лива оказывает заметное влияние на термический режим глубоководной его части.

### Течения в проливе

Чтобы правильно объяснить причины термических особенностей пролива, необходимо хотя бы в основных чертах разобраться в характере действующих в этом районе течений, так как очевидно, что все особенности температурного режима являются результатом воздействия двух основных факторов: морфометрических особенностей пролива и действующей там системы течений.

До последнего времени инструментальные наблюдения над течениями на озере Севан не производились, что, безусловно, являлось большим пробелом в комплексном его изучении.

В 1960 г. были выполнены первые инструментальные измерения течений в проливе как путем проведения специальных съемок, так и при составлении стандартных гидрологических разрезов. Наблюдения выполнялись с помощью морской вертушки. В отдельных случаях производилось параллельное измерение скорости течения также вертушкой ВЖМ-3. Эти наблюдения дали возможность получить представление о характере течений в проливе в летние месяцы.

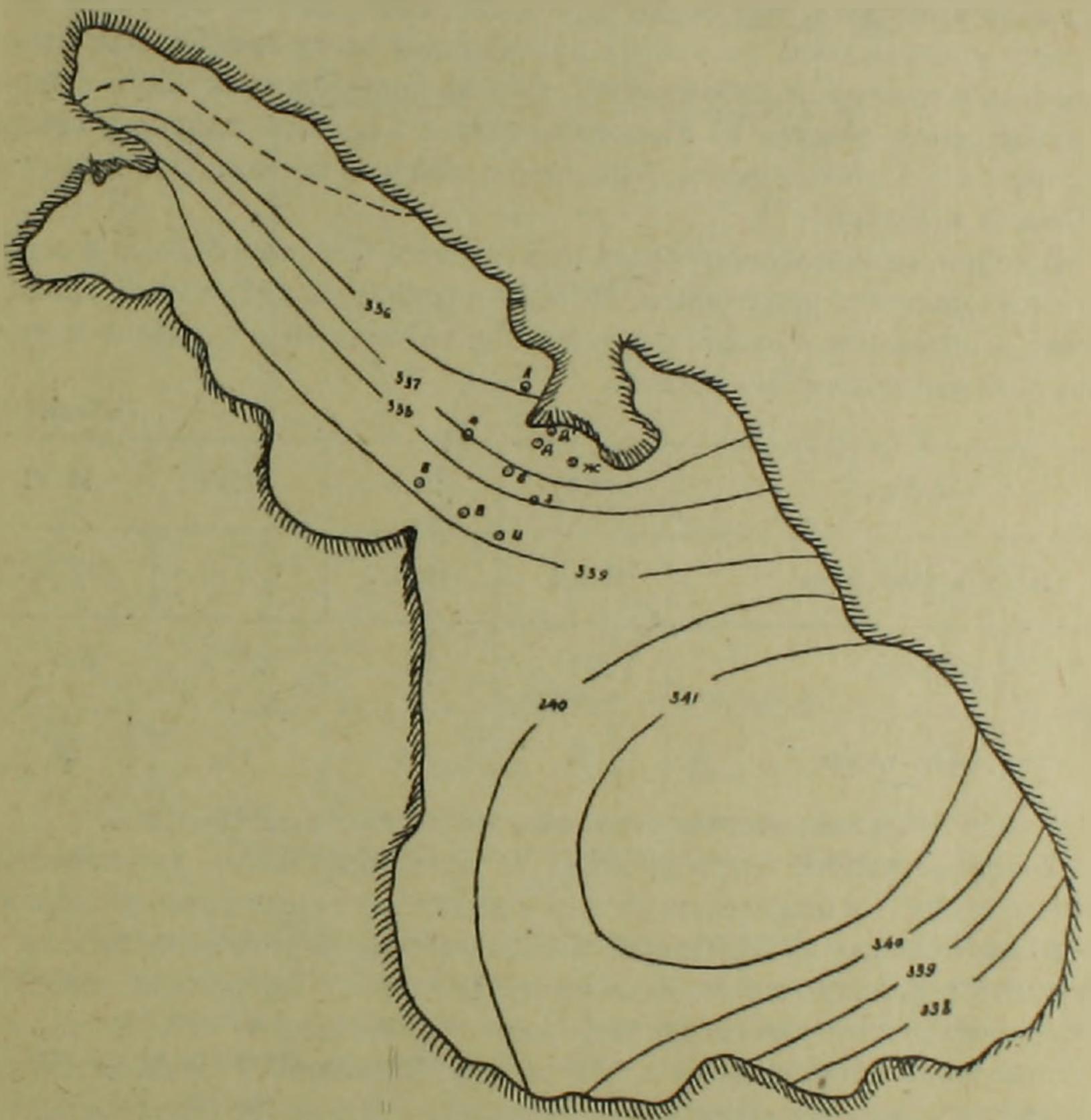
Непосредственной причиной течений здесь является, повидимому, перепад уровня между Малым и Большим Севаном, который в районе пролива должен быть наиболее значительным.

Перепад уровня создается совокупным действием нескольких факторов, среди которых можно назвать следующие: а. ветер, играющий основную роль. Преобладание в летнее время над акваторией Малого Севана ветров с северной составляющей создает постоянный сгон вдоль всего северного побережья. В северо-западной части Большого Севана, где нет резко выраженного преобладания ветров одного направления, уровень близок к среднему. Наибольшие изменения уровня должны иметь место возле мыса Три Шишки, так как преобладающие здесь северо-восточные ветры обуславливают нагон восточнее этого мыса и сгон к западу от него. б. В период половодья определенное значение в создании разности уровня между двумя частями озера может иметь речной сток, подавляющая часть которого (85%) попадает в Большой Севан. в. Более значительное испарение с поверхности Малого Севана и постоянный сток из него через водоприемные сооружения Севан-ГЭС также должны способствовать возникновению различий в уровне различных участков побережья. Эти различия действительно существуют, весьма устойчивы и проявляются даже в среднемесячных значениях, как это видно из таблицы 4, где приводятся среднемесячные уровни на постах в летние месяцы 1959 и 1960 гг.

Характерный для летнего времени рельеф уровенной поверхности, вычерченный с учетом границ основных ветровых потоков, показан на фиг. 4.

Таблица 4

П о с т	1959			1960		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Севан—остров . . . . .	349	347	339	276	277	275
Шоржа . . . . .	347	345	336	280	277	270
Дара . . . . .	350	346	341	279	280	273
Карчахпюр . . . . .	345	344	338	278	278	274
Норадус . . . . .	350	346	339	282	281	273
Чкаловка . . . . .	350	347	339	280	281	278



Фиг. 4. Рельеф уровенной поверхности в августе 1959 г., с указанием вертикалей термических съемок в проливе.

В результате значительного перепада уровня вдоль северного побережья пролива возникает течение из Большого Севана в Малый. В таблице 5 показаны направление и скорость течения в северной части пролива, измеренные 20 мая 1960 г. на глубине 5 м при С и ССВ ветрах скоростью 2—3 м/сек.

Таблица 5

Вертикаль	А		Д		Д		Ж	
	напр.	скор.	напр.	скор.	напр.	скор.	напр.	скор.
Течение	321	15	278	22	276	23	276	15

Направление течения дается в градусах, скорость в *см/сек.* Расположение вертикалей показано на фиг. 4. Необходимо отметить, что течение из Большого Севана в Малый наиболее ярко проявляется у северного берега пролива, где скорость его достигают 20—25 *см/сек.* К югу скорости уменьшаются, а в южной мелководной части пролива заметных устойчивых течений не наблюдается. Иногда в центральной части пролива наблюдается течение из Малого Севана в Большой, однако у северного берега и в этих случаях сохраняется обычное течение (Из Большого Севана в Малый).

В целом, направление течения из Большого Севана в Малый в верхних слоях является устойчивым, что иллюстрируется таблицей 6, где показано направление и скорость течения на глубине 10 м в районе вертикали № 6 при различных ветрах.

Таблица 6

Дата		20.V	29.V	07.VI	10.VI
Напр. и скор. ветра		С 3,1	ЮВ 3,7	С 1,1	ЮВ 3,7
Течение	Направл.	271	356	291	313
	Скор. <i>см/сек</i>	22	14	11	20

Это течение распространяется обычно до глубины 15—18 м.

В глубоководной части пролива на этих горизонтах наблюдается смена течения, и в нижележащих слоях действует течение противоположного направления—из М. Севана в Большой. Сосредотачивается оно, в основном, в районе желоба и распространяется до придонных горизонтов, причем даже у дна скорости бывают значительными (15—20 *см/сек.*, а в отдельных случаях даже до 30 *см/сек.*). В таблице 7 приводятся характеристики течения в придонных горизонтах 20 мая 1969 года на вертикалях, расположенных в районе пролива и имеющих достаточную глубину.

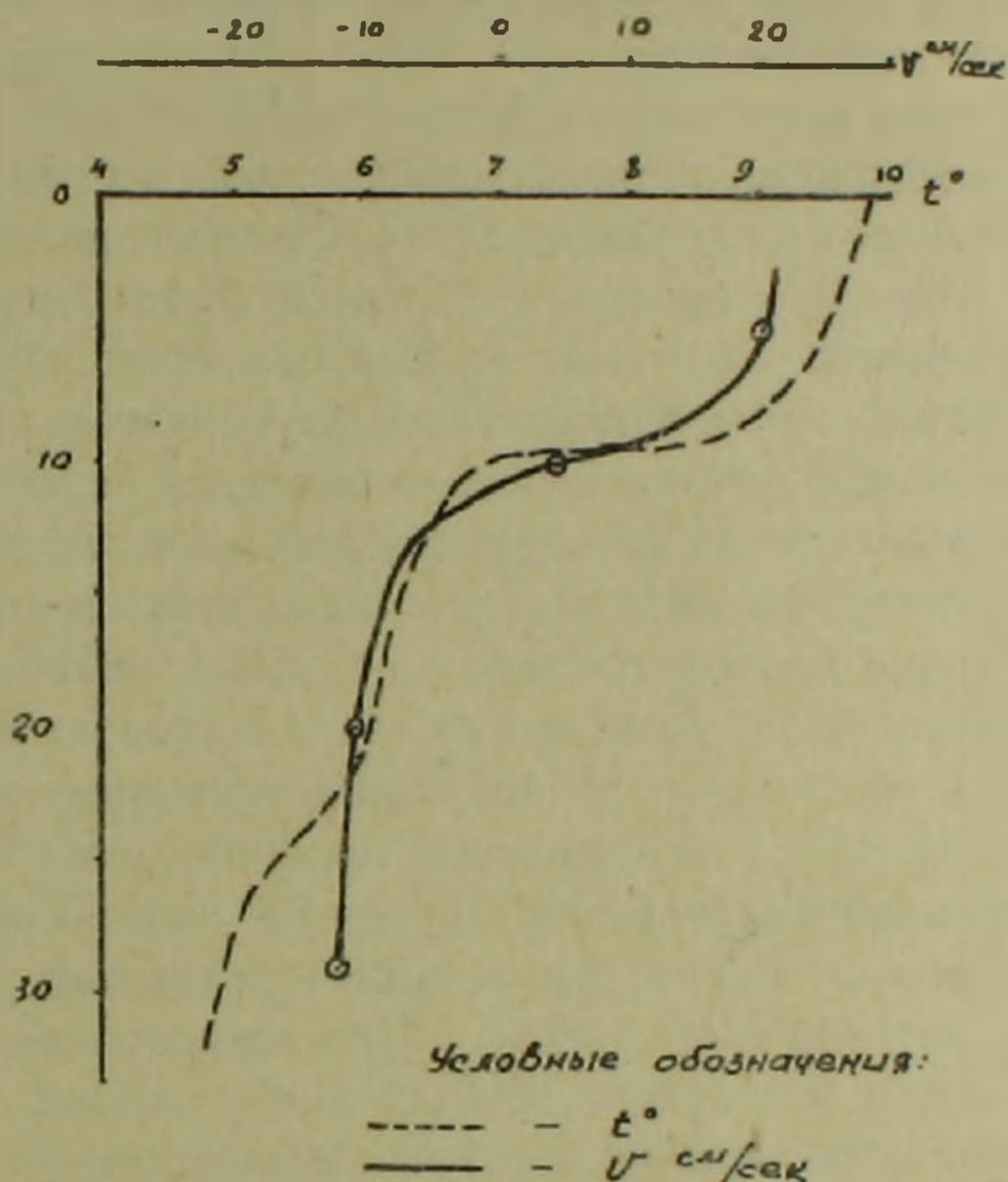
Пройдя через желоб в Большой Севан, течение нижних слоев разветвляется: часть его поворачивает к северу, а основная масса уходит на юг.

Таким образом, в глубоководной части пролива имеет место двухслойная циркуляция. Характерная эпюра скоростей показана на фиг. 5; там же приводится вертикальное распределение температуры на этой

Таблица 7

Вертикаль	А	4	Б	6	Д
Горизонт, м . . . . .	37	44	30	27	25
Направ. течен. . . . .	79	104	78	91	84
Скор. течения . . . . .	22	21	23	18	31

вертикали во время измерения течения. Наибольшие изменения температуры, как это видно из рисунка, происходят на тех горизонтах, где наблюдается смена течений и наименьшие скорости.



Фиг. 5. Вертикальное распределение скоростей течения и температур на вертикали „3“ 20 мая 1960 г.

Приведенные выше данные о характере течений в проливе дают основание предполагать, что эти течения заметно влияют на характер тепло- и водообмена между Малым и Большим Севаном. Крайне необходимо организовать систематическое широкое изучение течений в проливе во все сезоны с целью получения режимных его характеристик.

#### О причинах термических особенностей пролива

Особенности термического режима пролива объясняются его положением между двумя более глубокими частями озера, отмелостью значительной части пролива, характером наблюдающихся там течений.

Более высокие температуры в проливе в период весеннего нагревания объясняются его мелководностью, обеспечивающей более интенсивное прогревание воды, а также отсутствием устойчивой системы тече-

ний в этот период, следствием чего является сохранение прогретых вод в проливе. Более значительное охлаждение вод пролива в зимнее время объясняется этими же причинами.

Характерное для начального периода летнего нагревания значительное вертикальное температурное расслоение связано с формированием летней системы течений в проливе. Устанавливающееся в это время поверхностное течение из Большого Севана в Малый приносит в район пролива сравнительно теплые прибрежные воды. С другой стороны, с глубинным течением в пролив поступают холодные воды из нижних слоев Малого Севана. Действием этих противоположно направленных течений следует объяснить значительные вертикальные градиенты температуры в проливе в это время.

Основные особенности летнего температурного режима начинают проявляться после того, как главные летние ветровые потоки и связанная с ними система течений в проливе становятся достаточно устойчивыми.

Быстрое проникновение тепла в глубину легко объяснить, если учесть, что в проливе наблюдаются наиболее значительные для оз. Севан скорости течения, обеспечивающие интенсивное перемешивание. Необходимо также учесть, что в летнее время пролив является зоной сходимости течений: с северо-востока подходят воды, отделяющиеся от циклонической циркуляции Большого Севана; с юго-запада—воды течения, идущего вдоль южного берега Малого Севана в сторону пролива. Известно [4], что в зоне сходимости течений образуются нисходящие токи, которые также способствуют интенсивному проникновению тепла вглубь.

Изгиб изотерм, направленный в сторону Большого Севана, объясняется как нисходящими токами, так и двухслойным характером движения вод в глубоководной части пролива. При двухслойном движении линия раздела верхнего и нижнего течения имеет наклон, направленный противоположно наклону уровня, но гораздо более значительный [5]. Он зависит от разности плотностей верхнего и нижнего течений, от толщины слоев, охваченных этими течениями, а также от динамических характеристик потока. Так как в летние месяцы в северной части пролива наблюдается, как это отмечено выше, постоянный наклон уровня в сторону Малого Севана, вполне понятным является наклон линии раздела течений, проявляющийся в изгибе изотерм.

Значительные градиенты в слое скачка объясняются наличием в проливе противоположно направленных течений. С глубинным течением в пролив поступает холодная вода из Малого Севана; теплая вода благодаря интенсивному перемешиванию в верхнем течении быстро распространяется до глубины, где скорости минимальные (глубина смены течений). Именно на этих горизонтах формируется слой температурного скачка и наблюдаются наиболее значительные градиенты.

В конце сентября—начале октября, когда характерные для летнего времени ветровые потоки прекращают свое действие, прогретые воды остаются в проливе, заполняя полностью весь желоб. Впадины Малого и Большого Севана оказываются благодаря этому разобщенными.

Осеннее охлаждение в мелководном проливе происходит более интенсивно, нежели в прилегающих частях озера, что приводит к ликвидации температурных особенностей. Этому способствуют также преобладающие осенью юго-западные ветры, усиливающие перемешивание и способствующие исчезновению температурных различий пролива и прилегающих частей озера.

### Теплообмен через пролив

Устойчивые течения в проливе обеспечивают в летнее время постоянный водообмен между Малым и Большим Севаном. Течение верхних слоев выносит из Большого Севана сравнительно теплые воды, в то время как из Малого Севана в Большой с глубинным течением поступает более холодная вода. Таким образом, через пролив осуществляется адвекция тепла, количественные характеристики которой можно получить следующим путем:

Пусть за время  $\tau$  из Большого Севана в Малый перенесен объем воды равный  $v$ . Без больших погрешностей можно считать, что такой же объем воды поступил за это время в Большой Севан из Малого. Если средняя температура воды в течении верхних слоев равна  $T'$ , то количество тепла  $Q_1$ , вынесенное этим течением из Большого Севана, определяется выражением:

$$Q_1 = \rho C T' v \quad (1)$$

Здесь  $\rho$  — плотность воды,  
 $C$  — теплоемкость.

Соответственно, количество тепла, перенесенное нижним течением из Малого Севана в Большой равняется

$$Q'' = \rho C T'' v, \quad (2)$$

где  $T''$  — средняя температура воды в нижнем течении.

Величина адвекции определяется как разность расхода и прихода тепла и равняется

$$\Delta Q = \rho C (T' - T'') v \quad (3)$$

Надежный расчет, входящий в (3) величины  $v$ , связан с наибольшими затруднениями, так как для этого необходимы достаточно подробные сведения об изменчивости течений. Прямое определение расхода в верхнем течении является в настоящее время невозможным вследствие недостаточной изученности той сложной системы течений, которая там наблюдается. Расход воды в нижнем течении может быть ориентировочно определен уже сейчас, так как скорости его более устойчивы, а само течение ограничено желобом, поперечное сечение которого известно достаточно хорошо. За верхнюю границу этого течения можно принять, как это следует из изложенного выше, глубину залегания слоя скачка.

Основываясь на указанных соображениях, был выполнен расчет потока тепла через пролив за 3-летние месяцы 1959 г. Расчет производился следующим образом:

С графика термоизоплет, построенного по наблюдениям на вертикали № 6, снималась глубина залегания слоя скачка и таким образом определялась верхняя граница глубинного течения. По полученному значению с помощью таблицы I определялась площадь поперечного сечения желоба, охваченная глубинным течением. Расчет производился для средней скорости глубинного течения, равной 15 см/сек. Следует отметить, что это значение близко к минимальному из наблюденных (минимальная скорость глубинного течения равнялась 12 см/сек. — 20 мая 1960 г. в восточной части пролива на глубине 29 м на расстоянии 1 м от дна), в связи с чем нет оснований считать, что расход может быть завышен.

Расчет выполнен для каждой декады июня, июля, августа; средние температуры для глубинного и поверхностного течений определялись по графику термоизоплет.

Результаты расчета приведены в таблице 8, где показаны месячные и сезонная суммы тепла, отдаваемого Большим Севаном Малому через пролив.

Таблица 8

Месяцы	S, 10 <sup>2</sup> м <sup>2</sup>	v, 10 <sup>9</sup> м <sup>3</sup>	Температура			ΔQ 10 <sup>12</sup> ккал	
			T'	T''	ΔT		
Июнь	I	52,2	0,68	10,0	6,0	4,0	2,7
	II	52,2	0,68	13,0	7,5	5,5	3,7
	III	52,2	0,68	15,0	7,2	7,8	5,3
	Σ		2,04				11,7
Июль	I	52,2	0,68	16,0	7,5	8,5	5,8
	II	52,2	0,68	17,0	7,8	9,2	6,2
	III	26,0	0,37	18,0	7,2	10,8	4,0
	Σ	1,73	1,73				16,0
Август	I	21,3	0,28	18,2	7,5	10,7	3,0
	II	30,0	0,39	18,5	7,5	11,0	4,0
	III	21,3	0,30	17,0	8,0	9,0	2,7
	Σ		0,97				10,0
Всего . . . . .		4,74					37,7

Проведенный ориентировочный расчет показал, что в сторону Малого Севана в летнее время осуществляется значительная адвекция тепла.

В другие сезоны теплообмен через пролив либо незначителен либо вообще практически отсутствует.

Учет адвекции является необходимым при составлении тепловых балансов отдельных частей озера за летние месяцы. Он позволяет не только увязать и уточнить эти балансы, но и объяснить с энергетической точки зрения тот факт, что с поверхности Большого Севана испарение меньше, чем с поверхности Малого.

Մ. Մ. ԱՅՆՔՈՒՆԴ

ՓՈՔՐ ԵՎ ՄԵԾ ՍԵՎԱՆԻ ՄԻՋԵՎ ԳՏՆՎՈՂ ՆԵՂՈՒՑԻ ԹԵՐՄԻԿ ՌԵՃԻՄԻ  
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

## Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում քննարկվում է Փոքր և Մեծ Սևանի նեղուցի ջերմային ռեժիմի հարցը: Ցույց է տրված, որ տարվա մեծ մասը նեղուցի ջերմաստիճանը տարրերվում է լճի սահմանակից մասերի ջերմաստիճաններից քամու, ծանծաղության և այլ գործոնների ազդեցության պատճառով:

Ձմռանը և գարնանը այդ տարրերությունը ընդգրկում է ջրի շերտի ամբողջ հաստությունը, իսկ ամռանը կենտրոնանում է որոշ խորության վրա: Ամռանը նեղուցում առաջանում է իզոթերմների բնորոշ ծովացք: Նկատվում են զգալի գրադիենտներ թուիչքի շերտում:

Պարզվել են Փոքր և Մեծ Սևանի միջև ջրափոխանակման պատճառները: Ընդ որում ամռանը վերին շերտերում դիտվում է հոսանք Մեծ Սևանից դեպի Փոքրը, իսկ ցածր շերտերում՝ Փոքրից դեպի Մեծ Սևանը: Այդ հոսանքները առաջանում են այն պատճառով, որ ամռանը գոյություն ունի մշտական հոսք Մեծ Սևանից դեպի Փոքրը:

Լճի այդ մասերի ջերմափոխանակման համար առաջարկված է հաշվարկի եղանակ և ցույց է տրված, որ ամռանը ադվեկցիայի շնորհիվ Մեծ Սևանը կորցնում է, իսկ Փոքրը ստանում է  $30-35 \cdot 10^{12}$  կ/կալորիա:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Айнбунд М. М. «Некоторые вопросы термики озера Севан». Труды III Всесоюзного гидрологического съезда, т. 4, 1959.
2. Давыдов В. К. «Термика озера Севан». Материалы по исследованию озера Севан и его бассейна, часть II, вып. 1, Редиздат ЦУЕГМС, Л., 1934.
3. Зайков Б. Д. «Очерки по озероведению». Гидрометеоздат, 1955.
4. Шокольский Ю. М. «Океанография». Гидрометеоздат, 1959.
5. Defant A. „Die Strömungen in meistrbaen“. D. Hydr. Zeltscher, Bd. 8, № 1.