

УДК 551.481

О. А. АЗЕРНИКОВА

РЕЖИМ ВОЛНЕНИЯ НА ОЗЕРЕ СЕВАН В НАВИГАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

Режим волнения рассматривается здесь, в основном, с точки зрения безопасности судоходства. Поэтому решаются, главным образом, два вопроса: какова сила наиболее значительного волнения, повторяемость которого при этом была бы не менее 4%, и какие районы озера наиболее благоприятны для плавания в течение навигационного периода. За навигационный принят период с апреля по октябрь.

Материалы наблюдений над волнением на Севане весьма немногочисленны и не могут поэтому служить для получения режимных характеристик. Однако, их можно использовать для приближенной оценки максимальных волн, а также для проверки надежности расчета элементов волн.

Непосредственно же волновой режим озера, т. е. размеры волн определенной повторяемости и обеспеченности, можно получить лишь расчетным путем, используя имеющиеся многолетние данные о скорости и направлении ветра над озером.

Результаты натуральных наблюдений над волнением. Инструментальные наблюдения над волнением на Севане производились лишь посредством максимально-минимальной вехи. Веха была установлена в августе 1964 г. в центре Большого Севана и действовала там до ноября 1965 г.

С августа 1967 г. по январь 1969 г. наблюдения по вехе производились в Малом Севане, в 1,5 км от полуострова. В период с 10 сентября 1969 г. по февраль 1970 г. измерения производились в проливе между Большим и Малым Севаном. Отсчет по вехе снимался обычно раз в 10 дней.

Из наблюдений по вехе следует, что в Большом Севане высота максимальных волн в августе—октябре достигала 2,4 м, а в ноябре—январе—3,9 м. В проливе осенью были измерены волны высотой до 1,7 м, а зимой—до 3,5 м. В феврале 1970 г. был зафиксирован шторм высотой волн до 3,8 м.

Наиболее спокойной является северная часть озера. Так, летом в этом районе преобладали волны менее 1,5 м, лишь два раза были отмечены волны высотой около двух метров. В зимний период отмечались волны до 2,9 м.

Визуальные наблюдения над волнением производятся во время рейдовых наблюдений на озере. Однако при сильном волнении судно зачастую не работает. Поэтому, несмотря на многочисленность этих материалов, они также не могут служить для режимных обобщений.

Для определения условий безопасного судоходства наиболее важными являются сведения о больших волнах, повторяемость которых со-

ставляла бы при этом не менее 4%, а обеспеченность 1%. Понятие повторяемости общеизвестно. Что касается обеспеченности волновых параметров, то, возможно, следует напомнить, что она характеризует положение той или иной волны в целом спектре волн, наблюдающихся на определенном водном участке в данный момент. Так, волна 1% обеспеченности—это наибольшая из 100 волн, проходящих последовательно через какую-то фиксированную точку на водной поверхности.

Наиболее ответственным моментом при расчете элементов волн является определение исходных значений скорости и направления ветра. Поэтому следует описать источники материалов и те способы, которые легли в основу определения ветра над акваторией озера.

Определение скорости и разгона ветра. Воздушные течения в бассейне оз. Севан отличаются большой сложностью и своеобразием и это, в свою очередь, определяет сложный характер волнового режима.

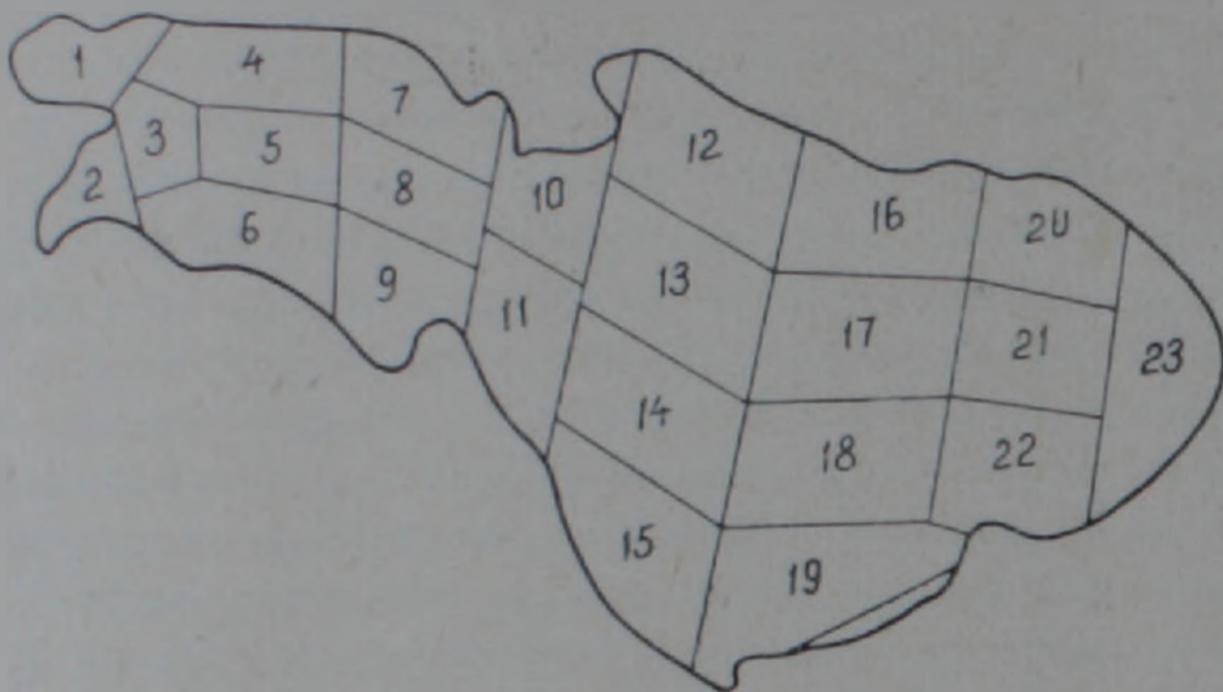
Ветровой режим озера определяется сочетанием местных ветров и более общих воздушных потоков, распространяющихся на все Закавказье. В теплое время года можно выделить два типа циркуляции: восточный и западный. Преобладает восточный тип, при котором в бассейне озера распространяются ветры восточных направлений. Однако, горы, окружающие озеро, вносят заметные искажения в направление ветра, и в результате над Малым Севаном и над западной частью Большого Севана летом преобладают северные и северо-восточные ветры, а над центральным и восточным районами Большого Севана—восточные и юго-восточные.

Повторяемость западного типа циркуляции летом невелика, но заметно увеличивается весной и осенью. При этом западные ветры распространяются на все озеро. При ослаблении общей циркуляции, а также на подветренной стороне озера создаются условия для возникновения бризов—ветров местного происхождения, направленных днем с озера на берег, а ночью—обратно. Эти ветры, как правило, не обладают высокими скоростями и не играют существенной роли в образовании волн.

Наибольшей силой обладают постоянные ветры, и именно их следует принимать во внимание при расчете волнового режима.

Для расчета волн 4% повторяемости за основу были приняты данные о ветре такой же повторяемости. Для этого в значительной степени был использован Справочник по климату (вып. 16, ч. III, «Ветер», Л., ГИМНЗ, 1967), где обобщены материалы в среднем за 30 лет. Кроме этого, дополнительно были использованы архивные материалы эпизодических и постоянных наблюдений на берегах Севана, не вошедшие в Справочник, а также наблюдения на плотках. Особенно ценным дополнительным материалом послужили измерения, произведенные в центре Большого Севана с помощью автоматического радиовеометра (АРИВ-М-42). Эти наблюдения позволили установить репрезентативность береговых наблюдений над ветром по отношению к открытому озеру.

Для определения элементов ветра и воли все озеро было условно разделено на 23 квадрата (их положение указано на фиг. 1). Для каждого из этих квадратов прежде всего определили наибольшую скорость ветра, повторяемостью не менее 4%. Далее определили направление этого ветра для вычисления его разгона над водной поверхностью. На ак-



Фиг. 1. Деление озера на квадраты для расчета высоты волн.

ватории Малого Севана ветер определили по данным наблюдений в пунктах Севан-полуостров, Севан-МС и Шоржа. В Большом Севане характеристики ветра были установлены по данным наблюдений в Мазре, откуда ветер направлен в сторону озера в подавляющем большинстве случаев. Дополнительно для анализа были использованы данные других станций (Камо, Мартуни, Дара), а также данные АРИВ-а.

В результате расчетов выяснилось, что наибольшая скорость ветра, повторяемостью около 4%, колеблется в разных районах Севана, в зависимости от сезона, от 8 до 12 м/сек. При этом в Малом Севане преобладает 10—11 м/сек, а в Большом Севане—9—11 м/сек.

Разгон ветра над водной поверхностью был определен также для каждого из 23 квадратов, учитывая преобладающее направление наиболее сильных ветров и район их действия. Выяснилось, что максимальный разгон ветра на Севане, повторяемостью около 4%, не превышает 45 км, хотя протяженность озера, как известно, больше. Правда, бывают случаи, когда мазринский ветер распространяется по всему озеру, до его северных берегов, и тогда разгон ветра увеличивается до 70 км. Однако, эти случаи исключительно редки.

Методика расчета высоты ветровых волн. Здесь мы приводим результаты расчета только высоты воли, так как недостаток сведений о длине и периоде воли на Севане не позволяет проверить надежность этого расчета.

Для расчета элементов волн существует множество формул, разработанных различными авторами, теоретическим или эмпирическим путем. Для условий Севана были выбрана методика, рекомендуемая «Методическими указаниями о составлении прогнозов ветрового волнения и зыби на морях и океанах» (вып. 19, М, ГИМИЗ, 1961 г.). Данная мето-

дика была выбрана из тех соображений, что Севан в отношении волнения является водоемом глубоководным. Мелководная зона обычно ограничивается изобатой, глубина которой $H = 0,4T^2$ (T — период волн). Эта глубина составляет в условиях Севана около 6 метров, а площадь, ограничиваемая этой изобатой, очень незначительна. Средняя глубина Севана около 30 метров, поэтому для волн Севан — водоем глубоководный, принципиально не отличающийся от моря. Специфика же волнения в водоеме небольших размеров учитывается при введении в расчет разгона ветра.

Высоты волн были рассчитаны с помощью номограмм, приложенных к упомянутому Руководству, по данным о скорости и разгоне ветра в каждом квадрате. Расчет проведен для условий установившегося волнения, каковое наступает на озере уже через три часа после начала действия ветра. На первом этапе были получены высоты волн 50% обеспеченности. Затем по этим данным, с помощью безразмерных функций распределения, были рассчитаны волны 1% обеспеченности. Расчет проведен для центра каждого квадрата. На периферии квадрата высоты могут варьировать в пределах $\pm 0,2$ м.

Результаты расчета высоты волн приводятся в табл. 1. Как видно из таблицы, разные районы озера подвержены волнению в неодинаковой степени. Кроме того, волнение в каждом районе зависит от времени года и в разные месяцы проявляется по-разному.

Таблица 1

Расчетная высота волн на оз. Севан повторяемостью 4% и обеспеченностью 1%

№ квадрата	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1	0,7	0,7	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0
2	0,7	0,7	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0
3	1,2	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
4	1,4	0,7	1,0	1,0	1,2	1,0	1,4
5	1,4	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4
6	1,4	1,2	1,4	1,7	1,7	1,7	1,4
7	1,4	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4
8	1,4	1,2	1,2	1,4	1,7	1,4	1,4
9	1,4	1,2	1,3	1,3	1,7	1,4	1,4
10	1,4	1,4	1,7	1,9	1,9	1,4	1,4
11	1,4	1,4	1,7	1,9	1,9	1,4	1,4
12	1,4	1,4	1,7	1,9	1,9	1,4	1,2
13	1,4	1,4	1,7	1,9	1,9	1,4	1,2
14	1,4	1,4	1,7	1,9	1,9	1,4	1,2
15	1,4	1,4	1,7	1,9	1,9	1,4	1,2
16	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,2	1,0
17	1,4	1,4	1,7	1,9	1,7	1,4	1,2
18	1,3	1,3	1,6	1,7	1,7	1,3	1,2
19	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	1,0	0,7
20	0,7	0,7	1,0	1,2	1,2	1,0	0,7
21	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,2	1,0
22	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,2	1,0
23	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6

В целом озеро наиболее спокойно весной — в апреле-мае. Расчетная высота волн в апреле, как правило, не превышает 1,4 м по всему озеру.

В навигационный период наибольшей силы волнение достигает летом — в июле-августе. В юго-западной части Малого Севана расчетная высота волн в этот период составляет 1,7 м, а в западной половине Большого Севана — 1,9 м.

К осени волнение снова уменьшается. В сентябре и октябре на большей части озера преобладают волны до 1,4 м.

Расчет волнения на Севане позволяет выделить районы наиболее сильного или, наоборот, слабого волнения. Наибольшее волнение, как правило, характерно для средней части озера, примыкающей к проливу со стороны Большого Севана. Наиболее спокойной в Большом Севане является его крайняя юго-восточная часть, подветренная по отношению к мазринским ветрам.

В Малом Севане наиболее безопасны две его северные бухты, особенно Лчашенская. С мая по август относительно спокоен район, прилегающий к северному берегу Малого Севана, от полуострова до Шоржи. Но в апреле, а также в сентябре и позднее, со сменой ветров этот район перестает быть надежным убежищем от воли.

Сопоставление расчетных и фактических данных. Чтобы произвести оценку точности расчетного метода, необходимо иметь сведения не только об измеренных волнах, но и о ветре в точке измерения. С этой точки зрения использовать наблюдения по вехе затруднительно: неточности самого метода сольются с неточностями, возникшими при определении исходных данных по ветру и неизбежных при экстраполяции береговых данных на район действия вехи.

Поэтому для оценки расчетного метода были использованы результаты рейдовых наблюдений, производимых на озере ежедекадно, начиная с 1950 года. Высота волны во время этих наблюдений оценивалась визуально в баллах, но при этом каждое наблюдение на судне сопровождалось измерением скорости ветра по анемометру. После просмотра данных за весь период наблюдений, были выбраны все случаи значительного волнения, а также несколько случаев слабого волнения, обычно наблюдавшегося в то же время у подветренного берега или в районах с более слабым ветром. Из выбранных материалов были исключены случаи явной зыби (т. е. случаи, когда при ветре 1—2 м/сек отмечалось волнение III—IV балла). После этого осталось около 100 наблюдений над развитым волнением, которые и были использованы для проверки расчетного метода.

Результаты сравнения расчетных данных с фактическими показали, что на 84% расчетные высоты волн совпадают с фактическими в пределах одного балла, а на 92% — в пределах 1 балл \pm 5 см. Отклонения на 30—40 см за пределы одного балла составляют всего 5% случаев.

Таким образом, выбранный метод расчета волн в условиях Севана обеспечивает точность в 1 балл. Ошибки могут возникнуть, в основном, лишь в случае неточных данных о ветре.

В последние годы широкое распространение получил спектральный метод расчета элементов волн. Этот метод рассматривает взволнованную поверхность как результат сложения большого числа отдельных синусоидальных волн разных амплитуд и направлений. Расчет по спектральному методу предусматривает использование тех-же зависимостей, которые применяются обычно для расчета элементов волн (в том числе и использованные нами). Однако, все вычисления производятся не только по величине разгона в направлении ветра, но по всем направлениям в пределах $\pm 90^\circ$ от направления ветрового потока. При этом распределение волновой энергии по различным направлениям принимается в соответствии с теорией и с имеющимися, пока еще немногочисленными, экспериментальными наблюдениями.

Расчет высоты волн по спектральному методу для условий Севана был произведен нами с применением формы спектра, предложенной Ю. М. Крыловым. Расчет показал, что для высот волн 4% повторяемости и однопроцентной обеспеченности (то есть высотой до 2 м) спектральный метод не дает сколько-нибудь существенных изменений по сравнению с примененным. Лишь в районе пролива, за счет поглощения волновой энергии сближающимися берегами, высоты волн, рассчитанные по спектральному методу, ниже на 0,2 м. В других районах разница еще меньше. Лишь в том случае, если рассматривать волны, близкие к максимальным (более 4 м), ограничивающая роль берегов становится более заметной.

В заключение следует подчеркнуть, что данные расчета, приведенные в табл. 1, являются средними многолетними и ни в коей мере не представляют картину конкретного волнения. Как уже отмечалось, система ветров на Севане чрезвычайно сложна и изменчива. Зачастую сильные ветры дуют лишь в Малом Севане, а в Большом Севане в этот момент безветрие, или наоборот. Кроме того, не всегда на Севане дуют описанные выше «типичные» ветры. Существует некоторая вероятность ветров и других направлений. И хотя повторяемость их невелика, однако на какое-то время они могут существенно изменить описанную среднюю схему волнения. Например, при сильном западном ветре, который иногда бывает и летом, районы, указанные на картограммах как спокойные, перестают быть таковыми.

Данные расчета, как средние многолетние, могут помочь при выборе, например, постоянной трассы судов или при строительстве прибрежных объектов. Что касается повседневной изменчивости волновой обстановки на озере, то для этого необходимо тщательно следить за скоростью и направлением ветра и при возможности пользоваться его прогнозом. Последнее позволит прогнозировать силу волнения и тем самым обезопасить судоходство в открытой части озера, а также работы и отдых в прибрежной зоне.

Օ. Ա. ԱԶԵՐՆԻԿՈՎԱ

ԱԼԵԿՍԱՆԴՐՈՎՅԱՆ ՌԵԺԻՄԸ ՍԵՎԱՆԱ ԼՃՈՒՄ ՆԱՎԱՐԿՈՒԹՅԱՆ
ԺԱՄԱՆԱԿԱՇՐՋԱՆՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում բերվում են Սևանա լճում ալեկոծության վերաբերյալ կատարված բնական դիտարկումների արդյունքները: Ալիքի առավելագույն արժեքը հասել է 3,9 մ: Ալեկոծության ռեժիմը տրվում է հաշվարկային եղանակով, օգտագործելով քսամու պարամետրերի երեսուն տարվա տվյալները:

Ապրիլից մինչև հոկտեմբեր յուրաքանչյուր ամսվա համար հաշվված է ալիքի բարձրությունը 4 տոկոս կրկնելիության և 1 տոկոս ապահովվածության դեպքում: