

УДК 551.466(477.74) + 578.08

**Л. В. Гыжко**, преподаватель  
кафедра физической географии и природопользования,  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ В ЛИМАНАХ АЛИБЕЙ И ШАГАНЫ ЛЕТОМ 2008 ГОДА

Во второй половине августа 2008 г. кафедрой физической географии и природопользования ОНУ имени И. И. Мечникова были исследованы лиманы Шаганы и Алибей из Тузловской группы. Они расположены на северо-западном побережье Черного моря. По натурным измерениям впервые составлены карты (масштаб 1:50000) распространения температуры в поверхностном и придонном горизонтах. В условиях мелководья (глубина менее 2,5 м) обнаружен слой скачка температуры на глубинах 1,3–1,6 м.

**Ключевые слова:** Черное море, побережье, лиманы, глубина, температура.

### Введение

Во время выполнения кондиционной физико-географической съемки лиманов Шаганы и Алибей значительное внимание было уделено исследованию температуры воды. До недавнего времени сведения о её распределении по площади акватории лиманов были отрывочными и единичными. Невозможно было составить полноценную реальную карту температуры, причем с выделением значений на поверхности и у дна водной толщи. Сейчас пришло время такого антропогенного пресса на природную систему изученных лиманов, что без подробной достоверной информации не обойтись. Для обеспечения рационального природопользования и сохранения полезных свойств лиманов настало время для получения такой информации. В этой связи тема данной работы является актуальной.

*Цель работы* состоит в выявлении и теоретической обработке (обсуждении) температуры воды в лиманах Шаганы и Алибей за последние несколько лет. Для достижения цели данной работы решались следующие основные задачи: а) выполнить анализ общего состояния лиманов Алибей и Шаганы; б) в каждом из лиманов установить закономерности формирования температурного режима на поверхности водной толщи; в) в каждом из лиманов установить закономерности формирования температурного режима в придонном горизонте водной толщи; г) составить карты температу-

ры и установить закономерности её распределения по площади акватории. Таким образом, *объектом исследования* являются акватории лиманов Шаганы и Алибей, а *предметом исследования* — закономерности распределения по площади и по вертикали температуры воды в лиманах Шаганы и Алибей.

Наиболее важным гидрофизическим показателем водной среды является ее температура. Температура оказывает огромное влияние на биологические и химические процессы в водоеме. Она меняется на протяжении суток за период распространения положительных температур, на протяжении сезонов года и в многолетнем разрезе. Однако практически ни один автор не представил данную информацию в пространстве, т. е. карты распределения температуры воды в поверхностном и придонном горизонтах на основании натурной кондиционной физико-географической съемки. Конечно, в течение разных сезонов года и конкретной погоды содержание карт будет различным. Однако закономерности пространственного распределения будут подобными. Именно они необходимы для представлений о природной системе лиманов Шаганы и Алибей и могут быть использованы для оптимального природопользования.

### **Материалы и методика исследований**

Лиманы Шаганы и Алибей исследовались путем отработки физико-географических станций на акватории обоих водоемов. Местоположение гидрологических станций определялось ручным секстантом СНО-Т по ориентирам на берегу. Станции наносились на карту с помощью протрактора ПРМ № 85145 по измеренным углам. На каждой гидрологической станции проводились промеры глубины, определение прозрачности воды, измерялась температура воды на поверхности и возле дна, отбирались пробы воды на поверхности и у дна для определения солености и концентрации взвешенных наносов, отбирались пробы донных отложений. Плотность станций соответствует лимнологической съемке в масштабе 1:50000. Всего было отработано 54 гидрологических станции. На акватории лимана Шаганы отработано 24 станции, лимана Алибей — 30 станций.

В данной статье нас интересует распределение температуры воды по акватории обоих лиманов у поверхности и возле дна. Температура воды измерялась термометром с фиксацией интервала измерений 0–35 °С, с ценой деления у термометра 0,1 °С.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

До недавнего времени информацию о температуре воды в лиманах Шаганы и Алибей разные авторы получали по данным одиночного опробования. Полноценная съемка не применялась, разные горизонты не учитывались. Лиманы находятся на побережье Черного моря (рис. 1).

**Общие сведения.** Лиманы Шаганы и Алибей относятся к маловодным. Глубины лимана Шаганы составляют от 0,1 до 2,1 м, а среднее значение

равно 1,41 м, а в Алибее колеблются от 0,1 до 2,5 м. В лимане Шаганы средняя глубина равна 1,37 м [4]. Лиман Шаганы отделен от Черного моря песчано-ракушечной пересыпью шириной от 80 до 310 м, высотой от 1,4 до 3,5 м. Длина его по продольной оси — 11,5 км, ширина — от 2,2 до 9,3 км, площадь — 74 км<sup>2</sup>, объем воды — 110 млн м<sup>3</sup> [1]. Как и Шаганы, лиман Алибей отделен от Черного моря песчано-ракушечной пересыпью шириной 100–250 м, а высотой до 2,9 м, характеризуется повышенной шириной эоловой зоны, часто залегают две эоловых гряды. Соединяется с лиманами Шаганы, Бурнас, Карачаус проливами, а с озером Хаджидер — узким каналом. Длина Алибея по продольной оси равна 15 км, ширина — от 2 до 11 км, площадь — 72 км<sup>2</sup>, а объем воды — 100 млн м<sup>3</sup> [2].



Рис. 1. Схема географического местоположения изученных лиманов Шаганы и Алибей из группы Тузловских лиманов (показаны черной стрелкой) на северо-западном побережье Черного моря

Оба лимана значительны по площади, что приводит к тесному контакту водной поверхности с ветровым потоком. При этом возможно практически синхронное развитие ветровых волн, ветровых течений и сгонно-нагонных колебаний уровня воды. Одновременно создаются благоприятные условия для разрушения стратифицированных слоев и значительного перемешивания воды. В итоге обеспечивается динамическое выравнивание температурных градиентов как по горизонтали, так и по вертикали. Охлаждению воды способствует разгрузка подземных вод на дне лимана. Зимой вторичные лиманы охлаждаются сильнее, а летом — прогреваются сильнее. Соответственно, в очаге своего влияния, втекая в Шаганы и Алибей, воды вторичных лиманов (рис. 2) повышают или понижают температуру. Ана-

логичный характер влияния и у морской воды. Правда, она пополняет лиманы преимущественно во время штормового переплескивания через пересыпи и образования временных прорыв.

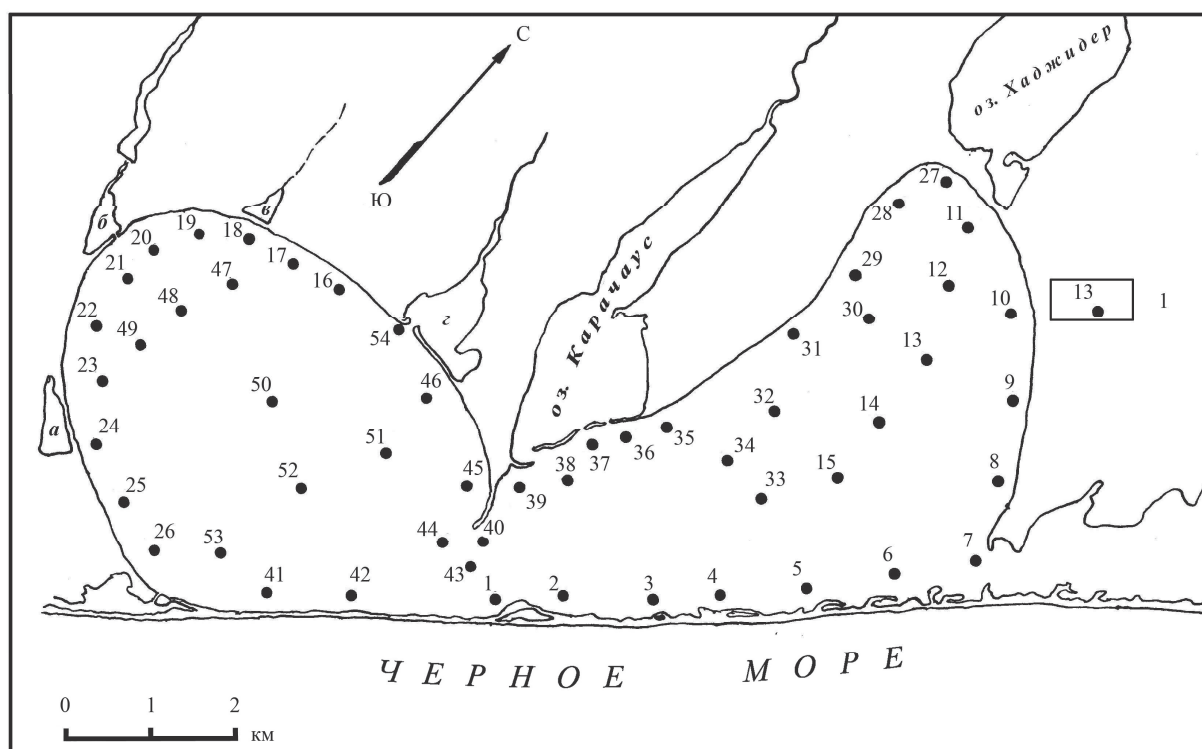


Рис. 2. Картограмма распределения гидрологических станций на акватории лиманов Шаганы и Алибей. Обозначение: 1 — положение станций и ее номер. Вторичные лиманы: а — Соленый; б — Магалеvское; в — Мартаза; г — Будуры [5]

Температура воды в лиманах. Во время исследований велись измерения температуры воды в поверхностном и придонном слое воды. Как и другие физико-географические характеристики, температура воды измерялась на 24 станциях в лимане Шаганы и на 30 станциях в лимане Алибей. Такая высокая плотность опробования по площади ранее не применялась (масштаб 1:25000), а в данном случае обеспечивается высокая достоверность полученного результата. В условиях мелководности, относительно простого контура береговой линии, близкого к округлому, спокойного рельефа дна, как правило, принято считать [2, 3], что распределение температуры отличается однообразием как по площади, так и по вертикали водной толщи. Однако в изученных лиманах картина оказалась иной.

**В лимане Шаганы** наименьшая температура на поверхности ( $+25^{\circ}\text{C}$ ) была отмечена на ст. 16 возле подветренного обрывистого берега между вторичными лиманами Мартаза и Будуры (рис. 2). Максимальной же была температура  $+27,8^{\circ}\text{C}$  на ст. 41 возле пересыпи лимана. Как видим, в конце лета температурный фон весьма высок и разница поверхностной температуры в разных частях акватории может достигать  $\Delta t^{\circ} = 2,8^{\circ}\text{C}$  (рис. 3). Для такого водоема, как Шаганы, это весьма существенная разница, которая должна учитываться при хозяйственном использовании лимана [5].

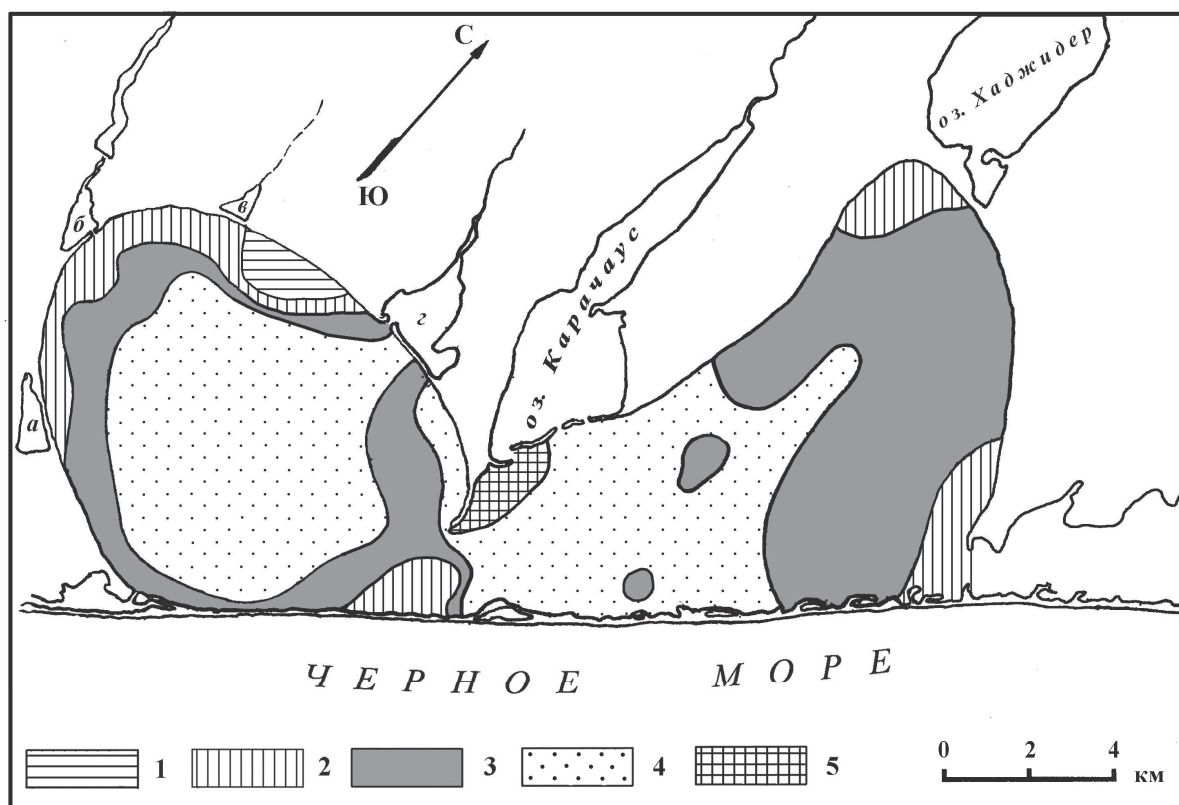


Рис. 3. Картограмма распределения значений температур в поверхностном слое воды лиманов Шаганы и Алибей. Вторичные лиманы: а — Солёный; б — Магалеvское; в — Мартаза; г — Будуры. 1 —  $\leq 25$  °C; 2 — 25–26 °C; 3 — 26–27 °C; 4 — 27–28 °C; 5 —  $\geq 28$  [5]

Среднее по всей акватории лимана значение поверхностной температуры воды оказалось равным 26,432 °C. Получается, что разность между максимальной и средней температурой составляет +1,368 °C, а между средней и минимальной –1,432 °C, т. е. существенно больше. Это указывает на то, что среднее значение тяготеет к максимальным значениям, и прогревание поверхностных вод является ведущим гидрологическим процессом. В условиях еще достаточно сильной солнечной радиации конца лета можно было бы ожидать повышенной продуктивности первичной продукции в лимане, вплоть до сильного цветения, но этого не произошло. Достаточно существенная динамичность вод приводит к перемешиванию воды, а окислительный процесс регулирует нормальное состояние воды [3, 5]. В этой связи можно утверждать, что температура поверхностных вод благоприятствует высокой биологической продуктивности, в том числе — и промысловых организмов в данном лимане.

Что касается придонных вод, то в лимане Шаганы их минимальная температура составляет 24,5 °C (ст. 16). Она ниже, чем на поверхности, на 0,5 °C, хотя глубины на данной станции не более 1 м. В итоге можем считать, что даже на малых глубинах вертикальный гидротермический градиент превышает барьер скачка температуры на 0,2 °C. Максимальная из придонных была равна 27,5 °C (ст. 41) — на 0,3 °C больше минималь-

ной, что тоже составляет достаточно большую величину вертикального перепада. Значения выше средних в лимане Шаганы в придонном слое отмечено на 48 % площади (рис. 4).

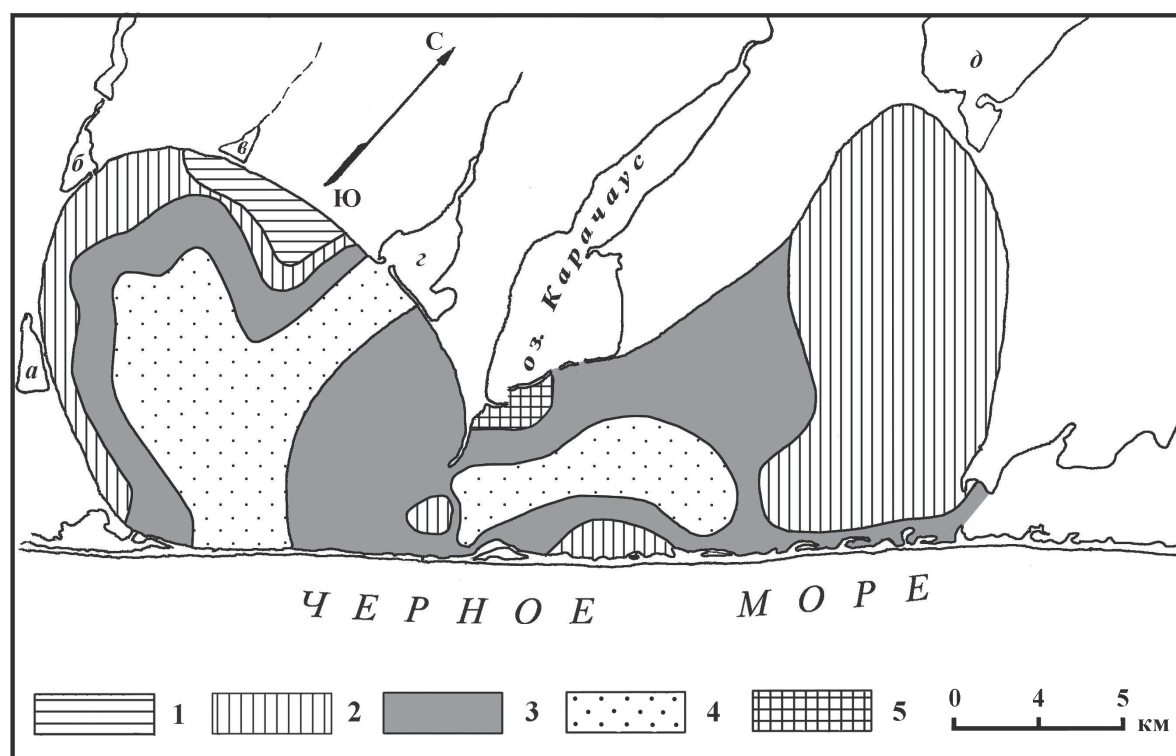


Рис. 4. Картограмма распределения значений температур в придонном слое воды лиманов Шаганы и Алибей. 1 —  $\leq 25$  °C; 2 — 25–26 °C; 3 — 26–27 °C; 4 — 27–28 °C; 5 —  $\geq 28$  °C. Вторичные лиманы: а — Солёный; б — Магалевский; в — Мартаза; г — Будуры [5]

Отклонение максимальной температуры от средней составило +1,324 °C, а минимальной от средней –1,676 °C. Значит, среднее ближе к максимальным значениям, как и у поверхностных вод. В общем же разница между максимальной и минимальной температурами в придонном слое равна 3 °C, что больше по сравнению с поверхностной температурой. Эти различия можно объяснить тем, что изменчивость поверхностных вод, которые соприкасаются непосредственно с атмосферным воздухом, более активная и на большую величину, а в придонном горизонте температуры более стойкие, менее динамичны. Следовательно, даже в таком мелководном водоеме со значительной площадью, как Шаганы, обнаружена достаточно четко выраженная термическая стратификация, разделение толщи воды на горизонты с разной температурой. Причем разность даже между средними значениями существенна: в поверхностном горизонте среднее значение равно 26,432 °C, а в придонном 26,176 °C, т. е. разность составила 0,256 °C. Это тем более необычно, что летом вода сильно прогревается и до дна в очень мелком, но обширном приморском водоеме.

Вероятнее всего, что обнаруженный нами термический режим лимана, в отличие от более глубоких лиманов (например, Тилигульского, Березан-

ского, Донузлава), характеризуется высоким летним фоном в придонном горизонте. А различия, подчас существенные, на различных станциях указывают, что летом на температуры воздействуют суточные колебания приземной части атмосферы и достаточно активное перемешивание слоев воды. Нечасто температура поверхностной воды равна температуре придонной воды (например, на ст. 49, 50, 53), в частности — во второй половине светлого времени суток.

*В лимане Алибей* распределение температуры воды подобно тому, которое обнаружено в Шаганах. Естественно, что конкретные значения несколько иные. В частности, на поверхности воды максимальная температура равна 28,1 °С (ст. 38, 39), а минимальная — 25,8 °С (ст. 8). Как видим, разность между ними достигает 2,3 °С, что меньше, а значит — в общем и колебания меньше, чем в лимане Шаганы. По максимальным и минимальным абсолютным значениям в Алибее величины тоже меньше, соответственно на 0,3 °С и 0,8 °С. Следовательно, в Алибее вода на поверхности имеет более низкие крайние значения, хотя средняя по всем станциям величина температуры очень близка — она равна 26,707 °С. Это на 0,275 °С больше, и получается, что в общем в Алибее на поверхности вода теплее при меньшем отклонении от среднего. Максимальная температура отклоняется от средней на 1,393 °С, а минимальная — на 0,907 °С. Эти абсолютные отклонения меньше, чем на Шаганах, а потому не только максимумы и минимумы меньше, но и разброс значений ряда также меньше. Эта найденная нами закономерность выделяет Шаганы из ряда соседних лиманов на побережье Черного моря.

Значит, ряд значений температуры на выполненных станциях тяготеет в большей мере к минимальным, а не к максимальным (рис. 3 и 4). В самом деле, 59 % всех станций показали воду более холодной, чем среднее значение в поверхностном слое. В этой связи можно сделать заключение, что поверхностные воды в лимане Алибей более прохладны, чем в Шаганах. Поскольку условия прогревания солнечными лучами у этих водоемов в общем одинаковы, то причину более холодных поверхностных вод в конце лета надо искать в другой плоскости. Видимо, определенное воздействие оказывает разгрузка подземных вод и несколько большая глубина в Алибее.

Что касается придонной воды в лимане Алибей, то летом крайние значения составляют для максимума 28,0 °С (ст. 38, 39), а для минимума 25,5 °С (ст. 3). Это меньше, чем на поверхности толщи воды, но больше, чем в придонных водах Шаганов также в конце летнего сезона. Такая закономерность указывает на значительное термическое разнообразие изученных лиманов, а потому на возможность проживания весьма разнообразных животных, в т. ч. и промысловых, включая и пригодных для акклиматизации. По крайней мере, этому благоприятствует термический режим вод в лиманах Шаганы и Алибей.

При всем разнообразии значений, среднее для *придонного горизонта* в Алибее равно 26,341 °С, что на 0,366 °С меньше, чем у поверхностной воды Алибея, но на 0,165 °С больше, чем у дна лимана Шаганы. К тому же отклонение максимума от среднего значения составляет +1,66 °С, а

минимума — только на  $-0,841^{\circ}\text{C}$ . Как видим, среднее тяготеет к низким температурам (рис. 3 и 4). Следовательно, донная вода в Алибее в общем холоднее поверхностной, как и на лимане Шаганы. Такое температурное расслоение, очевидно, является весьма характерным для всех изученных лиманов, несмотря на их крайнюю мелководность и открытость ветрам всех направлений и скоростей. Надо обратить особое внимание на эту закономерность, поскольку оба лимана имеют примерно равные глубины и рельефные контуры чаши, а потому подавляющее большинство авторов уверено, что в таких мелководных лиманах отсутствует термическая стратификация. Она значительно влияет на изменения планктона, его видового состава, массы, численности, продуктивности и пр., тех организмов, которые находятся в начале пищевой цепи. Получается, что и по показателям придонных вод лимана Алибей этот водоем благоприятен для выращивания пищевой ихтиофауны и других морепродуктов. Мало того, указанные характеристики температуры весьма благоприятны для накопления солей и отдельных химических элементов в илах, что благоприятно влияет на формирование лечебных илов («лиманских грязей» — «пелоидов»).

## **Выводы**

1) Исследование температуры воды в лиманах Алибей и Шаганы впервые получено на основании кондиционной физико-географической съемки в масштабе 1:50000. Температурные характеристики воды увязаны с остальными географическими элементами природной системы лиманов.

2) В обоих лиманах обнаружена термическая стратификация водной толщи, что считается незакономерным для столь мелководных лиманов. Причем, летом на поверхности температура воды больше, чем в придонном горизонте.

3) Разность между минимальной и максимальной температурами в поверхностном горизонте воды в Алибее составила  $2,3^{\circ}\text{C}$ , в Шаганах —  $2,8^{\circ}\text{C}$ . В придонном горизонте разность между максимальной и минимальной оказалась равной  $2,5^{\circ}\text{C}$  в Алибее, а в лимане Шаганы —  $3,0^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, в Шаганах разброс температур больше как на поверхности, так и у дна. В общем, можно считать, что в Шаганах температура воды в общем выше, чем в Алибее.

## **Литература**

1. *Географічна енциклопедія України*: в 3 томах / Редкол. О. М. Маринич (відпов. редактор) та ін.: Томи 2–3. — Київ: УРЕ ім. М. П. Бажана, 1990.
2. *Розенгурт М. Ш.* Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. — Киев: Наукова думка, 1974. — 224 с.
3. *Тимченко В. М.* Экологическая гидрология водоёмов Украины. — Киев: Наукова думка, 2006. — 383 с.
4. *Эдельштейн К. К.* Лимнологическая практика. — Москва: Изд-во Московского ун-ва, 1989. — 96 с.
5. *Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В., Гыжко Л. В., Вержбицкий П. С.* Физико-географические черты природы лиманов Шаганы и Алибей на побережье Черного моря // Причорно-морський Екологічний бюлетень. — 2009. — № 1 (31). — С. 96–111.

**Л. В. Гижко**

кафедра фізичної географії та природокористування,  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

## **РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ В ЛИМАНАХ АЛІБЕЙ І ШАГАНИ ВЛІТКУ 2008 РОКУ**

### **Резюме**

Влітку 2008 р. були досліджені лимани Шагани та Алібей з Тузловської групи, що розташована на північному узбережжі Чорного моря між гирлами річок Дністер та Дунай. Площа лиману Шагани становить 74 км<sup>2</sup>, а Алібею — 72 км<sup>2</sup>. На акваторії обох були відпрацьовані 54 станції. На кожній станції вимірювалася температура води у поверхневому та придонному шарах. Були побудовані карти розповсюдження температури води на поверхні і у придонного горизонту в масштабі 1:50000. Виявлений шар стрибку на глибинах 1,1–1,6 м в умовах значної мілководності, глибини становлять менше за 2,5 м.

**Ключові слова:** Чорне море, узбережжя, лимани, глибина, температура, картографування.

**L. V Gizhko**

Physical Geography Department,  
National Mechnikov's University of Odessa,  
Dvoryanskaya St. 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

## **DISTRIBUTION OF WATER TEMPERATURE IN ALIBEY AND SHAGANY LIMANS DURING SUMMER END OF 2008**

### **Summary**

In the summer of 2008 were studied limans Shagany and Alibey Tuzlovskoy group of limans. Both limans situated on the Northern Black Sea coast between deltas Dnube and Dnestr Rivers. Area of Shagany liman is 74 km<sup>2</sup> and Alibey liman 72 km<sup>2</sup>. In total, 54 hydrological station were worked out on the liman's aquatory Each station measured the water temperature. Maps were constructed distribution of water temperature on the surface and bottom in the horizon.

**Key words:** Black Sea, coast, limans, depth, temperature, mapping.