



УДК 551.465.05+574.635(262.5)

## АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ СУХОГО ЛИМАНА)

**Л.В. Гыжко**

Одесский национальный университет  
имени И.И. Мечникова, Украина,  
65082, Одесса-82,  
ул. Дворянская, 2

E-mail: physgeo\_onu@ukr.net

Во время строительства морских портов на Черном море использовались береговые лиманы и лагуны. Они закрыты от влияния штормовых волн, ветров и течений, от заносимости песками и илами. Один из таких портов (Ильичевск) и крупный судостроительно-судоремонтный завод были построены на месте Сухого лимана. Благодаря грамотному проектированию и природоохранным действиям, мощное антропогенное влияние оказывает лишь допредельное влияние на водную толщу в лимане. Природопользование является оптимальным.

Ключевые слова: Черное море, лиман, порт, районирование, водообмен, рельеф, биота, гидрохимия.

### Введение

В большинстве случаев непрерывное, сильное и многофакторное антропогенное влияние приводит к разрушению природной системы. Такое влияние сложилось на месте расположения большого морского торгового порта Ильичевск на северном побережье Черного моря (рис. 1). В отличие от многих других портов, Ильичевск был построен в выемке замкнутого Сухого лимана. Естественная лиманная депрессия была искусственно углублена, склоны полностью изменены, пересыпь была расчленена и застроена, береговые склоны укреплены, в нескольких местах лимана были построены искусственные грунтовые террасы для застройки, а несколько дамб разделили лиман на отдельные части. Гидрохимический режим лиманной воды обусловлен влиянием моря. Все это свидетельствует о сильном антропогенном воздействии на природную систему Сухого лимана, но очень своеобразно по сравнению с другими лиманами [1-3]. Реализуется ли это влияние как негативное или проектирование порта обеспечило гармонию между природой и транспортным влиянием? Постигла ли Сухой лиман судьба других морских портов при такой же степени антропогенной трансформации? Ответы на данные вопросы составляет *цель работы*. Для достижения цели были решены следующие *основные задачи*: а) обобщить основные сведения о Сухом лимане; б) выполнить районирование лимана; в) проанализировать и оценить особенности водообмена, гидробиологических и гидрохимических показателей лимана.



Рис. 1. Общая схема берегов Черного моря. Стрелкой указано местоположение Сухого лимана



Поскольку сильный антропогенный пресс на природу Сухого лимана действует непрерывно, то требуется и регулярное наблюдение для обеспечения нормального состояния лимана. Это относится и к рельефу, и к глубинам, к динамике вод как на поверхности, так и в придонных горизонтах, к чистоте воды и донных отложений, к биоте, к поддержанию глубин на канале и др. В этой связи тема статьи является *актуальной*. Объект исследования - Сухой лиман на северном побережье Черного моря как глубоко преобразованная антропогенным фактором природная система. В качестве *предмета* выступает оценка последствий антропогенного влияния на природную систему Сухого лимана.

### Основные сведения

Сухой лиман имеет наименьшие размеры среди окружающих: его длина составляет 7.2 км, ширина 1.5 км, площадь зеркала воды 5.7 км<sup>2</sup>, а водосбора – 347 км<sup>2</sup>. Сегодня средняя глубина составляет 8.5 м, максимальная – 15 м, объем воды – 42 млн м<sup>3</sup>. Мористым, фронтальным флангом лиман обращен на юго-восток, в сторону наиболее протяженных путей разгона штормовых волн. Сегодня вход в порт и сопредельные участки входа в порт подвергаются значительному влиянию ветров и волн [4]. Это способствует повышенной динамичности воды вообще и «закачке» морской воды в лиман в частности. Складываются условия формирования интенсивного водообмена с морем и очищения лиманной воды.

В настоящее время акватория и берега лимана занята портом Ильичевск, рыбным портом и гаванью судостроительно-судоремонтного завода. До середины XX в., в условиях почти двукратного превышения испарения над атмосферными осадками и ежегодного длительного пересыхания р. Дальник, в годы продолжительной изоляции от моря песчаной пересыпью, площадь Сухого лимана могла сократиться до  $\leq 1$  км<sup>2</sup>, т.е. почти в 6 раз. В то далекое время глубина в водоеме не превышала 1.5 м (при ординарном уровне максимальной глубина достигала 3 м). В геологическом отношении берега лимана сложены неогеновыми, плейстоценоголоценовыми осадочными отложениями, которые легко поддаются водной эрозии и морской абразии, влиянию температур и насыщения водой [5]. В 1957 г. песчаная пересыпь лимана была расчленена прорезью подходного судоходного канала. Канал и вход в порт, шириной 150 м и глубиной до 15 м, защищены двумя параллельными шпорами, которые выходят на глубину 5.2 м (рис. 2). Таким образом, они существенно перекрывают трассу северо-западного вдольберегового потока наносов, который зарождается между м. Бол. Фонтан и устьем Люстдорфской балки. Поэтому парные молы существенно уменьшают заносимость канала и сохраняют его глубоководность.

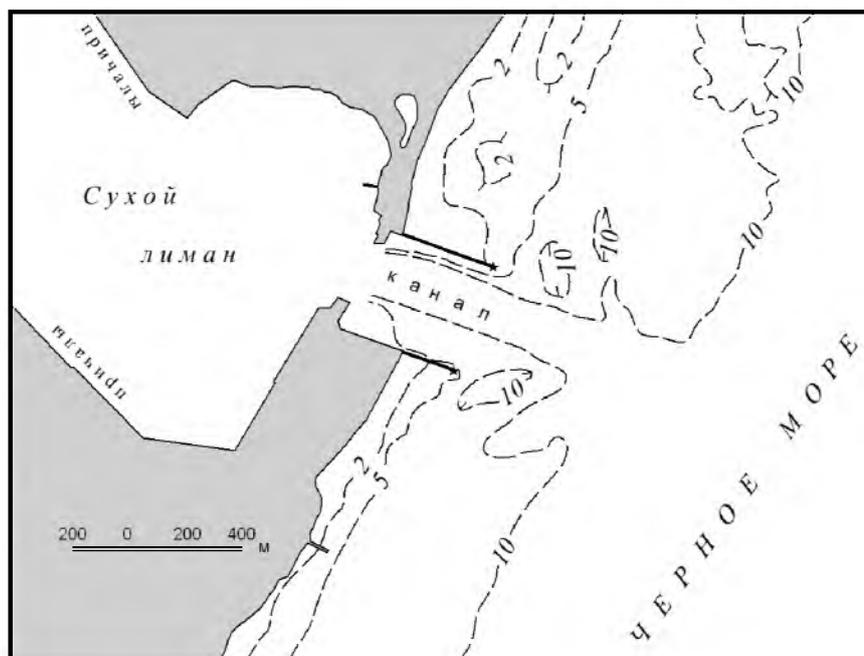


Рис. 2. Ситуационная схема контактной зоны подводного склона Черного моря и пересыпи преобразованного Сухого лимана. Пунктирная линия — изобаты, м. Жирные линии — внешние парные шпоры, ограждающие подходной канал

### Районирование лимана и его водообмен

Строительство дамб для дорог и переходов обособило отдельные части лимана и вызвало необходимость его районирования по рельефу и свойствам воды. Поэтому к началу XXI в. Сухой лиман оставался искусственно разделенным на отдельные части (рис. 3). В каждой части сложился свой собственный рельеф и питание водой, свой гидрохимический режим, различная биота и др. Поэтому весь лиман со всеми ветвями можно разделить на четыре части. Во-первых, это верховье, которое представляет собой отдельные небольшие пруды в долине малой реки Дальник. Они отделены от остальной части лимана дамбой, по которой проложена железная дорога у пос. Сухой Лиман. Дно и берега практически не изменены. Во-вторых, это средняя, Таировская, часть между дамбой и переправой, переходная к верховью, мелководная, слабо опресненная, испытывает сравнительно сильное влияние антропогенного фактора и очень небольшое влияние водообмена с основной (портовой) частью лимана. По дну проложен канал для подхода небольших судов к заводу железобетонных изделий. В-третьих, основная, портовая часть, которая располагается между переправой и устьем, подвержена максимальному антропогенному прессу под влиянием работы двух портов и железнодорожной переправы, смыва стоков с территории Ильичевска, Александровки и Бурлачьей Балки, активного дноуглубления на акватории лимана. В-четвертых, это устьевая часть лимана, которая прилегает к пересыпи и к искусственному выходу в море. Она характеризуется близостью к гидрохимическому и гидробиологическому режиму прилегающего участка моря. Таким образом, Сухой лиман был подвержен и подвергается сейчас сильному антропогенному влиянию [1]. Причем, это влияние вызвано в основном водным транспортом и работой береговых предприятий. Для лимана характерен комплекс осадочных неоген-четвертичных пород по краям лиманной депрессии. Морфология района обусловлена денудационными процессами трех циклов – новозвксинским, древнечерноморским и современными базисами эрозии [5].

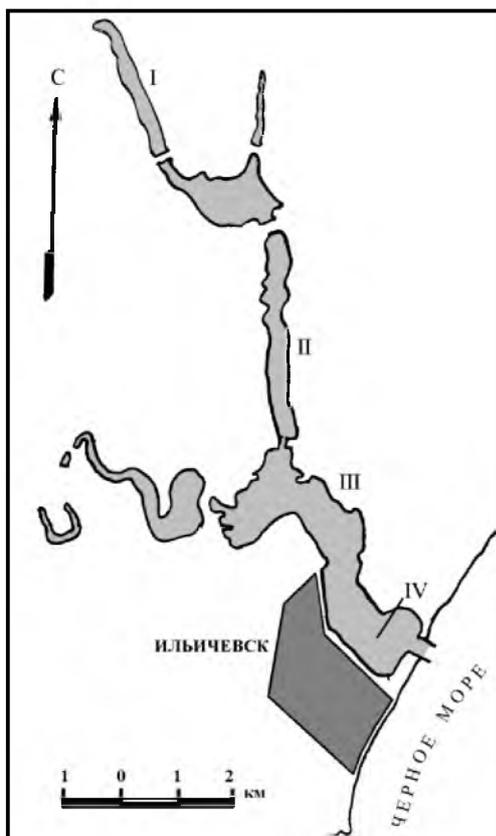


Рис. 3. Контур и районирование Сухого лимана на северо-западном побережье Черного моря: I – верхняя часть лимана; II – средняя часть лимана; III – нижняя часть лимана; IV – устьевая часть лимана

По данным прямых измерений, выполненных автором, на входе из моря в лиман во время действия сгонных и нагонных ветров скорости течения достигают  $\geq 0,4-0,8$  м/с. Причем, компенсационные скорости после нагонов в лимане на 15-20% больше скоростей из моря в лиман. Площадь живого течения в створе пересыпи принята равной 1700 м<sup>2</sup>. Соответственно, воды может проходить в лиман и выходить из него от 680 м<sup>3</sup>/с до 1360 м<sup>3</sup>/с. Учитывая, что ветры одного активного румба устойчивы до суток [4], а на входе в лиман поток воды охватывает всю площадь сечения, то в течение суток водообмен может составлять от 58,8 млн м<sup>3</sup>/с до 117,5 млн м<sup>3</sup>/с. Получается, что, благодаря измерениям автора, за одну ветровую ситуацию вода в лимане может меняться максимум от 1,4 раза до 2,8 раза. Другими словами, достаточно одной очень длительной ветровой ситуации, чтобы в лиман поступило и было удалено из него больше воды, чем то количество, которое определяет средний объем в лимане. Этот расчет показывает, что лиман свободно и весьма интенсивно сообщается с морем. Он характеризуется настолько интенсивным водообменом, что вода в лимане может меняться несколько раз в течение года. В этой связи следует ожидать, что, несмотря на довольно сильный антропогенный пресс на водную толщу, лиманная вода должна быть относительно чистой, близкой к морской. Эти результаты новые и они показывают, что прогрессирующего накопления загрязняющих веществ в лимане практически не происходит. Имеются благоприятные условия для постоянного очищения воды под влиянием водообмена.



### Гидрохимические и гидробиологические показатели воды

В соответствии с выделенными районами в Сухом лимане (рис. 3), представляют интерес гидрохимические показатели его воды. Они приведены в [6, 7], для двух частей, в максимальной мере подверженных влиянию моря (табл. 1). Эти данные свидетельствуют о большом диапазоне изменчивости основных гидрохимических показателей качества воды в лимане, что обусловлено активным очистительным водообменом между морем и лиманом. Этот аспект очень важен в условиях, когда лиман в общем не получает речной воды, поскольку р. Дальник в большую часть года пересыхает, сильно загрязнена, ее водосбор весьма ограничен, высок процент стока, который подвержен испарению в прудах, а также используется для полива прилегающих сельскохозяйственных угодий и для технических нужд данной территории. Поэтому к важнейшим факторам такой изменчивости остается относить ветровое перемешивание, адвективные и анемобарические процессы.

Таблица 1.

**Изменчивость гидрохимических показателей воды в различных частях Сухого лимана по данным измерений в 2001–2003 гг. (по данным [5])**

Показатель свойств воды	Отдельные части лимана	
	Устье лимана	Центральная часть
Соленость, ‰	16.03 – 17.35	5.28 – 18.06
Кислород, мг·дм <sup>-3</sup>	7.96 – 9.78	3.63 – 9.54
%% насыщения O <sub>2</sub>	89.00 – 97.73	43.76 – 136.20
Щелочность, рН	8.39 – 8.49	8.18 – 9.19

Вслед за особенностями ветровой циркуляции, в отдельные сезоны имеются изменения гидрохимических показателей [5]. Обращает на себя внимание повышенная соленость в устьевой части лимана, и она синхронно изменяется вместе с трансформациями солености морской воды на смежной акватории. Высокая степень водообмена обуславливает высокое содержание кислорода в воде, что было подтверждено автором статьи. На такие условия четко реагирует валовая первичная продукция как один из важных индикаторов гидробиологического состояния водной толщи Сухого лимана (табл. 2). Оказалось, что эта величина уже в низовьях лимана во все сезоны года превышает таковую в море в течение всего года. Таким образом, от первичной продукции и далее по трофической цепи происходит влияние на все остальные живые организмы из-за чего сохраняется соответствующее состояние и воды, и биоты, что можно оценить как характерную природную черту Сухого лимана. В этом явлении заключается отличие от других лиманов, например, Сасыка [3].

Таблица 2.

**Валовая первичная продукция фитопланктона (мг O<sub>2</sub> · дм<sup>-3</sup> · сут<sup>-1</sup>) в слое оптимального фотосинтеза Сухого лимана и в прилегающей части моря в первое десятилетие XXI века**

Сезон года	Морская вода	Части лимана	
		нижняя	верхняя
Весна	0.51	1.06	1.74
Лето	1.15	2.52	2.36
Осень	0.19	1.75	3.31

и существенно влияющих на растения и животных [7]. Как можно видеть, в первые годы нового столетия, по сравнению с началом 90-х годов XX в., значительно возрос верхний предел концентрации фосфора, уменьшилось (в 2 раза) содержание минеральных форм и увеличилось содержание органических форм азота и кремния. На развитие процессов эвтрофирования вод указывает также и высокий уровень растворенных органических веществ. Скажем, увеличилось нижнее значение диапазона потребления кислорода, что создает предпосылки для взрывного развития планктона и цветения воды.

Обилие микроорганизмов в лимане в II-й период снизилось по сравнению с периодом I (см. табл. 3). В последние годы количество сапрофитных бактерий стало меньше в водной толще в 4,1 раза, в донных осадках в 6,5 раза, а количество БГКП, наоборот, увеличилось в воде в 2,1 раза и в осадках в 35 раз. Авторы [2] относят биолого-санитарное состояние Сухого лимана к мезотрофному, мезосапробному району с превышением нормы К-И в 7,4 раза. Они его считают чище всех других лиманов по биологическим и химическим показателям, несмотря на интенсивное транспортное использование.

За последние 20 лет произошли заметные изменения гидрохимических свойств воды в лимане. Они могут быть проиллюстрированы теми величинами, которые измерялись в 1991-1993 гг. и в 2004-2006 гг. (табл. 3). Наши измерения в 2013 г. были в пределах указанных в табл. 1 — по солености 16,25-16,97‰, а по кислороду 8,17-8,44 мг·дм<sup>-3</sup> в устьевой части лимана перед началом канала. В качестве индикаторов было взято несколько гидрохимических показателей, достаточно представительных и существенно влияющих на растения и животных [7].



Таблица 3.

**Изменчивость гидрохимических показателей в воде Сухого лимана в период с 1991 по 2006 гг. (материалы [5])**

Ингредиент-показатель, мг / дм <sup>-3</sup>	Периоды, годы	
	I 1991-1993 гг.	II 2004-2006 гг.
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0 – 0.050	0–0.178
P <sub>орг</sub>	0.025 – 0.081	0.002 – 0.143
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.006 – 0.550	0.004 – 0.224
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0 – 0.013	0.001 – 0.005
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.006 – 0.245	0.003 – 0.113
N <sub>орг</sub>	0.022 – 1.400	1.520 – 3.190
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.441 – 0.646	0.442 – 3.893
ПО*, мг O·дм <sup>-3</sup>	1.77 – 6.09	3.73 – 6.29

\* ПО – величина потребления кислорода в воде

Более подробная гидробиологическая характеристика, включающая микро- и макроформы, их ассоциации, содержится в соответствующей литературе. И хотя растения и животные являются важной составляющей природной системы Сухого лимана, в последние несколько лет этот вопрос не исследовался.

Дальнейшее использование Сухого лимана не исключает проведения дноуглубительных работ в зоне подходного канала. Ранее показано [8], что донные отложения причерноморских лиманов могут применяться в качестве мелиорантов на близлежащих малопродуктивных землях, а при высокой степени засоления илов для альтернативного использования (производство строительных материалов, керамики и т. п.) вместо экологически небезопасного дампинга.

Таким образом, Сухой лиман представляет собой показательный пример сильного антропогенного преобразования под влиянием широкого соединения с морем, в связи с транспортным освоением. Изменился рельеф ложа и берегов лимана, исчезла пересыпь, поменялись динамические, физические, гидрохимические и гидробиологические свойства лиманной воды. Но не в сторону деградации, а в направлении определенного оздоровления, в отличие, например, от лимана Сасык, превращенного в опресненное водохранилище [3].

**Выводы**

1. При строительстве и дальнейшей эксплуатации произошла трансформация природной системы Сухого лимана, расположенного на северном побережье Черного моря. Сильнее всего изменен рельеф долины этого лимана, а не водной массы, как следовало бы ожидать. Гидрохимические показатели воды, в общем, остаются в пределах нормы в устьевой части лимана до настоящего времени.
2. Благодаря грамотному проектированию порта и активным охраняемым действиям, портовые и иные сооружения и преобразования гармонично вписались в окружающий ландшафт. Строительство дамб позволило выделить 4 части лимана с разным гидролого-гидрохимическим режимом.
3. Рассчитанный водообмен сквозь подходный судоходный канал обеспечил достаточно интенсивную очистку лиманной воды чистыми водами открытого моря. Чистоту воды поддерживает весьма строгий санитарный режим в акватории лимана и на территории порта.
4. Ограждение молами существенно снизило заносимость судоходного канала (особенно – песками), а значит – обеспечило нужные глубины и безопасное прохождение крупных судов к причалам порта.

**Список литературы**

1. Адобовский В.В. Современные процессы высыхания и осолонения лиманов с ограниченным водообменом // Экологічні проблеми Чорного моря. – 2002. – Вып. 3. – С. 3 – 8.
2. Старушенко Л.И., Бушуев С.Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование. – Одесса: Астропринт, 2001. – 152 с.
3. Шуйский Ю.Д., Стоян А.А. Опыт анализа антропогенной перестройки естественного лимана на северо-западном побережье Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2011. – Вып. 26. Севастополь, ЭкоСи. – С. 97 – 109.
4. Гидрометеорологические условия морей Украины // Под ред. Ю.П. Ильина. – Том 2: Черное море. – Севастополь: ЭкоСи, 2012. – 422 с.

5. Шпиков А.Б., Алдонин О.В. Геолого-литологические особенности долины Сухого лимана // Тезисы докладов совещания по изучению геологии побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. – Одесса: Изд-во ОГУ, 1965. – С. 18 – 19.

6. Полищук Л.Н., Настенко Е.В. Зоопланктон Сухого лимана и прилегающего участка северо-западной части Черного моря // Экол. безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексн. использ. ресурсов шельфа. – 2002. – Вып. 1 (6). – С. 346 – 355.

7. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология // Отв. ред. Ю.П. Зайцев, Б.Г.Александров, Г.Г.Миничева. – Киев: Наукова думка, 2006. – 703 с.

8. Лисецкий Ф.Н. Изучение и оценка донных отложений в качестве удобрений на северном побережье Черного моря // Вісник Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова. Серія географічні та геологічні науки. – 2008. – Т. 13. – Вып. 6. – С. 90-98.

## **ANTROPOGENOUS TRANSFORMATION OF NORTHERN BLACK SEA COASTAL ZONE (ON THE SUKHOUY LIMAN EXAMPLE)**

**L.V. Gyzhko**

*Odessa I.I.Mechnikov National  
University, 2 Dvoryanskaya St,  
Odessa-82, 65082, Ukraine*

*E-mail: physgeo\_onu@ukr.net*

During building of sea-ports on the Black Sea coasts, different lagoons and limans were used. They are closed to the impact of stormy waves, winds, mudding and sanding of the harbor. One of such sea-ports (Illichevsk) and a major shipyard were built on the site of Sukhoy liman. Due to the competent design and environmental actions, a strong anthropogenic impact exerts only the pre-limit (“before border”) action on the water mass in the liman. The usage of natural resources is optimal.

Key words: Black Sea, liman, sea-port, zoning, water-exchange, relief, biota, hydro-chemistry.