

the rate of photosynthesis of phytoplankton was investigated. The sampling was carried out during the period of dominance of *Microcystis aeruginosa* – the main agent of "blooming" by blue-green microalgae. It is revealed that the mineralization of 1 g/dm<sup>3</sup> stimulates of "clear" photosynthesis. The inhibitory effect of salinity 2-4 g/dm<sup>3</sup> on *Microcystis aeruginosa* was insignificant. The most significant inhibition of a development of algae was detected at 7 g/dm<sup>3</sup>.

Keywords: mineralization, phytoplankton, *Microcystis aeruginosa*, photosynthesis, pigments

Рекомендує до друку  
В.В. Грубінко

Надійшла 23.09.2014

УДК 574.5 (262.5.05)

Е.В. СОКОЛОВ

Институт морской биологии Национальной академии наук Украины  
ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65125

## **ИНТЕГРАЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТИЛИГУЛЬСКОГО ЛИМАНА**

Дана оценка гидролого-морфологических свойств Тилигульского лимана, определяющих природную устойчивость к антропогенному воздействию. Рассмотрены особенности автотрофного процесса гидроэкосистемы водоема. Приведена оценка антропогенной нагрузки на экосистему лимана.

*Ключевые слова:* Тилигульский лиман, водосборная площадь, первичнопродукционный процесс, природопользование

Экосистема Тилигульского лимана (ТЛ) является одним из наиболее ценных региональных резерватов высокого биологического разнообразия северо-западного Причерноморья. Особенности геоморфологического строения – извилистая береговая линия, удлинённость водного ложа, многочисленные песчаные отмели, устья балок и малых рек привели к формированию мощной контактной зоны между побережьем и акваторией ТЛ. Выраженное проявление экотонных свойств ТЛ обусловило многообразие биотопических комплексов и ландшафтно-биоценотической структуры его экосистемы.

В последние десятилетия природные условия водоёма претерпели существенные изменения в результате нерациональной хозяйственной деятельности на водосборной площади лимана, к которой в первую очередь можно отнести: повсеместную распашку земель с использованием минеральных удобрений и пестицидов; использование прибрежных природных ландшафтов в естественном виде: пастбища, сенокосы, рекреация и т.д.; масштабную дачную и селитебную застройку побережий без централизованной канализационной системы; зарегулирование водотоков лимана (рек и балок) прудами.

Публикации последних лет содержат данные по отдельным аспектам экосистемы ТЛ: гидрологии и морфометрии, гидрохимии и биологии [2, 11]. Однако в настоящее время не произведена целостная оценка водной экосистемы и водосборного бассейна ТЛ.

Целью работы является оценка гидролого-морфометрических особенностей экосистемы Тилигульского лимана, уровня первично-продукционного процесса и антропогенной преобразованности природных условий водосборного бассейна, с применением методологии системного подхода, методов интегрально-диагностической оценки и требований Водной Рамочной Директиве ЕС.

**Матеріал и методи досліджень**

В роботу вошли дані спостережень, виконані в період 2010-2012 гг. на стаціонарних станціях (рис. 1), а також матеріали, отримані на основі даних дистанційного зондування Землі и літературних свідчень.

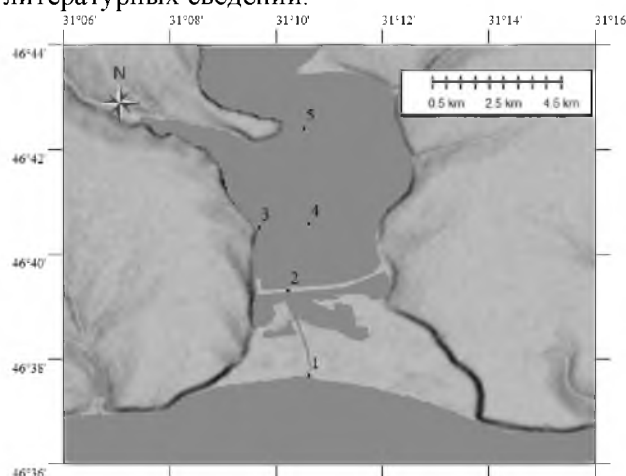


Рис. 1. Схема розміщення опорних пунктів отбору проб на Тилигульському лимані: 1 – прилеглоюча частина моря; 2 – южна частина лимана - пересыпь; 3 – с. Кошары; 4 – южна котловина лимана; 5 – «Коса стрелка»

Морфометрические характеристики водоёма были получены на основе данных SRTM, с помощью измерений в ГИС программах Global mapper v14, ArcGis v10, а так же в полевых исследованиях с использованием навигационного прибора GPS Garmin. Гидрофизические параметры измерялись с помощью солемера ГМ 65, поверхностного термометра в оправе Шпинглера, гидрометрической вертушки, оптического нивелира. Стоковые характеристики водосбора рассчитывались в соответствии с нормативным документом СНиП 2.01.14-83 [10]. Для определения гидрологических величин по разным группам водности (маловодной, средневодной, многоводной) использовались кривые обеспеченности осадков и испарения, которые строились в программе Stokstat (рис. 2). Данные по гидрометеорологическим величинам (осадки, испарение) были взяты с м/ст. Одесса-ГМО и Болград. Для расчёта испарения были введены поправочные коэффициенты на солёность воды в лимане. Внутригодовое распределение стока рассчитывалось по материалам наблюдений гидрологических ежегодников (среднемесячных измерений расходов воды за 28 лет, всего 336 значений).

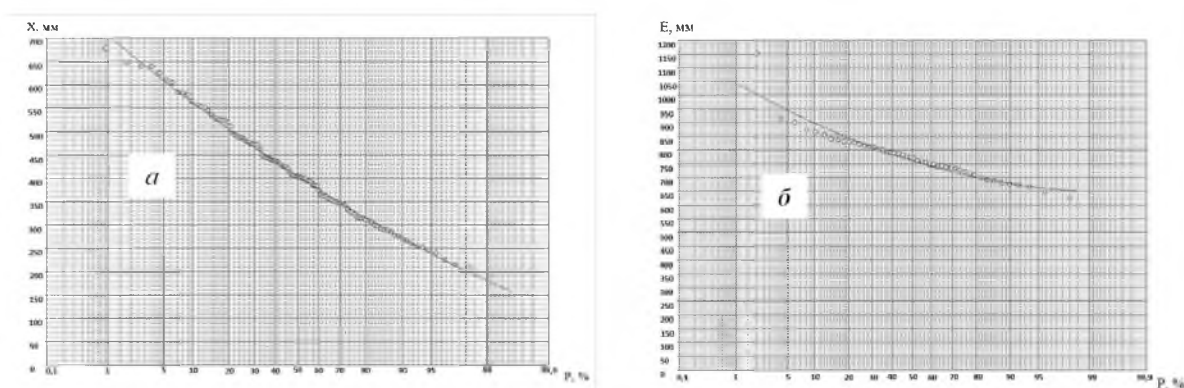


Рис. 2. Кривые обеспеченности осадков (а) и испарения (б)

Оценка природной устойчивости лимана к изменениям природных и антропогенных условий рассчитывалась на основе гидролого-метрического индекса природной устойчивости (ИПУ), в котором заложены принципы, принятые в квалиметрии, количественной экологии, а

также Водной Рамочной Директиве ЕС. Эмпирическими характеристиками для расчета ИПУ послужили 8 гидролого-морфометрических параметров водного ложа и водосборной площади лимана, которые характеризуют водообмен лиманной системы с морем, способствующий вымыванию эвтрофирующих, загрязняющих веществ и стабилизацию гидроэкологических процессов; ёмкость водной массы по отношению к вещественно-энергетическому потоку; влияние водосборной площади на внутриводоёмные процессы, характеризующие преобладание в ЛЭ терригенных или лимнических процессов, а так же степень аккумуляции загрязняющих веществ; гидродинамические процессы, от которых зависит вещественно энергетический обмен между различными участками водной котловины [7].

Растворённый кислород определялся скляночным способом по методу Винклера. Для оценки первичнопродукционного процесса использовались показатели экологической активности сообществ макрофитобентоса и фитопланктона, основанные на морфофункциональных параметрах поверхности водной растительности [6], данные по которым любезно предоставлены отделом морфофункциональной экологии водной растительности Института морской биологии НАН Украины.

Эколого-хозяйственный баланс территории определялся на основе данных космических снимков Landsat и QuickBird в программах Global mapper v14, ArcGis v10 и Google Earth pro v6. с помощью наиболее распространённых показателей антропогенной преобразованности [4, 5, 13]. В основу этих показателей положен количественный учёт ландшафтно-хозяйственной структуры водосборной площади ТЛ, которая оценивалась на участке, непосредственно прилегающем к лиману, до автомагистрали «Одесса – Николаев» (рис. 3).

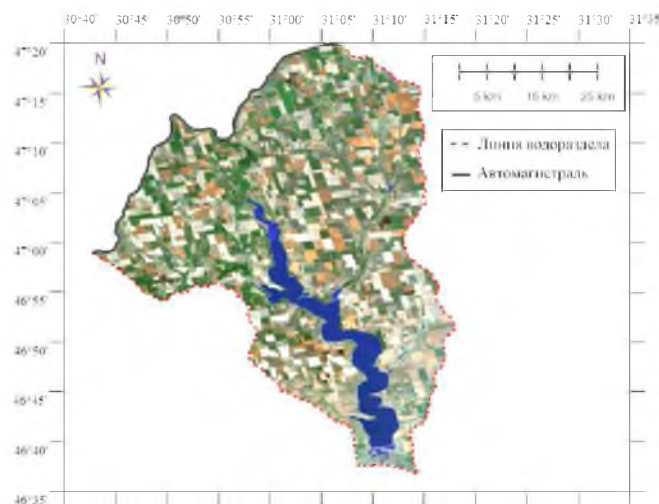


Рис. 3. Участок водосборной площади Тилигульского лимана

### Результаты исследований и их обсуждение

**Гидролого-морфометрическая оценка.** ТЛ расположен в южной полосе Причерноморской низменности между Одесской и Николаевской областями. С юга лиман отделён от моря песчаной пересыпью с системой озёр, ширина которой составляет 3,2 км (см. рис. 1). Рыбный канал на пересыпи периодически соединяет лиман с морем. Расход воды по каналу обычно составляет несколько сотен тысяч кубических метров в сутки, но может достигать и 1,5 млн.  $\text{м}^3 \cdot \text{сут}^{-1}$  [11]. Коэффициент извилистости береговой линии составляет 3,5 (т. е. зона соприкосновения лимана с сушей в три раза больше чем у водоёма с такой же площадью, но имеющего форму круга), что способствует значительной сопряжённости процессов водосборной площади и водоёма, поскольку определяет зону (мощность) их контакта, а также препятствует свободному водообмену вдоль оси лимана. Развитая береговая линия обусловлена многочисленными песчаными косами, а так же большой протяжённостью лимана – коэффициент удлинённости (отношение длины к средней ширине) равен 18, что является одним из наибольших значений среди лиманов северо-западного Причерноморья (СЗП). Объём воды в лимане составляет 450 млн.  $\text{м}^3$ , площадь водного зеркала – 150  $\text{км}^2$ . Согласно

лимнологической классификации [3], по значениям площади водного зеркала и объёма воды лиман можно отнести к большим водоёмам. Тилигульский лиман является самым глубоководным в регионе, максимальная глубина может достигать 21,5 м, однако северная часть водоёма мелководна, поэтому средняя глубина составляет около 4 м, что также является высоким значением среди лиманов региона. Большие размеры водоёма обуславливают высокую ассимиляционную способность его экосистемы по отношению к потокам вещества и энергии. Однако неравномерное распределение глубин и высокое значение коэффициента извилистости береговой линии в летний и зимний периоды препятствуют вертикальному перемешиванию глубоководного слоя водных масс с поверхностным.

Площадь водосбора лимана составляет 5200 км<sup>2</sup>, средняя высота водосбора без учета пересыпи равна 101,2 м. Удельный водосбор лимана  $AF$  (отношение площади водосбора к площади водного зеркала) равен 35. По лимнологической классификации ТЛ можно отнести к водоёмам с большим удельным водосбором [3].

На основании гидрометеорологических данных были выделены три группы водности (многоводные, средневодные, маловодные), исходя из которых суммарное значение объёма природного стока и осадков в маловодный год меньше объёма испарения с водного зеркала лимана (табл.).

Таблиця

Гидрологические характеристики Тилигульского лимана по различным группам водности

Водность года	Обеспеченность по осадкам/испарению, P, %	Объём испарения, $W_E$ млн. м <sup>3</sup> ·год <sup>-1</sup>	Объём стока, W млн. м <sup>3</sup> ·год <sup>-1</sup>	Объём осадков на площадь водного зеркала лимана $W_x$ млн. м <sup>3</sup> ·год <sup>-1</sup>	Коэффициент поверхностного стока $\eta$ , %
Многоводный	(5/95)	100,32	214,70	99,20	6,66
Средневодный	(50/50)	107,16	57,77	61,50	2,71
Маловодный	(75/25)	111,93	27,19	47,85	1,58

Коэффициент стока водосборной площади составляет 3%, т. е. от общего количества осадков выпавших на водосборную площадь, формируют поверхностный сток только 3%.

Для всех групп водности распределения поверхностного стока, наиболее многоводным является весенний период с максимумом в марте (рис. 4). Летне-осенняя межень наблюдается в августе – сентябре, в этот период водотоки, впадающие в лиман могут пересыхать. Значения уровня воды лимана преимущественно ниже уровня в море и Тилигульский лиман может быть отнесён к аккумулятивным лиманам с эпизодически регулируемой связью с морем.

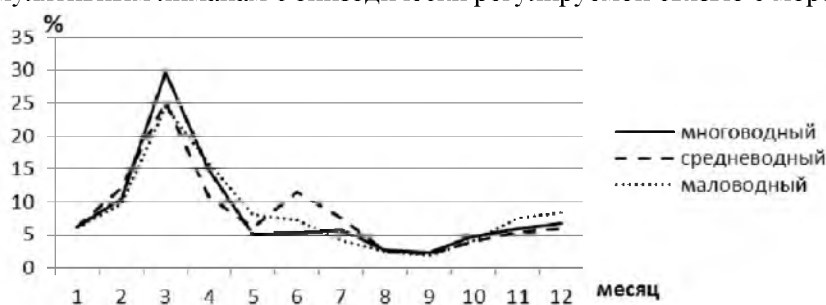


Рис. 4. Типовое внутригодовое распределение стока для лет различной водности в бассейне лимана

По значению гидролого-морфометрического индекса природной устойчивости (ИПУ) позволяющий перейти к количественной оценке природного потенциала лиманных экосистем СЗП, Тилигульский лиман характеризуется статусом класса «Moderate» (Средний) – ИПУ = 0,510 [7].

В летние периоды 2010-2012 гг. нами изучалась динамика температуры, и солёности по глубине в южной котловине лимана (ст. 5, ст. 4, см. рис. 1). Было зафиксировано снижение температуры в придонном слое в среднем на 4 °С, при несущественном изменении солёности (рис. 5).

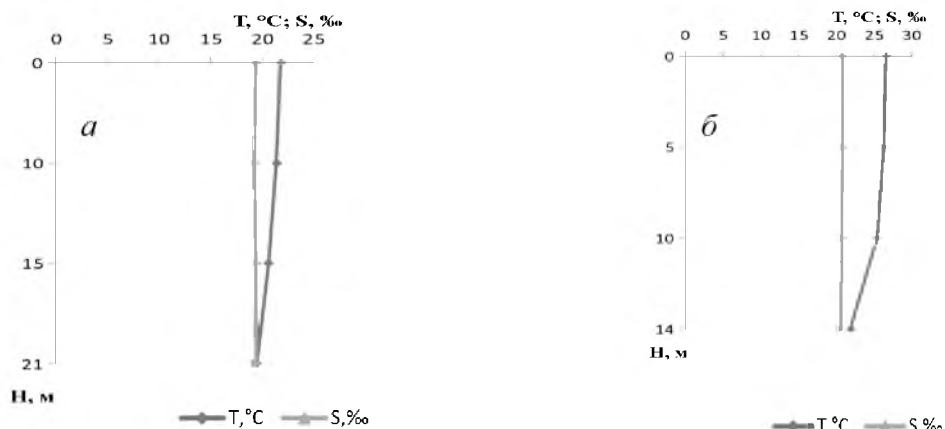


Рис. 5. Характер температуры и солёности воды по вертикале в тилигульском лимане в летний период 2011 – 2012 гг.: а – 07.07.2011 (ст. 5); б – 08.07.2012 (ст. 4)

**Особенности первичнопродукционного процесса.** Согласно литературным данным фитопланктон ТЛ представлен 118 (135) видами, в основном пресноводным и пресноводно-солончатый комплексом [11]. В настоящее время количество морских видов увеличилось с 14,0 до 64,0% по сравнению с 1979–1980 гг., а количество пресноводных уменьшилась с 64,0 до 16,5%, что связано с ростом солёности воды лимане. Значения биомассы фитопланктона в лимане могут достигать  $3412,08 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$  [11].

В состав донной растительности ТЛ входит 51 вид, включая многоклеточные водоросли и цветковые макрофиты. По сравнению с другими лиманами здесь наблюдается максимальное разнообразие красных водорослей отдел *Rhodophyta* (19 видов), в том числе и процветающая популяция *Chondria tenuissima* [11]. В прибрежной зоне акватории лимана сохранилась и продолжает развиваться популяция многолетней бурой водоросли цистозире (*Cystoseira barbata*), которая начиная с 80-х годов прошлого столетия, исчезла с прилегающей части моря из-за высокой степени евтрофирования.

Сравнительный анализ особенностей первично-продукционного процесса с одним из наиболее мелководных лиманов региона – Дофиновским обладающим низкой природной устойчивостью, ИПУ = 0,279, что соответствует статусу классу «Bad» (Низкий) [7], значительным антропогенным преобразованием ландшафтной структуры вдоль побережья и интенсивным несбалансированным продукционным процессом [12], свидетельствует о высоком экологическом статусе ТЛ. Так вклад макрофитов в первично-продукционном процессе прибрежной зоны акватории ТЛ значительно выше, чем фитопланктона, что количественно выражается соотношением индексов поверхности бентосной и планктонной растительности 40 к  $3,5 \text{ м}^{-1}$  соответственно (рис. 6).

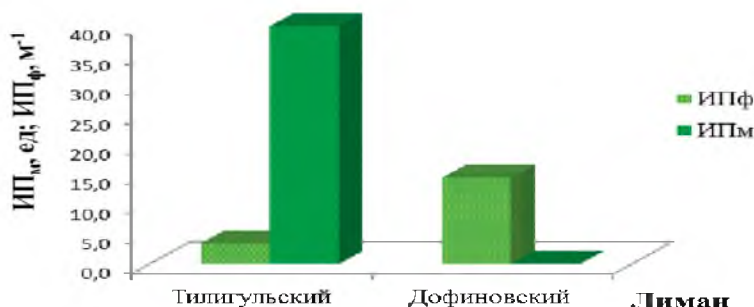


Рис. 6. Сравнительная характеристика индексов поверхности сообществ водной растительности: фитопланктона (ИПФ), макрофитов (ИПМ) Тилигульського и Дофиновського лиманов в 2010-2012 гг.

Преимущественное развитие многоклеточных форм водной растительности (макрофитов) в гидроэкосистеме является признаком высокого качества водной среды, богатого видового разнообразия и сбалансированности продукционно-деструкционных процессов лимана.

Отсутствие массового развития фитопланктона так же подтверждается низкой среднегодовой концентрацией в воде лимана пигментов хлорофилла *a* –  $2,2 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ . Максимальные концентрации хлорофилла *a* отмечаются в поздневесенний и летний периоды [11].

Аномальные климатические условия 2010 года, связанные с рекордным слоем осадков (749 мм) и высокой температурой воздуха, в условиях кумулятивности лимана (отсутствия свободной циркуляции с морем) вызвали всплеск продукционного процесса и бурное «цветение» фитопланктона, что привело к возникновению гипоксии с массовым замором рыб в южной и центральных частях лимана. Так 27 июля 2010 г. (дневное время), в южной части лимана, около с. Кошары, на глубине 5 м и ниже, растворимый кислород отсутствовал, а на побережье в месте массового произрастания макрофитов его концентрация составила  $6,35 \text{ мг} \cdot \text{дм}^{-3}$ . Даже поступление морской воды расходом  $440 \text{ тыс. м}^3 \cdot \text{сут.}^{-1}$ , не оказало эффективного стабилизирующего воздействия на гидроэкологические условия лимана.

Динамика кислородных условий лимана по глубине изучалась также в 2011 – 2012 гг. в южной котловине лимана (ст. 5, ст. 4, см. рис. 1). В летнее время не происходило повсеместных заморов, однако в некоторые периоды имело место снижение насыщения кислородом воды в придонном слое до уровня гипоксии в южной части центральной котловины лимана (рис. 7). В обоих случаях изменение кислорода сопровождалось изменением температуры по вертикали, без существенного изменения солёности воды (см. рис. 3).

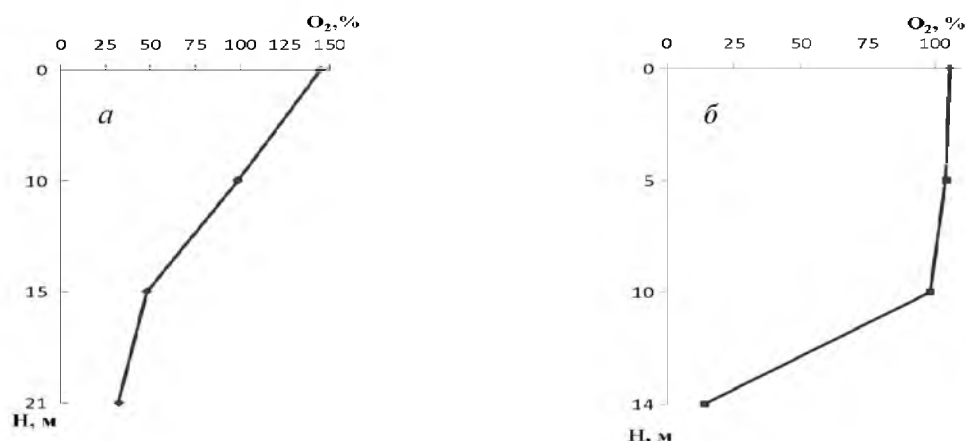


Рис. 7. Характер процента насыщения кислородом воды по вертикале в Тилигульском лимане в летний период 2011 – 2012 гг.: А – 07.07.2011 (ст. 5); Б – 08.07.2012 (ст.4).

Измерения суточного хода кислорода на побережье южной части лимана (ст. 3, см. рис. 1) в летний период (27 – 28 июля 2012 г.) при максимальных температурах воздуха также выявили существенное снижение процента насыщения воды кислородом в ночное время суток. Для сравнительной характеристики были проведены суточные съёмки кислорода в близкий период времени при практически идентичных погодных условиях (температуры воздуха, отсутствия осадков и поступления морской воды через канал, штиль в ночное время суток) в южной части Дофиновского лимана и прибрежной части Чёрного моря (с меньшим шагом отбора проб) (рис. 8).

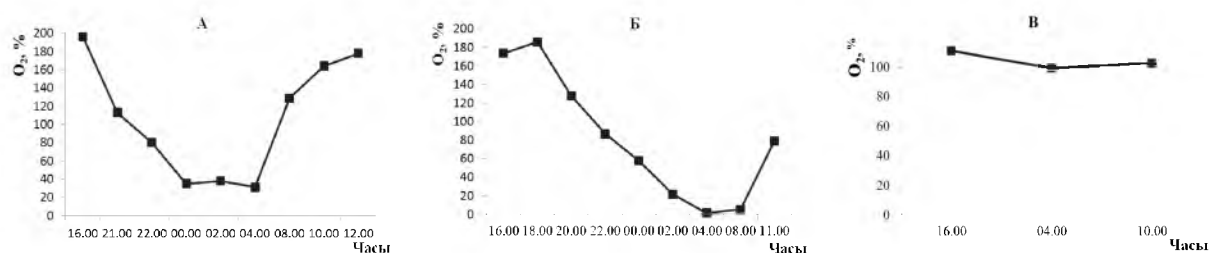


Рис. 8. Суточный ход кислорода в летний период 2012 г.: а – Тилигульский лиман (ст. 3); б – Дофиновский лиман; в – прибрежная часть Чёрного моря.

По результатам съёмки следует, что в дневное время, процент насыщения кислородом воды Тилигульского и Дофиновского лиманов значительно выше процента насыщения кислородом морской воды. Для обоих лиманов такая ситуация вызвана фотосинтетической активностью фитоценозов водной растительности. В ночное время в лиманах наблюдается резкое снижение кислорода с минимальными значениями перед рассветом, до уровня риска гипоксии в ТЛ и до уровня полной аноксии с выделением сероводорода (по органолептическому признаку) в Дофиновском лимане. В морской воде процент насыщения кислородом перед рассветом остаётся практически неизменным, что связано с интенсивной гидродинамикой и водообменом вдоль побережья. Такие процессы в ТЛ, могут быть связаны с одной стороны: с высокой температурой воды в прибрежной части (прогрев воды в дневное время до 31 °С); интенсивным развитием макрофитов на побережье; отсутствием поступления морской воды из канала в лиман и значительным снижением уровня воды в результате интенсивного испарения. Так уровень воды в лимане 6 июня 2012 г. составлял 458 см, а на момент определения суточной динамики процента насыщения воды кислородом (27 июня 2012 г.) он упал до 447 см, т. е. на 11 см меньше чем за месяц. С другой стороны это связано с интенсивной хозяйственной преобразованностью водосборной площади лимана.

**Антропогенная преобразованность природной среды лимана.** Гидрологический режим ТЛ существенно нарушен в результате повсеместной хозяйственной деятельности на водосборной площади. Уменьшение поверхностного стока вызвано в первую очередь созданием многочисленных прудов в гидрографической сети ТЛ. Так на всей водосборной площади лимана расположено более 190 прудов, суммарной площадью водного зеркала более 20 км<sup>2</sup> и объёмом более 19 млн. м<sup>3</sup>. Большинство из них созданы стихийно и нелегализованы, без соответствующих документов регламентирующих режим эксплуатации. С учётом коэффициентов «зарегулированности» суммарное значение объёма поверхностного стока и осадков водосборной площади ТЛ, не только в маловодный, но и в средневодный год может быть меньше объёма испарения с водного зеркала лимана. Возникает необходимость компенсирования расходной части водного баланса лимана в средневодные, а особенно в маловодные группы водности, поступлением морской воды. Однако поступление морской воды в отсутствие свободной циркуляции лимана с морем, вызывает накопление соли в лимане (увеличение солёности).

Анализ хозяйственной (антропогенной) «освоенности» ландшафтной структуры водосборной площади ТЛ, выявил значительную преобразованность естественных условий. Так большая часть территории занята сельскохозяйственными возделываемыми землями, на долю которых приходится более 71%. Следует отметить, что согласно литературным данным, загрязнение водоемов за счет выноса биогенов с сельскохозяйственных угодий с поверхностным стоком увеличивается по сравнению с природными условиями в 10 – 50 раз и достигает 5 – 50 кг га<sup>-1</sup> в год [1]. Доля антропогенно-трансформированных элементов (земли селитебно-дачных участков, промышленные объекты и инфраструктура, искусственные пруды и карьеры) составляет порядка 4,5 %. Условно-ненарушенные (луга, плавни), средоформирующие (лесополосы лесные насаждения) и используемых в естественном виде земли (пастбища, сенокосы, зоны рекреации) составляют 21%. Такая структура водосборной

площади несбалансирована, поскольку: «При нарушении устоявшихся экологических связей более чем на 40% система обесценивается и деградирует» (Ю. Одум) [9].

Для количественного выражения «освоенности» рассматриваемой территории, были рассчитаны комплексные показатели хозяйственной преобразованности ландшафтов [4, 5, 13]:  $K_o = 3,03$ ;  $K_a = 0,36$ ;  $K_{ez} = 0,48$ ;  $K_{an} = 6,40$ ;  $K_c = 0,33$ . Данные показатели отражают трансформацию природных условий.

Высокие значения коэффициента относительной напряжённости  $K_o$  (больше единицы), свидетельствуют об эколого-хозяйственной несбалансированности территории. По коэффициенту абсолютной напряжённости  $K_a$  можно сказать, что количество антропогенно-трансформированных земель по отношению к природоохраным и неиспользуемым землям значительно меньше. Коэффициент естественной защищённости водосбора имеет низкое значение, но согласно классификации для аграрных районов в целом считается удовлетворительным. Коэффициент антропогенной преобразованности ландшафтной структуры территории находится в пределах среднего уровня ( $5,31 < K_{an} < 6,50$ ), однако это значение приближается к границам сильно-преобразованного состояния. По значению экологической устойчивости экологическая устойчивость водосборной площади низкая ( $K_c \leq 0,33$ ).

Интенсивная хозяйственная деятельность привела к освоению побережья лимана почти до уреза воды. Так на побережье лимана расположены населенные пункты и садово-огородные участки (порядка 35 тыс. дач) на которые приходится 34% береговой линии, что составляет 59,14 км. Отягчающим обстоятельством является отсутствие в них централизованной канализационной системы в них. Например, на левом побережье, в непосредственной близости от акватории лимана расположены дачные массивы Кошары и Любопыль, через которые к тому же проходят несколько балок обеспечивающих организованный сток в период интенсивных дождей. Также вдоль побережья лимана находятся карьеры, производится выпас скота, разведение свалок мусора, и тд. Для лимана не разработан план по обустройству и управлению водосборной площадью (менеджмент план), который, в соответствии с Водной рамочной Директивой ЕС, является главным инструментом управления любой гидросистемой.

Для создания устойчивой экологической инфраструктуры на водосборной площади ТЛ необходимо осуществление ряда первоочередных менеджмент решений: пространственное регламентирование хозяйственной деятельности на основе функционального зонирования водосборной площади в зависимости от геолого-морфологических условий рельефа; восстановления эколого-хозяйственного баланса за счет увеличения среду-защитных угодий; ренатурализации деградированных и эродированных земель, восстановления зарегулированных водотоков; ликвидация несанкционированных свалок на побережье лимана; расширение системы природоохранных насаждений; Внедрение технологий биоплато для возможности кольматация стока.

## Выводы

Экосистема ТЛ характеризуется значительным воздействием процессов водосборной площади на внутриводоемные (удельный водосбор – 35, коэффициента извилистости береговой линии – 3,5). Неравномерное распределение глубин и наличие глубоководных ям водной котловины, формирует в придонных слоях зоны затруднённого водообмена (стратификации). Большие значения объёма и площади водного зеркала, обуславливают существенную ассимиляционную ёмкость его экосистемы. При этом коэффициент природной устойчивости (0,510) позволяет отнести экосистему ТЛ к статусу класса «Moderate» (Средний).

Морфофункциональная оценка автотрофного звена ТЛ свидетельствует о его высоком экологическом статусе. Вклад макрофитов в первично-продукционный процесс на порядок выше по сравнению с фитопланктоном. Соотношение индексов поверхности бентосной и планктонной растительности в среднем составляют 40 и 3,5 м<sup>2</sup> альгоповерхности приходящейся, соответственно, на м<sup>2</sup> дна и м<sup>3</sup> водной толщи.



Особенности протекания первично-продукционного процесса в ТЛ определяют высокую динамичность и резкие перепады его кислородного режима, с высоким насыщением (в 2 раза выше морской воды) в дневное время летом и падением до уровня «фриска» в ночное.

Создание многочисленных прудов в гидрографической сети ТЛ вызвало уменьшение поверхностного стока. Суммарное значение объёма осадков и стока с водосборной площади в маловодные и средневодные годы меньше объёма испарения с водного зеркала. Данная проблема может быть решена поступлением в лиман морской воды, однако в отсутствии свободной циркуляции лимана с морем, существует опасность существенного осолонения экосистемы.

Анализ антропогенной освоенности ландшафтно-хозяйственной структуры водосборной площади ТЛ, выявил значительную преобразованность естественных ландшафтов. Абсолютная напряжённость ландшафтно-хозяйственной структуры не сбалансирована –  $K_0 > 1$ . Коэффициент естественной защищённости водосбора имеет низкое значение ( $K_{ез} = 0,48$ ), однако согласно классификации для аграрных районов в целом считается удовлетворительным. Коэффициент антропогенной преобразованности ландшафтной структуры территории ( $K_{АП} = 6,4$ ) находится в пределах среднего уровня ( $5,31 < K_{ан} < 6,5$ ), однако данное значение приближается к границам сильно-преобразованного состояния. Значение экологической устойчивости водосборной площади также находится на низком уровне ( $K_c \leq 0,33$ ).

1. Айдаров И. П. Комплексное обустройство земель / И. П. Айдаров. — М.: МГУП, 2007. — 208 с.
2. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: Коллективная монография / под ред. Тучковенко Ю. С., Гопченко Е. Д. — Одесса: ТЭС, 2011. — 224 с.
3. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / С.П. Китаев. — Петрозаводск: Ред. изд. Карельского НЦ РАН, 2007 — 394 с.
4. Колтунов Н.М. Эколого-ландшафтная организация территории / Н.М. Колтунов. — М.: из-во «Родник», 1998. — 127 с.
5. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б.И. Кочуров. — Смоленск: СГУ, 1999. — 154 с.
6. Мінічева Г.Г. Методичні рекомендації щодо визначення морфофункціональних показників одноклітинних і багатоклітинних форм водної рослинності / Г. Г. Мінічева, А. Б. Зотов, М.Н. Косенко. — Одеса, 2003. — 32 с.
7. Мінічева Г.Г. Оцінка природної стійкості лиманів Північно-західного Причорномор'я відповідно до принципів водної директиви ЄС / Г.Г. Мінічева, Є.В. Соколов // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. — 2014. — № 5. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd\\_2014\\_5\\_7.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_5_7.pdf).
8. Молодых И.И. Геология шельфа УССР. Лиманы / И.И. Молодых, В.П. Усенко, Н.Н. Палатная. — К.: Наук. Думка, 1984. — 176 с.
9. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. — М.: Мир, 1975. — 740 с.
10. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — 448 с.
11. Северо-западная часть Чёрного моря: (биология и экология) / [Под ред. Зайцев Ю. П]. — К: Наукова Думка. 2006. — 407 – 412 с.
12. Соколов Е.В. Интегрально-диагностическая оценка экосистемы Дофиновского лимана / Е.В. Соколов // Вестн. Одес. гос. экол. ун-та. — Одесса. — 2012. — Вып. № 14. — С. 36—47.
13. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география / П.Г. Шищенко — К.: Вища школа, 1988. — 192 с.

Є.В. Соколов

Інститут морської біології Національної академії наук України

#### ІНТЕГРАЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНА ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМИ ТИЛГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ

Наведено оцінку гідролого-морфологічних властивостей та характеристику природної стійкості Тилігульського лиману до антропогенного впливу. Розглянуті особливості автотрофного процесу та реакція лиману на природно-аномальні умови 2010 року. Проаналізований добовий хід і динаміка розчинного кисню по глибині на акваторії лиману. Наведено оцінку антропогенного порушення водного режиму в результаті зарегулювання гідрографічної мережі водозбірного басейну ставками. Оцінена збалансованість ландшафтно-господарської структури і ступень перетворення природних умов на прилеглої до лиману ділянці водозбірного басейну.

Запропоновані заходи по підтриманню стійкої екологічної інфраструктури на водозбірній площі.

*Ключові слова:* Тилігульський лиман, водозбірна площа, первиннопродукційний процес, природокористування

E.V. Sokolov

Institute of Marine Biology, National Academy of Sciences of Ukraine

#### INTEGRALLY-DIAGNOSTIC ESTIMATION OF THE DOFINOVSKIY LYMAN (ESTUARY) ECOSYSTEM

The estimation of hydrological and morphological properties and characteristics of the Tiligulskiy liman's natural resistance to human impacts is given. The features of the primary production process of the reservoir's hydroecosystem are observed. The estimation of anthropogenic stress on the ecosystem of the liman is given.

Keywords: Tiligul estuary, catchment area, nature use

Рекомендує до друку

Надійшла 30.09.2014

В.В. Грубінко

УДК 594.38:591.5

Ю.В. ТАРАСОВА

Житомирський державний університет імені Івана Франка  
вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10002

#### **ВНУТРІШНЬОВИДОВА КОНХІОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ THEODOXUS FLUVIATILIS (MOLLUSCA, GASTROPODA, PECTINIBRANCHIA, NERITIDAE) З ВОДОЙМ**

Досліджено внутрішньовидову конхіологічну мінливість *Theodoxus fluviatilis* (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia, Neritidae) з водойм України. Проаналізовано морфометричні індекси черепашок та їх кольоровий поліморфізм.

*Ключові слова:* *Theodoxus fluviatilis*, поліморфізм, внутрішньовидова конхіологічна мінливість, Україна

У систематиці гастропод зазвичай користуються порівняльно-морфологічним методом, який базується на виявленні особливостей черепашки молюсків. У світовій фауні прісноводних та частково солонуватоводних представників роду *Theodoxus* (лунок) нараховується близько 30-40 [1, 2]. В Україні цей рід представлений трьома видами – *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus, 1758), *Theodoxus danubialis* (C. Pfeiffer, 1828), *Theodoxus astrachanicus* Starobogatov in Starobogatov, Filchakov, Antonova et Pirogov ) [4]. Вони мешкають у басейнах річок Дністра, Дунаю, Дніпра, Південного та Західного Бугу, Сіверського Дінця, а також в лиманах і у північній частині Азовського моря [1, 3].

Характер малюнка на поверхні черепашки лунок у цих молюсків зазвичай дискретний і дуже варіює – це петлясті, рівні або зигзагоподібні (поперечні або повздовжні) смуги, різної форми та розміру плями. Питання про таксономічне значення забарвлення та малюнку на черепашках цих молюсків донині є предметом дискусій як вітчизняних, так і зарубіжних систематиків. Деякі науковці надають цим особливостям значення вагомих видових критеріїв, що призвело до описання на цій основі великої кількості видів, підвидів, морф та ін. Інші дослідники вважають, що формування типу забарвлення та характер малюнку на поверхні черепашки знаходяться у залежності від змін зовнішніх фізико-хімічних умов водного