

УДК 504:582/27(262.5:551.468.3)

Г. Г. МИНИЧЕВА, Е. В. СОКОЛОВ, А. В. ШВЕЦ

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

## **ОЦЕНКА ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО СТАТУСА ПРИБРЕЖНО-АКВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЯГОРЛЫЦКОГО ЗАЛИВА**

Рассмотрены особенности строения водной котловины и побережья Ягорлыцкого залива, а так же проведена оценка природного потенциала экосистемы залива на основе индексов природной устойчивости. Дана оценка интенсивности первично-продукционных процессов и экологического статуса класса акватории, по морфофункциональным показателям удельной поверхности донной растительности.

Проведена инвентаризация ландшафтно-хозяйственной структуры и анализ эколого-хозяйственного баланса природно-территориальных комплексов водосборной площади залива. Дана оценка антропогенного воздействия на интенсивность первично-продукционных процессов (степень антропогенной эвтрофикации) экосистемы залива на основе индекса искусственного воздействия.

*Ключевые слова:* донная растительность, экологический статус, эколого-хозяйственный баланс, Ягорлыцкий залив

Прибрежные локальные экосистемы северо-западного Причерноморья (лиманы и заливы) являются уникальными контактными зонами соединяющие наземные и водные, пресноводные и морские комплексы биотопов. Природные условия прибрежно-локальных экосистем претерпели кардинальные изменения в результате интенсивной хозяйственной деятельности.

В условиях высокой антропогенной нагрузки и климатических изменений оценка природного потенциала и экологического статуса природоохранных территорий региона приобретает особое значение. Наземно-аквальный комплекс Ягорлыцкого залива имеет один из наиболее высоких природоохранных статусов международного значения. Акватория Ягорлыцкого залива входит в состав Национального природного парка «Белобережье Святослава» и биосферного Черноморского заповедника. Природно-территориальные комплексы этих заповедников представлены водно-болотными угодьями, степными, солончаковыми, песчаными и лесными ландшафтами, характеризующие высокой сохранностью и мозаичностью расположения биоценозов. Рассматриваемые биотопы играют исключительную роль в поддержании видового разнообразия региона и страны в целом.

Цель работы: провести оценку гидролого-морфометрических особенностей (природной устойчивости), интенсивности экологических процессов, антропогенной нагрузки и преобразованности природно-территориальных комплексов экосистемы Ягорлыцкого залива с учётом требований Водной Рамочной Директивы ЕС.

### **Материал и методы исследований**

В статью вошли материалы экспедиционных исследований ИМБ НАН Украины выполненных на станциях отбора гидрологических и гидробиологических проб акваторий Ягорлыцкого, Тендровского заливов и побережья Кинбургской косы в период 17-21 июня 2013 г. (рис. 1), а так же материалы данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): космические снимки Landsat 8 [14] и данные радарной съёмки (SRTM) [12], обработанные в программном пакете ArcGis v10.

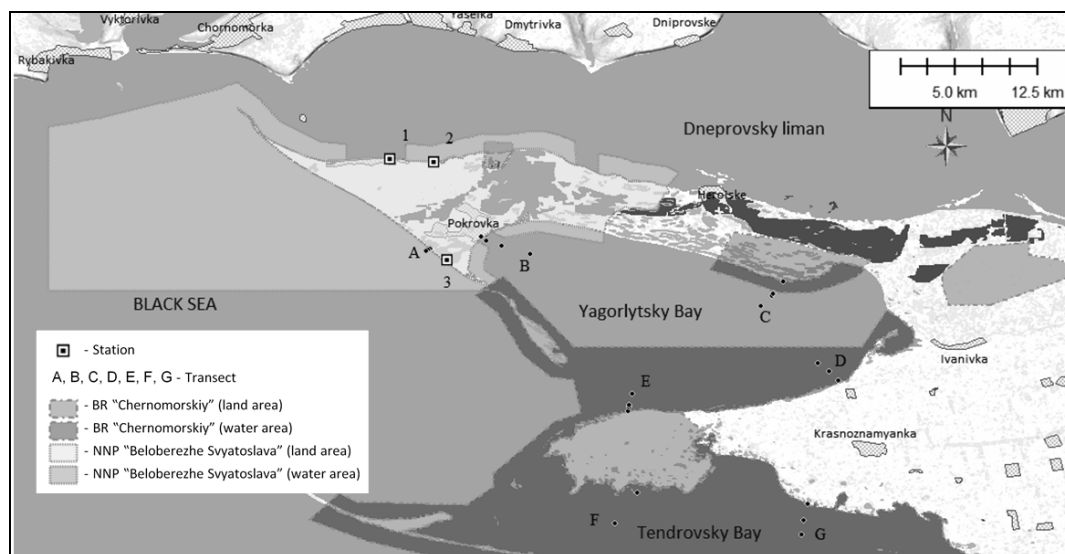


Рис. 1. Сетка станцій на акваторіях Ягорлицького і Тендровського заливів по даним експедиції ІМБ НАН України в лютому 2013 року.

Гідролого-морфометрична оцінка Ягорлицького заливів була проведена на основі восьми комбінованих лімнологічних характеристик, що відображають особливості надходження і розподілу речовинно-енергетичного потоку в екосистемі в межах однієї кліматическої зони – водообмін заливів з морем, ємкість водної маси по відношенню до речовинно енергетичного потоку, вплив водозбірної площі на автохтонні процеси, гідродинамічні процеси. Спільний урахунок цих характеристик у вигляді індексів природної стійкості (ІПУ) [6] дозволило перейти до кількісної оцінки природного гідроекологічного потенціалу екосистем. Використовуваний для розрахунку ІПУ алгоритм передбачає нормування екологічних оціночних індексів до шкали [1-0] (Ecological Quality Ratio) по п'яти європейським стандартним класам (Bad, Poor, Moderate, Good, High) відповідно до вимог Водної Директиви ЄС [8] і Морської Стратегії ЄС [9].

Оцінка інтенсивності і сбалансованості екологічних процесів проводилась з допомогою морфофункціональних параметрів донної рослинності (фітобентоса): екологічна активність трьох домінувань ( $S/W_{3DP}$ ),  $m^2 \cdot kg^{-1}$ , середня екологічна активність видів, ( $S/W_x$ ),  $m^2 \cdot kg^{-1}$ , індекс поверхні фітоценозів, ( $SI_{ph}$ ), ед. [4], на основі багаторічного моніторингу прибережних місцевих водойм СЗП, лиманів і заливів ці показники раніше були використані як екологічні оціночні індекси (Ecological Evaluation Index - EEI) для яких була розроблена шкала оцінки п'яти екологічних статус класів (Ecological Status Class - ESC) [11].

Розподіл шарів мутності на акваторії Ягорлицького заливів було отримано в результаті дешифрування спутникового знімка Landsat 8 (24.08.2013) методом «IsoData» (набір інструментів «Spatial Analyst») в програмному пакеті ArcGis v 10. Попередньо водні об'єкти були відокремлені від ландшафтів суші з допомогою інструментів маскування.

Аналіз ландшафтно-господарської структури наземних природно-територіальних комплексів водозбірної площі Ягорлицького і Тендровського заливів (даний регіон цілісна географічна одиниця) проводилося на основі дешифрування спутникових знімків Landsat8 методом «Maximum Likelihood» і «IsoData» набору інструментів «Spatial Analyst», з створенням спектральних сигнатур в програмному пакеті ArcGis v10, а також з використанням топографічних карт генштаба, які прив'язувалися географічно. Для оцінки преобразованості розглядається територія була умовно розбита на ділянки площею  $2 \text{ km}^2$ , в кожному з яких розраховувався інтегральний показник структури природних, квазіприродних і антропогенних угідь - коефіцієнт антропогенної преобразованості [7]. Просторове розподілення населення проводилося на основі

данных «OpenStreetMap» [13], с использованием автоматической интерполяции по методу IDW (обратно взвешенных расстояний) в программном пакете ArcGis v10.

Для оценки антропогенного воздействия на интенсивность первично-продукционного процесса (степень антропогенной эвтрофикации) использовался индекс искусственного воздействия (ИИВ). Индекс искусственного воздействия рассчитывался как разница категорий статус-классов (High, Good, Moderate, Poor, Bad) морфофункциональных индексов донной растительности (макрофитобентоса) и природной устойчивости [10, 5]. В случае, когда интенсивность гидробиологических процессов соответствует потенциальным природным возможностям водной экосистемы, категории классов двух сравниваемых индексов совпадают – ИИВ имеет нейтральное значение «0». При условии, когда категория морфофункционального индекса донной растительности выше соответствующей категории индекса природной устойчивости значения ИИВ могут быть положительными (+1, +2, +3, +4), например, в результате мероприятий, снижающих уровень первично-продукционного процесса, и наоборот - значения ИИВ отрицательны (-1, -2, -3, -4) при действии высоких антропогенных нагрузок.

### Результаты исследований и их обсуждение

Особенности строения, размер водного ложа, конфигурация береговой линии и рельеф водосборной площади Ягорлыцкого залива выраженные гидролого-морфометрическими показателями (табл. 1) в совокупности с климатическими условиями региона определяют природную интенсивность протекания в его экосистеме биогеохимических процессов – «эффект морфометрии» [3, 6] и обуславливают природную интенсивность экологических процессов.

Таблица 1

Гидролого-морфометрические показатели ИПУ Ягорлыцкого залива.

Характеристика	Условное обозначение	Размерность	Значение
Объём воды	V	млн. м <sup>3</sup>	849,24
Средняя глубина	H <sub>ср</sub>	м	2,8
Удельный водосбор	$\Delta F = F_{в-ра} / F$	б/р величина	1,48
Коэффициент извилистости береговой линии	$\mu = L / 2\pi \sqrt{F}$	б/р величина	1,12
Коэффициент ёмкости	$C = H_{макс} / H_{ср}$	б/р величина	0,5
Коэффициент глубинности	$k_H = H_{ср}^3 / S$	б/р величина	0,41
Коэффициент удлинённости	$k_L = L / B_{ср}$	б/р величина	1,92
Условный водообмен с морем	$D_m = W_m / V$	б/р величина	17

По сравнению более чем с двадцатью локальными прибрежными объектами северо-западного Причерноморья, значения ИПУ которых находятся в пределах от 0,250 до 0,730 [5], для Ягорлыцкого залива, который также можно рассматривать как локальную экосистему, зафиксировано максимальное значение данного индекса - 0,835, что соответствует классу «High» [6].

Высокие значения ИПУ Ягорлыцкого залива формируются по ряду следующих причин:

- Свободный водообмен залива с морем через пролив. Так в период действия ветров сгонных направлений водообмен залива с морем осуществляется в среднем за 10 суток.
- Большие размеры залива среди локальных прибрежных водоёмов: объёма воды и площади водного зеркала.
- Незначительное влияние терригенных процессов на внутриводоёмные. Гидрографическая сеть на водосборной площади залива не развита (рис. 2), в связи с чем, показатель удельного водосбора залива имеет очень низкие значения. Кроме того водосборная площадь залива имеет плакорный тип местности - средняя высота поверхности составляет всего 5 м, а средний уклон 0.7°. Таким образом, гидроэкологический режим залива формируется, главным образом, под действием процессов прилегающей акватории моря.

- Интенсивная гидродинамика. Отсутствие глубоководных зон, незначительное развитие береговой линии (низкие значения коэффициента извилистости) и низкие значения коэффициента глубинности [6] обусловленные высоким значением площади водного зеркала по отношению к средней глубине, формируют в заливе благоприятные условия для вертикального перемешивания водной массы.

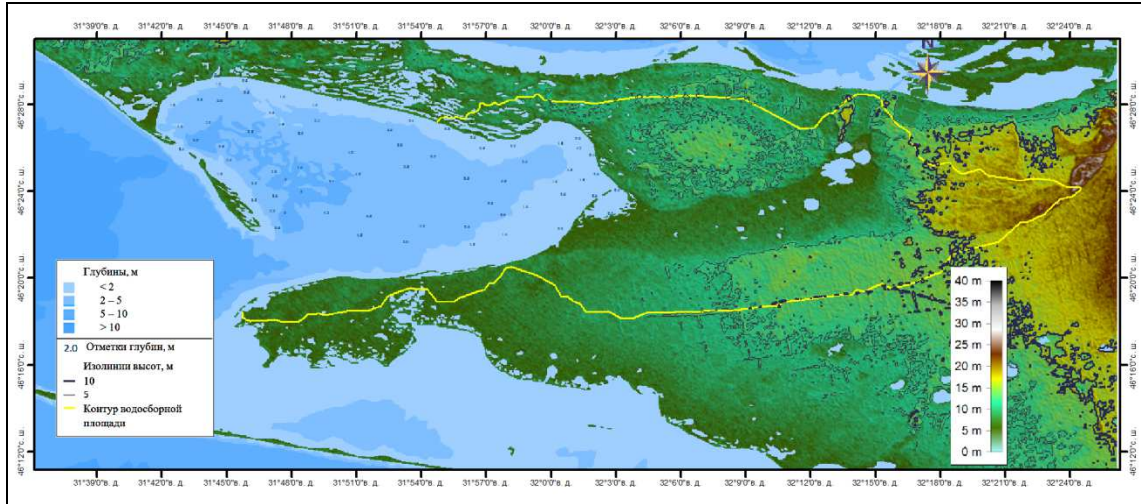


Рис. 2. Гидролого-морфометрические особенности Ягорлыцкого залива и его водосборной площади.

Оценка интенсивности первично-продукционного процесса в экосистеме Ягорлыцкого залива с использованием классических и морфофункциональных показателей донной растительности, даёт представление о пространственном распределении биомассы макрофитов, а также характеристике экологической активности сообществ фитобентоса в зависимости от их флористического состава (рис. 3).

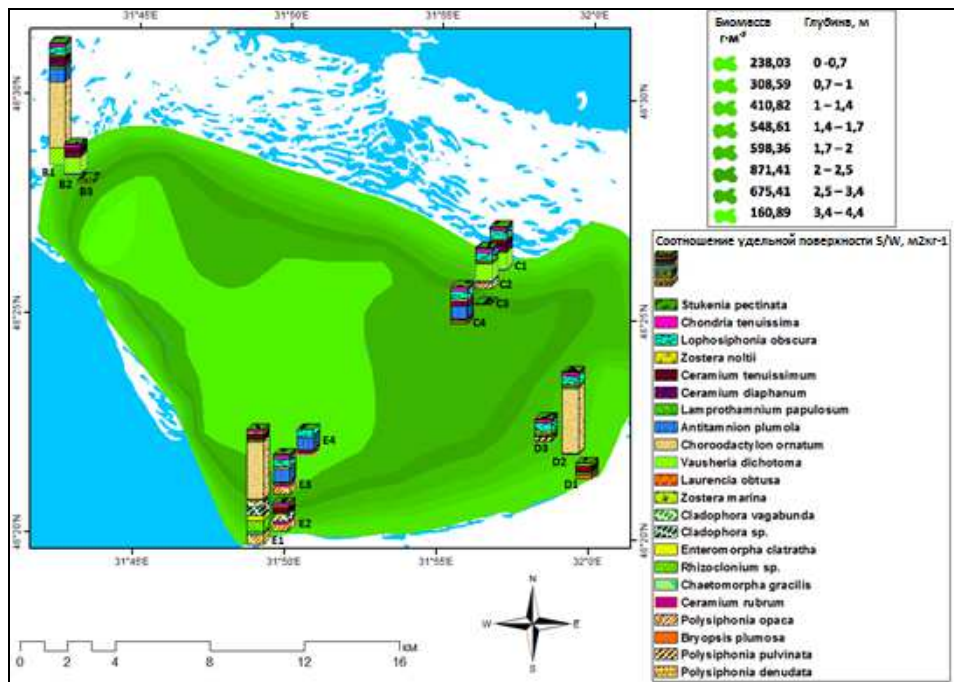


Рис. 3. Пространственная характеристика структурно-функциональной организации донной растительности Ягорлыцкого залива в июне 2013 года.

Пространственное распределение структурно-функциональных показателей фитоценозов донной растительности характеризуется неоднородностью. Горизонт 2-2,5 м является наиболее благоприятным для формирования растительной биомассы. Средние значения биомассы донной растительности здесь составляют более  $800 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ , максимальные -  $1800 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ , зафиксированные на фитоценозах *Zostera marina* Linnaeus. Развитие в данном горизонте видов с наиболее крупными размерами таллома и соответственно минимальным значением экологической активности ( $S/W_n$ ), обеспечивает продуцирование значительной растительной биомассы и свидетельствует об оптимальных условиях протекания в этом горизонте первично-продукционного процесса. Средняя биомасса макрофитов Ягорлыцкого залива практически в 2 раза выше, чем на станциях Тендровского залива, соответственно -  $650$  и  $330 \text{ (г} \cdot \text{м}^{-2})$ , что также свидетельствует о преимуществах условий в Ягорлыцком заливе для развития донной растительности. Среднее значение удельной поверхности популяций макрофитов развивающихся в акватории залива составляет  $45,11 \pm 3,35 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ , что в примерно в 2 раза ниже, по сравнению с фитоценозами макрофитов развивающихся в прибрежных акваториях северо-западной части Черного моря. Максимальная экологическая активность сообществ донной растительности зафиксирована на южном побережье при входе в залив (ст. E1, см. рис.3.) -  $95,33 \pm 7,30 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ .

Использование морфофункциональных показателей донной растительности Ягорлыцкого залива в качестве оценочных индексов - EEI позволило оценить экологическое состояние данной акватории в унифицированной европейской системе категорий ESC (рис. 4).



Рис. 4. Пространственное распределение категорий экологического статус класса (ESC) на акваториях Ягорлыцкого и северо-западной части Тендровского заливов.

Преимущественно на всех станциях ESC оценен категорией - «Отличный» (High) и только на некоторых прибрежных станциях категорией «Хорошо» (Good) и «Удовлетворительно» (Moderate). Значение относительного экологического показателя (EEI) морфофункциональных индикаторов донной растительности не опускалось ниже 0,74.

Практически все станции с категорией «Удовлетворительно» располагались в прибрежных участках с наибольшей мутностью воды (рис. 5), что отражает пространственное положение зон повышенной концентрации взвешенного органического вещества и особенностей гидродинамики. Наименьшая мутность воды наблюдается в местах проникновения морских вод в залив и на наибольших глубинах. Очевидно, что биологические процессы идут с разной интенсивностью, в зависимости от мутности и глубины, в прибрежных мелководных зонах они наиболее интенсивны. Так же антропогенное влияние, связанное с поступлением аллохтонного биогенного вещества, снижающее категорию экологического статус класса наиболее выражено в приустьевой зоне.



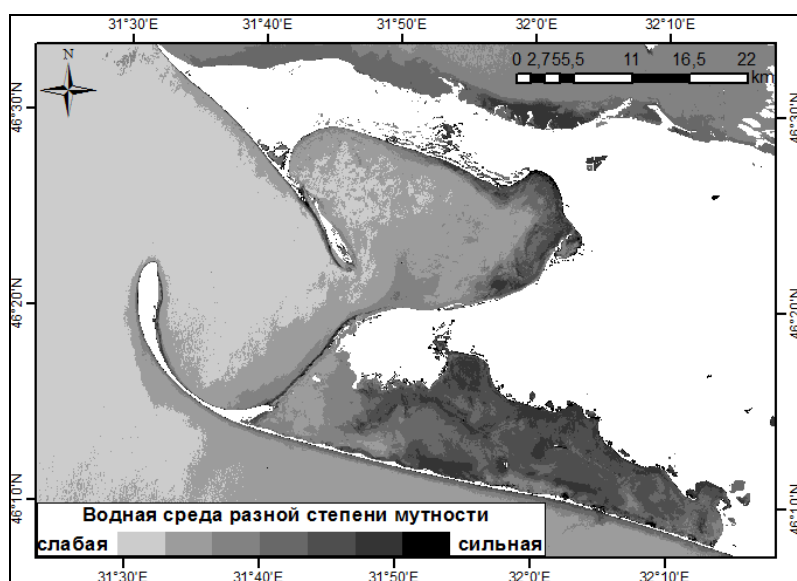


Рис. 5. Слои мутности водной среды 24.08.2013 г. по результатам дешифрирования спутникового снимка Landsat8.

Наилучшая категория экологического качества была отмечена на трансекте С<sub>1</sub> – С<sub>4</sub> (см. рис.4), расположенной в северо-восточной части Ягорлыцкого залива. Наземные биогеоценозы прилегающие к данному побережью характеризуются высокой мозаичностью и сохранностью, находясь в природном и квазиприродном состоянии (рис. 6). Тендровский залив по сравнению с Ягорлыцким характеризуется большей мутностью воды и преобразованностью наземных природно-территориальных комплексов в пахотные угодья с системами орошения, что отражается в более низких категориях ESC рассчитанных по показателю средней удельной поверхности видов входящих в флористический состав донной растительности ( $S/W_x$ ) (см. рис. 4). Согласно литературным данным загрязнения водоемов за счет выноса биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий благодаря поверхностному стоку увеличивается по сравнению с естественными условиями в 10 - 50 раз и достигает 5 - 50 кг · га<sup>-1</sup> в год [1].

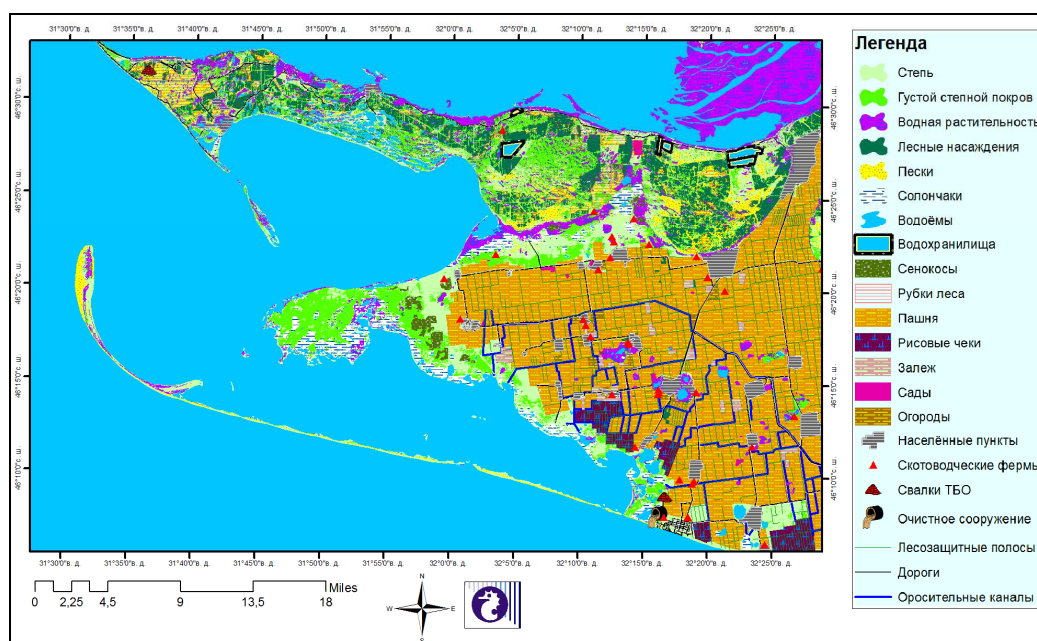


Рис. 6. Ландшафтно-хозяйственная структура водосборной площади и прилегающей территории Ягорлыцкого и Тендровского заливов.

Естественные наземные угодья исследованной территории представлены полынно-типчачково-ковылевыми степями, высшей водной растительностью, солончаками, курганами и песками, естественными водоемами (озерами). К квазиприродным ландшафтам можно отнести искусственные лесные насаждения. К антропогенно-преобразованным: селетбные застройки и их инфраструктуру, водохранилища, орошаемые пашни, рисовые чеки, залежи, садово-городные участки, скотоводческие фермы, свалки ТБО, сенокосы, рубки леса. Все виды антропогенно-преобразованных территорий могут приводить к поступлению Ягорлыцкий и Тендровский заливы биогенных и загрязняющих веществ аллохтоного происхождения.

По результатам оценки ландшафтно-хозяйственной структуры территорий прилегающих к заливам распределение коэффициента антропогенной преобразованности [7] на водосборной площади и прилегающей территории Ягорлыцкого залива было получено в таких соотношениях: не преобразованные - 37,66%; слабо преобразованные - 29,61%; преобразованные - 5,70%, средне преобразованные - 3,34%, сильно преобразованные - 20,32%, очень сильно преобразованные - 2,49% и трансформированные - 0,87% от общей площади территории (рис. 7). Такое состояние свидетельствует о наличии эколого-хозяйственного баланса территории и значительном сохранении естественных ландшафтов. Особенно высокая степень сохранности естественных условий соответствует участкам, которые имеют статус природоохранных. Географическое распределение нагрузок на исследуемой территории связано также с пригодностью территории для сельскохозяйственного освоения и в первую очередь использованием под пашню.

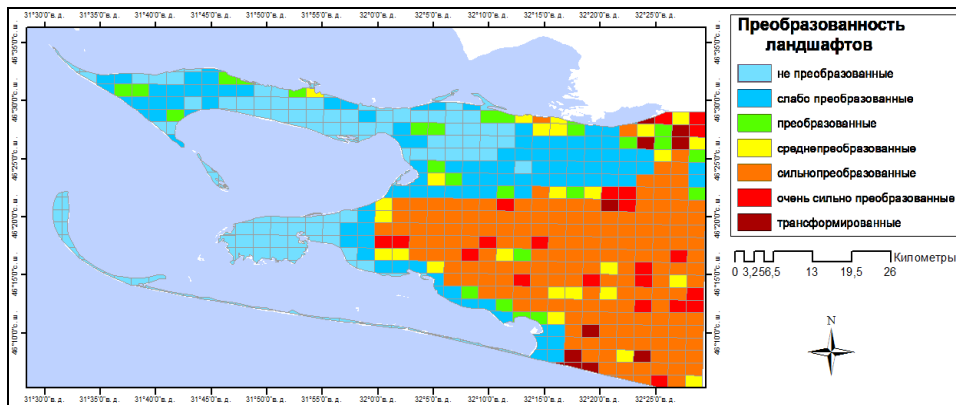


Рис. 7. Пространственное распределение коэффициента антропогенной преобразованности водосборной площади и прилегающей территории Ягорлыцкого залива.

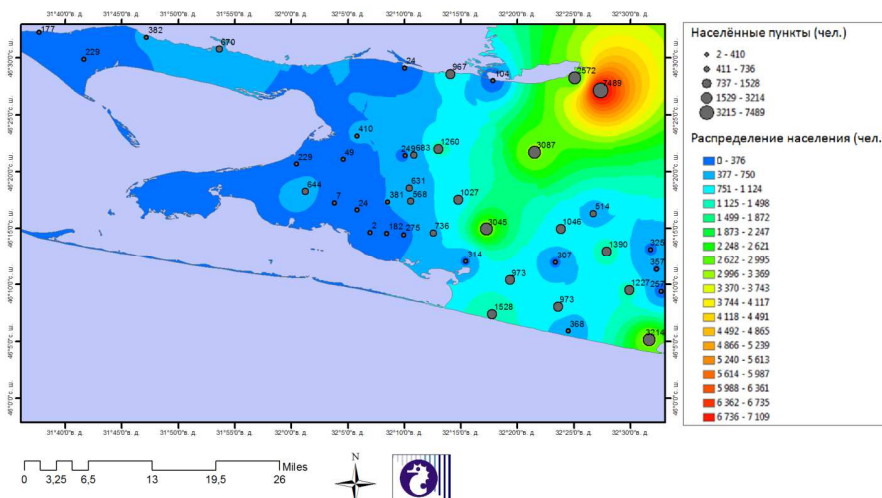


Рис. 8. Пространственное распределение численности населения на водосборной площади и прилегающей территории Ягорлыцкого залива.

Также изучение степени антропогенной нагрузки на акваторию залива проводилось на основе оценки пространственного распределения численности населения (рис. 8).

В целом рассмотренный участок характеризуется малой плотностью населения и отсутствием больших населенных пунктов. Наименьшая антропогенная нагрузка наблюдается на природоохранных территориях. Наибольшее количество населенных пунктов и плотность населения приурочена к обрабатываемым сельско-хозяйственным землям.

Для количественной оценки влияния антропогенной составляющей на экологическое состояние экосистемы Ягорлыцкого залива был использован индекс искусственного влияния - ИИВ [10, 5]. Методика сопоставления категорий полученных на основе морфофункциональных индикаторов донной растительности и природной устойчивости водной локальной экосистемы позволила оценить современную степень антропогенного воздействия на экосистему рассматриваемого залива. Величины всех трех морфофункциональных индикаторов донной растительности Ягорлыцкого залива, соответствуют категории: - «Отличный» (табл. 2). Значение ИПУ также соответствует категории: «Отличный» (см. рис. 2). Это означает, что при сопоставлении категорий оценки значение ИИВ будет равно «0».

Таблица 2

Оценка индекса искусственного воздействия (ИИВ) Ягорлыцкого залива по данным полевых исследований в июне 2013 г.

Морфофункциональное состояние донной растительности			Природная устойчивость		Антропогенная нагрузка	
Показатель EEI	Значение		Категория статус класса (ESC)	ИПУ	Категория статус класса (ESC)	ИИВ
	Показатель	Индекс (EEI)				
Экологическая активность трех доминантов ( $S/W_{3DP}$ ), $m^2 \cdot kg^{-1}$	12,5	0,89	Высокий	0,835	Высокий	0
Средняя экологическая активность видов, ( $S/W_x$ ), $m^2 \cdot kg^{-1}$	43,3	0,96	Высокий			
Индекс поверхности фитоценозов, ( $SI_{ph}$ ), ед.	5,09	0,97	Высокий			

Таким образом, можно заключить, что в настоящий период акватория Ягорлыцкого залива в соответствии со стандартами Водной Директивы ЕС характеризуется наиболее высокой категорией ESC. Кроме того, нулевое значение ИИВ, свидетельствует о том, что современное антропогенное воздействие не снизило исходное природное состояние данной природоохранной акватории морской экологической сети Украины.

### Выводы

По сравнению с лиманными экосистемами северо-западного Причерноморья, Ягорлыцкий залив имеет высокий природный потенциал. Высокое значение ИПУ Ягорлыцкого залива (0,835, статус класс «High») формируется: свободным водообменом с морем через пролив; большими размерами залива (объемом воды и площадью водного зеркала); незначительным влиянием терригенных процессов на внутриводоёмные процессы; интенсивной гидродинамикой в результате морфометрических особенностей водного ложа залива.

Оценка современного экологического статус класса (ESC), на основе морфофункциональных индикаторов показала, что преимущественно на акватории залива отмечается «Отличный» (High) ESC. Более низкие категории ESC зафиксированы в прибрежных мелководных зонах с наибольшей мутностью воды и аллохтонным влиянием.

Высокий экологический статус региона создает условия для формирования многолетних видов макрофитов с высокой биомассой и низкой интенсивностью экологической активности (морские травы). Глубинный диапазон 2-2,5 м является наиболее продуктивным для формирования растительной биомассы.



По результатам оценки ландшафтно-хозяйственной структуры территорий прилегающих к Ягорлыцкому и Тендровскому заливам коэффициент антропогенной преобразованности находится в таких соотношениях: непреобразованные - 37,66%; слабо преобразованные - 29,61%; преобразованные - 5,70%, средне преобразованные - 3,34%, сильно преобразованные - 20,32%, очень сильно преобразованные - 2,49% и трансформированы - 0,87% от общей площади территории. Такое состояние свидетельствует о наличии эколого-хозяйственного баланса территории и значительном сохранении естественных ландшафтов. Особенно высокая степень сохранности соответствует территориям, которые имеют статус природоохранных.

Применение методики расчета индекса искусственного воздействия (ИИВ) для Ягорлыцкого залива, позволило определить, что его акватория характеризуется низкой степенью антропогенного влияния и высоким природоохранным статусом (ИИВ соответствует нулевому значению).

1. *Айдаров И. П.* Комплексное обустройство земель / И. П. Айдаров. — М.: МГУП, 2007. — 208 с.
2. *Миничева Г. Г.* Морфофункциональные основы формирования морского фитобентоса: Автореф. дис... док. биол. наук: 03.00.17, Севастополь, 1998. — 32 с.
3. *Миничева Г. Г.* Оценка природно-антропогенного статуса Ягорлыцкого залива в соответствии с требованиями Водной Директивы ЕС / Г. Г. Миничева, Е. В. Соколов, А. В. Швец // Третья международная научно-практическая конференция «Биоразнообразии и устойчивое развитие», 15 – 19 сентября 2014 г., — Симферополь. — С. 211—212.
4. *Миничева Г. Г.* Оцінка природної стійкості лиманів Північно-західного Причорномор'я відповідно до принципів водної директиви ЄС / Г. Г. Миничева, Е. 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).
5. *Общая лимнология: пособие для студентов геогр. фак.* / [ред. П. С. Лопух, О. Ф. Якушко]. — Минск: БГУ, 2011. — 248 с.
6. *Романов В. П.* Применение морфометрических показателей в целях определения природного потенциала водоёмов и прогнозирование их состояния / В. П. Романов // Матер. Всесоюзн. Совещ. «Антропогенные изменения экосистем малых озёр (причины, последствия, возможность управления)», 27 – 29 марта 1990г. — СПб, 1991. — С. 118—120.
7. *Шищенко П. Г.* Прикладная физическая география / П. Г. Шищенко — К.: Вища школа, 1988 — 192 с.
8. *DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy, 23 October 2000. (WFD, 2000/60/EC).*
9. *DIRECTIVE 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of marine environmental policy, 17 June 2008. (MSFD, 2008/56/EC).*
10. *Minicheva G. G.* New methodological approach in estimation of the northwestern black sea water bodies' environmental status / G.G. Minicheva, A.B. Zotov, E.V. Sokolov // Матеріали 40-го конгресу Середземноморської наукової комісії (CIESM). — Марсель, Франція 28 жовтня-1 листопада, 2013 р. (<http://www.ciesm.org/>).
11. *Minicheva G.* 2013. Use of the Macrophytes Morphofunctional Parameters to Assess Ecological Status Class in Accordance with the EU WFD. *Marine Ecological Journal.* — Vol. XII, № 3. — P. 5—21.
12. *Jarvis A.* Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m [Электронный ресурс] / A. Jarvis, H.I. Reuter, A. Nelson, & E. Guevara. — 2008. — Database: <http://srtm.csi.cgiar.org>.
13. *OpenStreetMap Wiki contributors.* Map Features [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map\\_Features](http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features) (дата обращения: 06.05.2015).
14. *USGS Global Visualization Viewer.* Available at: <http://glovis.usgs.gov/> (accessed: 24.08.2013)

*Г. Г. Миничева, Е. В. Соколов, Г. В. Швец*

Інститут морської біології Національної академії наук України

#### ОЦІНКА ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО СТАТУСУ ПРИБЕРЕЖНО-АКВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ЯГОРЛИЦЬКОЇ ЗАТОКИ

Розглянуті особливості будови водної улоговини і узбережжя Ягорлицької затоки, а також проведена оцінка природного потенціалу екосистеми затоки на основі індексів природної стійкості. Показано, що в порівнянні з лиманними екосистемами північно-західного

Причорномор'я, Ягорлицька затока має високий природний потенціал і високе значення ІПУ, яке дорівнює 0,835 (клас «High»), що забезпечуються вільним водообміном з морем через протоку; великими розмірами затоки (об'ємом води і площею водного дзеркала); незначним впливом теригенних процесів на водоемні процеси. Дана оцінка інтенсивності первинно-продукційних процесів та екологічного статусу класу (ESC) акваторії затоки, за морфофункціональними показниками питомої поверхні донної рослинності. Показано, що велика частина площі акваторії затоки характеризується категорією ESC - «High». Нижчі категорії ESC зафіксовані в прибережних мілководних зонах з найбільшою каламутністю води і алохтонним впливом, однак відносний екологічний показник морфофункціональних індикаторів донної рослинності не опускався нижче 0,74. Високий екологічний статус регіону створює умови для формування багаторічних видів макрофітів з високою біомасою і низькою інтенсивністю екологічної активності (морські трави). Глибинний діапазон 2–2,5 м є найбільш продуктивним для формування рослинної біомаси в затоці.

Проведена інвентаризація ландшафтно-господарської структури і аналіз еколого-господарського балансу природно-територіальних комплексів водозбірної площі затоки та прилеглої території, який виявив, що коефіцієнт антропогенної перетворюваності знаходиться в таких співвідношеннях: не перетворені - 37,66; слабо перетворені - 29,61; перетворені - 5,70; середньо перетворені - 3,34; сильно перетворені - 20,32; дуже сильно перетворені - 2,49 і трансформовані - 0,87 (%) від загальної площі території. Дана оцінка антропогенного впливу на інтенсивність первинно-продукційних процесів (ступінь антропогенного евтрофікації) екосистеми затоки на основі індексу штучного впливу (ІШВ). Застосування методики розрахунку ІШВ для Ягорлицької затоки, дозволило визначити, що його акваторія характеризується низьким ступенем антропогенного впливу і високим природоохоронним статусом (ІШВ = 0). Таким чином, природний потенціал і сучасний екологічний статус екосистеми Ягорлицької затоки, а також еколого-господарський баланс його водозбірної площі, виправдовує перебування на цій території двох природоохоронних об'єктів високого національного і міжнародного рівня - Національного природного парку «Білобережжя Святослава» та «Чорноморського біосферного заповідника».

*Ключові слова:* донна рослинність, екологічний статус, еколого-господарський баланс, Ягорлицька затока

*G. G. Minicheva, E. V. Sokolov, A. V. Shvets*

Institute of Marine Biology, National Academy of Sciences of Ukraine

#### ASSESSMENT OF THE NATURAL AND ANTHROPOGENIC STATUS OF THE COASTAL AND AQUATIC COMPLEXES ALONG YAHORLYK BAY

The article presents an overview of structural features of the water body and the coastline of Yahorlyk Bay and results of an assessment of its natural potential on the basis of natural resistance index (NRI). The study has demonstrated that in comparison with the estuary ecosystems of the northwestern Black Sea region, Yahorlyk Bay has a high natural potential and great importance, its NRI totalling to 0.835 («High» class) conditioned by free water exchange with the sea through the strait, large size of the Bay (the volume of water and the water surface area) and insignificant influence of terrigenous processes over the water body. An assessment of the ecological status class (ESC) of the bay carried out on morphofunctional indicators of the surface area of the bottom vegetation shows that a large part of the bay area is characterized by high ESC. Lower ESC value was registered in shallow coastal areas with the highest turbidity of the water and the great influence of allochthonous. However, the relative ecological indicator of the surface area of the bottom vegetation does not fall below 0.74. High ecological status of the bay provides conditions for the formation of perennial macro algae and seagrass with high biomass and low intensity of ecological activity. The depth range of 2-2.5 m is the most productive zone for the formation of plant biomass in the bay. A thorough examination of anthropogenic structure and the degree of conversion of natural-territorial complexes of the catchment area of Yahorlyk Bay demonstrates that the ratio of anthropogenic transformation is as follows: not converted - 37.66; slightly converted - 29.61; converted - 5.70; medium converted - 3.34; much

transformed - 20.32; greatly transformed 2.49; and transformed - 0.87 (%) of the total land area. The anthropogenic impact on the intensity of primary production processes (degree of anthropogenic eutrophication) ecosystem of the bay on the basis of artificial force index (AFI) has been evaluated. The calculation of AFI for Yavorlyk Bay allows us to conclude that its water area is characterized by a low degree of anthropogenic influence and a high conservation status (AFI = 0). Thus, the natural potential and current ecological status of Yavorlyk Bay ecosystem, as well as ecological and economic balance of its catchment area, justify the presence on its territory of such objects as the National Natural Park "Biloberezhzhia Sviatoslava" and the «Black Sea Biosphere Reserve», both of high national and world status.

*Key words: bottom vegetation, the ecological status, ecological and anthropogenic balance, Yavorlyk Bay*

Рекомендує до друку  
В. В. Грубінко

Надійшла 07.11.2016

УДК 574.3;599.323

С. А. МЯКУШКО

ННЦ «Інститут біології та медицини», Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
пр-т. Академіка Глушкова, 2, Київ, 03127

## **СПІВВІДНОШЕННЯ РІЗНИХ ФОРМ МІНЛИВОСТІ В ПОПУЛЯЦІЯХ ДВОХ ВИДІВ НОРИЦЬ**

У роботі проаналізовані індивідуальна скорельованість і групова мінливість ознак в популяціях гризунів. Показано, що співвідношення форм мінливості на окремих етапах існування популяції визначається залученням різних внутрішньопопуляційних груп у відтворення. Характер співвідношення закономірно змінюється на різних фазах багаторічної динаміки щільності, проте є ідентичним для двох видів нориць.

*Ключові слова: мінливість, скорельованість, популяції, багаторічна динаміка, розмноження, гризуни*

Для популяцій є цілком справедливим загальносистемний принцип балансу консервативності і мінливості. Останній постулює, що будь-яка біосистема, яка здатна до самопідтримання і розвитку, складається із двох рядів складових (підсистем), один із яких закріплює і зберігає її будову і функціональні особливості, а інший – сприяє видозмінам з утворенням нової специфіки, що відповідає оновленому середовищу мешкання [6]. Співвідношення цих двох складових закономірно змінюється залежно від умов, тому його доцільно використовувати у разі оцінювання стану системи на різних етапах її існування.

Під час аналізу стану популяції за морфологічними параметрами окремих індивідів, як правило, використовують усередненні показники для певного інтервалу часу, звертаючи увагу на популяцію в цілому. Проте популяція є гетерогенною: для різних груп особин (наприклад, вікових чи статевих) взаємовідносини з середовищем можуть бути неоднаковими і специфічно змінюватися в різних умовах, як це відбувається, наприклад, у роки з різною щільністю населення. Крім того, не можна не враховувати, що сама мінливість може по-різному виявлятися на індивідуальному і груповому рівнях. В межах даної роботи для дослідження стану окремих індивідів і внутрішньопопуляційних груп особин застосовано диференційний підхід, що дає змогу оцінити їх роль у функціонуванні популяції та внесок у процеси змін щільності.