

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

**Экологическая безопасность
прибрежной и шельфовой зон
и комплексное использование
ресурсов шельфа**

Сборник научных трудов

г. Севастополь

2000

<i>Шаповалов Ю.И.</i> Автоматический гидрометеорологический комплекс.....	330
<i>Зима В.В., Шаповалов Ю.И., Щетинин Ю.Т.</i> Результаты опытной эксплуатации автономного гидрозонда МГИ 4117.....	334
<i>Никитин А.В., Никитин А.А.</i> Циклическая вольтамперометрия обратимых электрохимических процессов при синусоидальной поляризации электрода.....	339
<i>Урикова Н.В.</i> Разработка концепции интегрированного управления геинформационной средой.....	346

4. БИОТЕХНОЛОГИИ ВОСПРОИЗВОДСТВА КАЧЕСТВА СРЕДЫ И БИОРЕСУРСОВ

<i>Александров Б.Г.</i> Методологические аспекты управления качеством водной среды с помощью обрастания твердых субстратов.....	351
<i>Воробьева Л.В.</i> Мейобентос как объект биологического мониторинга морских систем.....	360
<i>Александров Б.Г., Юрченко Ю.Ю.</i> Зависимость структурно-функциональных свойств морского зообрастания от геометрии твердых субстратов.....	367
<i>Петросян А.Г., Дятлов С.Е.</i> Токсикологический контроль качества балластных вод в районе Одесского мегаполиса.....	377
<i>Нестерова Д.А., Теренько Л.М.</i> Фитопланктон Одесского региона в современных условиях.....	383
<i>Полищук Л.Н., Настенко Е.В., Белокаминский А.А.</i> Зоопланктон Григорьевского (Малого Аджалыкского) лимана и прилегающего участка северо-западной части Черного моря.....	391
<i>Гарлицкая Л.А.</i> Сезонная динамика <i>Harpacticoida</i> (<i>Crustacea</i> , <i>Copepoda</i>) Григорьевского лимана.....	405
<i>Кулакова И.И., Торгонская О.А.</i> Нематоды Григорьевского лимана и их некоторые функциональные характеристики.....	412
<i>Синегуб И.А.</i> Состояние макрозообентоса Дофиновского лимана (северо-западное Причерноморье) в июле 1999 г.	419
<i>Скрипник И.А., Кирсанова Е.В.</i> Методические аспекты изучения популяций микроводорослей в культуре.....	425
<i>Толкаченко Г.А., Смоллов В.Е., Битюкова Ю.Е., Ткаченко Н.К., Пантелеева О.В.</i> Биотехнология и оборудование для выращивания молоди камбалы калкана.....	430
<i>Бушуев С.Г.</i> Истощение кормовой базы как фактор, лимитирующий численность черноморских дельфинов.....	437
<i>Воля Е.Г.</i> Питание личинок кефали пиленгаса в раннем онтогенезе в процессе искусственного выращивания.....	453
<i>Квач Ю.В.</i> Зараженность бычка-кругляка <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas) и бычка-рыжика <i>N. cephalarges</i> (Pallas) из Одесского залива Черного моря нематодами <i>Cucullanellus minutus</i> (Rud.).....	458

И.И. Кулакова, О.А. Торгонская

НЕМАТОДЫ ГРИГОРЬЕВСКОГО ЛИМАНА И ИХ НЕКОТОРЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Приводится таксономический состав свободноживущих нематод и динамика их плотности в различных биотопах. Обсуждается функциональная роль отдельных видов на примере значения трат на энергетический обмен (дыхание). Отмечено ярко выраженное доминирование отдельных видов нематод и угнетение других в Григорьевском лимане.

Свободноживущим нематодам, как одному из основных компонентов мейобентоса, посвящен ряд работ по северо-западной части Черного моря [1, 2]. Необходимость изучения нематод Григорьевского лимана, прилегающего к этому району моря, определялась, во-первых, отсутствием данных о видовом составе и показателях плотности нематод, во-вторых, развитием процессов антропогенного эвтрофирования в северо-западной части.

Цель настоящей работы – определить таксономический состав нематод, динамику их плотности в различных биотопах, а также оценить их функциональную роль в мейобентосе на примере одной из энергетических характеристик – дыхания.

Предложенный материал основан на результатах исследований четырех съемок, проведенных в Григорьевском лимане в период с февраля по ноябрь 1992 – 1993 гг. Отбор проб с борта НИС «Спрут» проводили по стандартной сетке станций непосредственно в лимане (15 станций) и в морской акватории, прилегающей к нему (3 станции). На глубине 0 – 0,5 м пробы отбирали металлической рамкой 10 × 10 см, обшитой мельничным газом № 68; на глубинах 3 – 17 м дночерпателем Петерсена с площадью раскрытия 0,25 м². С поверхности общего монолита отбирали грунт в расчете на 100 см² и промывали через систему бентосных сит, под нижнее из которых подкладывая мельничный газ № 68. Пробы фиксировали 4-х % формалином и одновременно окрашивали красителем "Бенгальский розовый." Количество организмов после камеральной обработки пересчитывали на 1 м² поверхности дна. Всего собрано и обработано 72 количественные пробы. Для последующей идентификации и изготовления постоянных препаратов из каждой пробы извлекали не менее 50 экз. нематод. Определив размерные характеристики для каждого вида, вычисляли их среднюю биомассу по номограммам Численко [3]. Для расчета трат нематод на энергетический обмен (дыхание) были использованы: классическое уравнение зависимости ($R = a \cdot W^m$) интенсивности дыхания от общей массы (W), оксиколорийный коэффициент (q_1) 20,3 Дж·мл·О⁻¹ и температурный коэффициент Вант-Гоффа (Q_{10}) [4].

Григорьевский лиман представляет собой относительно небольшую акваторию (площадь 10 м^2 с максимальной шириной до 1 км), имеющую судоходный канал глубиной 17 м и шириной 400 м, расположенный по оси лимана с севера на юг и выходящий далеко в море, что оказывает доминирующее влияние на гидрологический и гидрохимический режим данного водоема. В прибрежье (0,4 – 0,5 м) в основном преобладает плотный песчаный грунт с небольшой примесью ракуши. На глубинах 3 – 6 м, расположенных в верховье лимана и восточной его части, грунт представлен заиленной ракушей. Непосредственно в канале на глубинах 13 – 17 м черный ил. В период исследований средняя температура воды у дна составляла $1,7 \text{ }^\circ\text{C}$ зимой и $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$ летом.

Обладая высоким видовым разнообразием, свободноживущие нематоды представляют доминирующую по численности группу среди организмов мейобентоса [5 – 7]. Григорьевский лиман является примером водоема, в котором нематоды по плотности не уступают руководящую роль иным группам, составляя в среднем 70 – 75 % общей численности. Их наибольшая плотность отмечена на илистом грунте и составляла от 33330 до 1984000 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$ (среднее 481978 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$). Доля нематод на илах от всего мейобентоса составляла от 60 до 90 %; на заиленной ракуше – несколько ниже, в среднем от 17,3 до 68,8 % при плотности 11333 – 142133 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$ (среднее 46414 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$). На прибрежных станциях плотность нематод невысокая, от 3333 до 211166 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$ (среднее 22057 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$). В морской акватории, прилегающей к лиману, нематоды распределялись неравномерно и в незначительном количестве (среднее 17605 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$).

Нематоды Григорьевского лимана представлены 35 видами (табл.1). Наибольшее их видовое разнообразие отмечено на илах (28 видов), из которых к доминирующим видам можно отнести следующие: *Sabatieria pulchra*, *Terschellingia pontica*, *Axonolaimus ponticus* и *Paracantonchus caecus*, которые были обнаружены в течение всего сезона года. Встречаемость этих видов составляла в среднем от 64 до 96,2 %. *Sabatieria pulchra* лидирует как по встречаемости, так и по плотности поселений (среднее 982801 и 176752 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$ соответственно). *Paracantonchus caecus* также обладал высокой плотностью во все сезоны. *Axonolaimus ponticus* и *Terschellingia pontica* по плотности и встречаемости достигали максимальных значений весной (среднее 107646 и 93722 экз. $\cdot\text{м}^{-2}$ соответственно). К субдоминантным видам можно отнести *Eleutherolaimus longus* и *Teschellingia longicaudata* со встречаемостью в среднем 42,7 и 46 %. Остальные виды периодически были обнаружены как с низкой встречаемостью, так и с низкой плотностью поселений. Для заиленной ракуши, как и для илов, характерно большое видовое разнообразие нематод (27 видов), однако здесь плотность их поселений на порядок ниже. Доминировали здесь лишь два вида: *Sabatieria pulchra*, и *Terschellingia pontica* (рис.1).

Встречаемость *Sabatieria pulchra* в различные сезоны колебалась от 33 до 100 % и максимальных значений плотности она достигала в зимний

Таблица 1. Видовой состав, масса тела (мг), показатели дыхания (Дж·экз.⁻¹·сут⁻¹·10⁻³) нематод Григорьевского лимана.

№ п/п	Виды	Масса, мг	Дыхание, Дж·экз. ⁻¹ ·сут ⁻¹ ·10 ⁻³
1	<i>Areolaimus zosterea</i> (Filipjev 1918)	0,0006	0,000051
2	<i>Axonolaimus ponticus</i> Filipjev 1918	0,014	0,000537
3	<i>Ax.setosus</i> Filipjev 1918	0,014	0,000537
4	<i>Leptolaimus steineri</i> (Filipjev 1922)	0,000035	0,000006
5	<i>Terschellingia pontica</i> Filipjev 1918	0,0007	0,000057
6	<i>T.longicaudata</i> De Man 1907	0,0021	0,000129
7	<i>Metalinchomoeus zosterae</i> Filipjev 1918	0,009	0,000386
8	<i>Paralinchomaeus filiformis</i> (Filipjev 1918)	0,0017	0,000111
9	<i>Eleuthaerolaimus longus</i> Filipjev 1922	0,0011	0,00008
10	<i>Sphaerolaimus gracilis</i> De Man 1976	0,00019	0,000021
11	<i>S.ostraeae</i> Filipjev 1918	0,0011	0,00008
12	<i>Monhystera filiformis</i> Bastian 1865	0,00028	0,000029
13	<i>M.conica</i> Filipjev 1918	0,00006	0,000009
14	<i>M.sp.</i>	0,0011	0,00008
15	<i>Theristus sabulicola</i> (Filipjev 1922)	0,0019	0,00012
16	<i>Th.sp.</i>	0,0006	0,000051
17	<i>Cylindrotheristus longicaudatus</i> (Filipjev 1922)	0,00036	0,000034
18	<i>C.maeoticus</i> (Filipjev 1922)	0,0007	0,000057
19	<i>Sabatieria pulchra</i> G.Schneider 1906	0,00044	0,00004
20	<i>Chromadora nudicapitata</i> Bastian 1865	0,00009	0,000012
21	<i>Ch.sp.</i>	0,00028	0,000029
22	<i>Neochromadora poecilosomoides</i> (Filipjev 1918)	0,00044	0,00004
23	<i>Spilophorella euxina</i> Filipjev 1918	0,00019	0,000021
24	<i>Chromadorella sp.</i>	0,00028	0,000029
25	<i>Paracantonchus caecus</i> (Bastian 1865)	0,0006	0,000051
26	<i>Anticoma acuminata</i> (Eberth 1865)	0,0036	0,000194
27	<i>Oxystomina elongata</i> (Butschli 1874)	0,0017	0,000111
28	<i>Halalaimus ponticus</i> Filipjev 1922	0,0015	0,000101
29	<i>Anoplostoma viviparum</i> (Bastian 1865)	0,00044	0,00004
30	<i>Catalaimus sabulicola</i> (Filipjev 1918)	0,0036	0,000194
31	<i>Enoploides brevis</i> Filipjev 1918	0,0028	0,000161
32	<i>Tripiloides marinus</i> Butschli 1874	0,0011	0,00008
33	<i>Oncholaimus brevicaudatus</i> Filipjev 1918	0,011	0,000448
34	<i>Viscosia glabra</i> (Bastian 1865)	0,0028	0,000161
35	<i>V. minor</i> Filipjev 1918	0,0019	0,00012

(15285 экз. \cdot м⁻²) и весенний (14532 экз. \cdot м⁻²) периоды. Встречаемость *Terschellingia pontica* также имела максимальные значения (100 %).

На заиленной ракуше меняется роль субдоминантных видов. Здесь высокая встречаемость отмечена у видов *Cylindrothaeristus maeoticus* (49 %) и *Neochromadora poecilisomoides* (41 %), в то время как на илах она составила лишь от 7 до 8 %. В этом биотопе возрастает процент встречаемости у видов, относящихся к отряду *Enoplida*. Плотность остальных видов в среднем по сезонам составила от 110 экз. \cdot м⁻² зимой до 5130 экз. \cdot м⁻² осенью.

В прибрежной части лимана 17 видов нематод, встречаемость которых в среднем колебалась от 20 до 60 % в тот или иной сезон. Доминировали *Chromadorida nudicapitata*, *Cylindrothaeristus maeoticus*. Максимальных значений плотности *Chromadorida nudicapitata* достигала осенью (среднее 17241 экз. \cdot м⁻²).

В морской акватории, прилегающей к лиману, отмечено 16 видов. Здесь доминировали, как и в первых двух биотопах, *Sabatieria pulchra* и *Terschellingia pontica* со встречаемостью в среднем от 58,3 до 83,3 % соответственно (рис. 1).

Важным элементом для характеристики экосистемы лимана является изучение энергетических характеристик свободно живущих нематод. Исследованиями многих авторов показано, что эти мелкие донные организмы, обладающие огромной численностью, активно участвуют в трансформации органического вещества морских экосистем [4, 8, 9].

Для расчета трат нематод на энергетический обмен (дыхание) важное значение имеют их весовые и размерные характеристики, в связи с чем было проведено измерение средней длины тела каждого вида и определена их средняя масса.

В биотопе ила и заиленной ракуши соотношение определенных размерных характеристик примерно одинаково и средняя общая биомасса нематод составляла 0,0024 мг, в прибрежье 0,0008 мг.

Для оценки функциональной роли нематод, существенно отличавшихся как по плотности поселений, так и размерами тела и соответственно биомассой, были проведены расчеты трат на энергетический обмен для каждого определенного нами вида (табл. 1).

В результате анализа установлено, что наиболее высокие показатели дыхания характерны во все исследованные сезоны для илов (рис. 2). Пределы их средних значений колебались от 4,91 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ в летний период до 12,0 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ в весенний. Несмотря на то, что в этом биотопе, доминирующим по численности, отмечен вид *Sabatieria pulchra*, основной вклад по показателям дыхания принадлежит виду *Axonolaimus ponticus*, что объясняется его высокой индивидуальной биомассой. Во все сезоны показатели трат на энергетический обмен у этого вида были наиболее высокими и составляли от 71,93 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ летом (при плотности

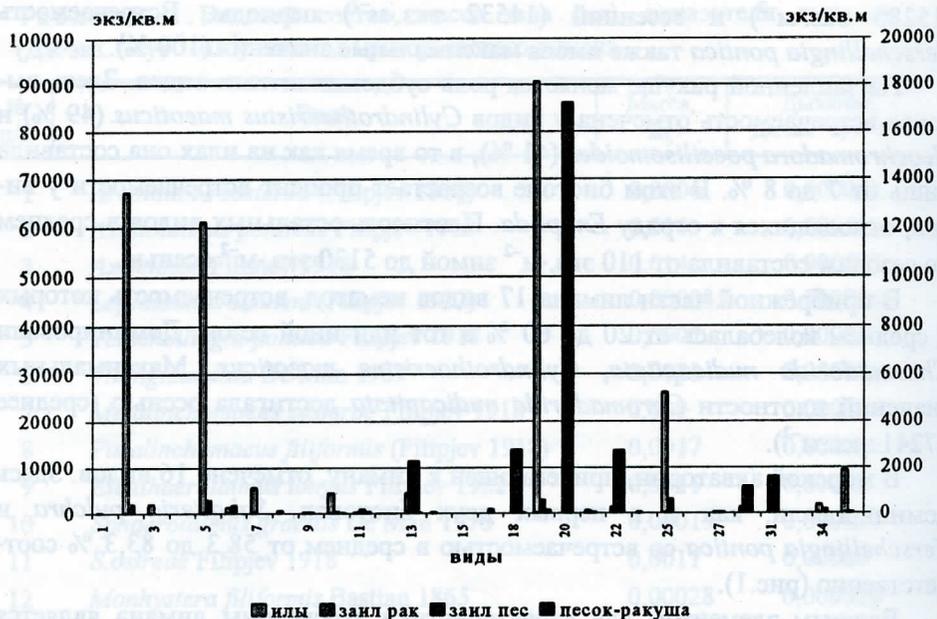


Рис. 1. Распределение плотности (экз. \cdot м⁻²) нематод на различных субстратах в Григорьевском лимане. Номер вида соответствует номеру в общей таблице видов.

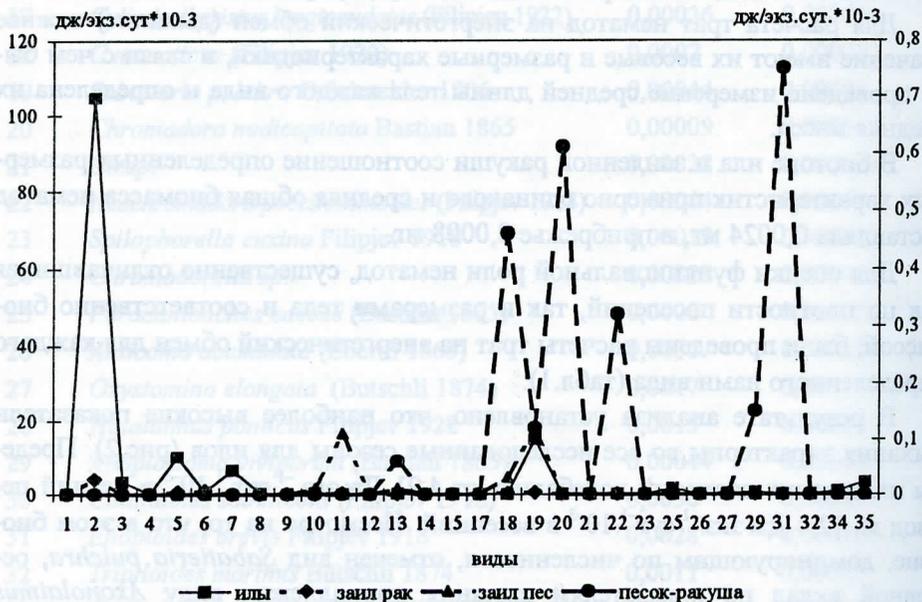


Рис. 2. Распределение значений трат на энергетический обмен (Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут.⁻¹ \cdot 10⁻³) у нематод Григорьевского лимана на различных субстратах. Номер соответствует номеру вида в общей таблице видов.

до 202,32 Дж·экз.⁻¹·сут⁻¹·10⁻³ весной (при плотности Вид *Sabatieria pulchra* по показателям дыхания достигает 2266 – 382807 экз.·м⁻² соответственно). Виды *Terschellingia antonchus caecus*, обладая высокими плотностями, занимают положение по показателям трат на энергетический обмен (со 18,7 Дж·экз.⁻¹·сут⁻¹·10⁻³ и от 0,82 до 23,59 Дж·экз.⁻¹·сут⁻¹·10⁻³ из за их более мелких размеров и соответственно меньшей биологических видов в показателях дыхания незначительна (рис.2).

ной ракушке основная роль в энергетическом обмене принадлежит видам, что и на илах. Однако диапазон колебаний показателей значительно меньше (от 0,29 до 0,78 Дж·экз.⁻¹·сут⁻¹·10⁻³) за окращения их численности.

й части, прилегающей к лиману, показатели трат на энергетический обмен нематод невысокие и составляют от 0,17 до 0,42 Дж·экз.⁻¹·сут⁻¹·10⁻³ в их поселений 912 – 1788 экз.·м⁻². В этом биотопе доминируют как по показателям плотности, так и по показателям дыхания *Sabatieria pulchra*, субдоминантная *Sphaerolaimus gracilis* по показателям.

режье лидирующее положение по показателям трат на энергетический обмен занимают виды *Enoploides brevis*, составляя от 0,3 до 0,8 Дж·экз.⁻¹·сут⁻¹·10⁻³ и *Chromadorida nudicapitata* от 0,08 до 0,1 Дж·экз.⁻¹·сут⁻¹·10⁻³. У первого вида высокие показатели энергетического обмена определяются за счет высокой индивидуальной массы; у второго — за счет высокой плотности.

смотрев данные по дыханию нематод на различных типах грунта и в разные сезоны года, мы можем оценить индивидуальный вклад каждого вида в общее дыхание нематод.

им образом, свободно живущие нематоды в Григорьевском лимане, насчитанные 35 видами, являются доминирующей по численности группой организмов мейобентоса. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в центральной и южной частях лимана, где преобладают илистые осадки. Несмотря на их большое видовое разнообразие в Григорьевском лимане, только некоторые виды обладают высокими показателями трат на энергетический обмен (дыхание) во все сезоны года. Это такие виды, как *Sabatieria pulchra*, *Sphaerolaimus ponticus*, *Terschellingia pontica*, *Paracantonchus caecus*.

Повышение трофности приводит к изменениям в экосистеме, в которой биологические ниши захватывают виды, наиболее приспособленные к вновь изменившимся условиям среды. Нематоды — именно те организмы, которые требуют благоприятные условия для своего развития в обогащенных органическим веществом доминирование нескольких видов и угне-

38273 экз. \cdot м⁻²) до 202,32 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ весной (при плотности 107646 экз. \cdot м⁻²). Вид *Sabatieria pulchra* по показателям дыхания достигает от 10,43 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ в августе до 76,37 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ в феврале (при плотности 52266 – 382807 экз. \cdot м⁻² соответственно). Виды *Terschellingia pontica* и *Paracantonchus caecus*, обладая высокими плотностями, занимают субдоминантное положение по показателям трат на энергетический обмен (составляя от 2,88 до 18,7 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ и от 0,82 до 23,59 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ соответственно) из за их более мелких размеров и соответственно меньшей биомассы. Роль остальных видов в показателях дыхания незначительна (рис.2).

На заиленной ракуше основная роль в энергетическом обмене принадлежала тем же видам, что и на илах. Однако диапазон колебаний показателей дыхания значительно меньше (от 0,29 до 0,78 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³) за счет резкого сокращения их численности.

В морской части, прилегающей к лиману, показатели трат на энергетический обмен у нематод невысокие и составляют от 0,17 до 0,42 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ при плотности их поселений 912 – 1788 экз. \cdot м⁻². В этом биотопе доминирующая роль как по показателям плотности, так и по показателям дыхания принадлежит *Sabatieria pulchra*, субдоминантная *Sphaerolaimus gracilis* по этим же показателям.

В прибрежье лидирующее положение по показателям трат на энергетический обмен занимают виды *Enoploides brevis*, составляя от 0,3 до 0,75 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³ и *Chromadorida nudicapitata* от 0,08 до 0,61 Дж \cdot экз.⁻¹ \cdot сут⁻¹ \cdot 10⁻³. У первого вида высокие показатели энергетического обмена определяются за счет высокой индивидуальной массы; у второго за счет высоких показателей плотности.

Рассмотрев данные по дыханию нематод на различных типах грунта и в различные сезоны года, мы можем оценить индивидуальный вклад каждого вида в общее дыхание нематод.

Таким образом, свободно живущие нематоды в Григорьевском лимане, представленные 35 видами, являются доминирующей по численности группой среди организмов мейобентоса. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в центральной и южной частях лимана, где преобладают илы.

Несмотря на их большое видовое разнообразие в Григорьевском лимане, только некоторые виды обладают 100 % встречаемостью, наибольшей плотностью поселений и высокими показателями трат на энергетический обмен (дыхание) во все сезоны года. Это такие виды, как *Sabatieria pulchra*, *Axonolaimus ponticus*, *Terschellingia pontica*, *Paracantonchus caecus*.

Повышение трофности приводит к изменениям в экосистеме, в которой экологические ниши захватывают виды, наиболее приспособленные к вновь сложившимся условиям среды. Нематоды – именно те организмы, которые находят благоприятные условия для своего развития в обогащенных органикой грунтах. Ярко выраженное доминирование нескольких видов и угне-

тение других может служить косвенным показателем неблагоприятной ситуации, сложившейся в лимане.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьева Л.В., Кулакова И.И. Количественная характеристика мейобентоса северо-западной части Черного моря.— Одесса : Маяк, 1991.— 62 с.
2. Кулакова И.И. Свободноживущие нематоды западного шельфа Черного моря // Экология моря.— 1989.— вып.3.— С.42-46.
3. Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (морской мейобентос и планктон).— Л.: Наука, 1961.— С.98-101.
4. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию.— Л.: Гидрометиздат, 1989.— 152 с.
5. McIntyre A.D. Ecology of marine meiobenthos // Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.— 1969.— v.44, № 2.— P.245-290.
6. Гальцова В.В. Свободноживущие нематоды как компонент мейобентоса губы Чупа Белого моря // Нематоды и их роль в мейобентосе.— Л. : Наука, 1976.— С.165-270.
7. Гальцова В.В. Мейобентос морских экосистем на примере свободноживущих нематодах // Тр. Зоол. ин-та АН СССР.— 1991.— 224.— 240 с.
8. Шереметевский А.М. Роль мейобентоса в биоценозах шельфа южного Сахалина, восточной Камчатки и Новосибирского мелководья.— Л.: Наука, 1987.— 135 с.
9. Гальцова В.В.. Роль морских нематод в энергетическом балансе экосистемы // Биология моря.— 1984.— № 3.— С.38-45.

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины
г.Одесса