

## СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СООБЩЕСТВ ПЛАНКТОНА И БЕНТОСА ОЗ. ДОНУЗЛАВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ЕГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Э.З. Самышев, Л.Г. Сеничкина,  
Н.Г. Сергеева, Т.В. Михайлова  
\*Т.М. Панкратова

Институт биологии южных морей  
НАН Украины г. Севастополь, пр. Нахимова, 2

E-mail: [samyshov@ibss.inp.net](mailto:samyshov@ibss.inp.net)

\*Южный научно-исследовательский  
институт морского рыбного хозяйства  
и океанографии Госкомрыбхоза  
Украины г. Керчь, ул. Свердлова, 2

В Причерноморье Украины имеется целый ряд лиманов, представляющих исключительный интерес для товарного выращивания в них объектов марикультуры, прежде всего – кефали, камбал и мидий. По ориентировочным расчётам объём возможного товарного выращивания рыб в них составляет 15 – 60 тыс. т. Корректная оценка этих объёмов потребовала комплексных исследований структуры и функционирования экосистем водоёмов.

Это требование в наибольшей мере относится к озеру Донузлав. Современный облик этого, в прошлом гипергалинного, водоёма сформировался сравнительно недавно, после его соединения с морем каналом, прорытым в 1961 г. Причём этот процесс определялся как естественными (водообмен с морем, вселение черноморских гидробионтов и т.д.), так и антропогенными (поступление разнообразных поллютантов от базирующегося здесь флота, канализационный сброс сточных вод посёлка Мирный, эпизодический сброс эвтрофированных вод из прудов рыбоводного хозяйства, расположенного в кутовой части озера) факторами.

Представления о структуре экосисте-

мы озера к 1990 г. базировались на результатах эпизодических наблюдений – океанографических [15], гидробиологических (исследованиях макрозообентоса) и ихтиологических (состав ихтиофауны) [14], попутных наблюдениях состава и обилия фитопланктона и количества детрита в местах опытного выращивания мидий.

Первые сведения о загрязнённости вод оз. Донузлав были получены в 1987 г. при обследовании участков опытного выращивания мидий в его верхней северо-восточной части. Было установлено, что содержание тяжёлых металлов и ртути в воде находилось ниже предельно допустимых концентраций (ПДК) для рыбохозяйственных водоёмов или на их уровне. Вместе с тем здесь периодически наблюдалось повышение в воде концентрации нефтеуглеводородов до 1,5-2 ПДК. Хлорорганические соединения присутствовали здесь на уровне «фона». Полихлорированные бифенилы в воде обнаружены в следовых количествах, однако токсикологический контроль подтвердил их наличие в мягких тканях мидий.

В 1990 г. по заданию Минрыбхоза СССР впервые осуществлён широкий комплекс исследований озера Донузлав, направленный на оценку экологической ёмкости водоёма и определение масштабов его зарыбления кефалью (пиленгасом) и камбалой глоссой.

В данной работе представлены результаты лишь части этих исследований, касающиеся структуры и функционирования сообществ планктона и бентоса на фоне существовавшего уровня химического загрязнения водоёма и ориентировочной оценки потенциальной рыбопродуктивности.

Сбор материалов осуществлён при производстве на озере регулярных комплексных съёмок в период с мая по октябрь 1990 г. по стандартной схеме станций, определённой по результатам первой (в мае) учащённой (23 станции)



Рис. 1. Положение станций при выполнении океанологических съёмов на оз. Донузлав: 1 – стандартных, 2 – дополнительных при исследованиях в мае 1990 г.

сетке полигона (рис. 1). Комплекс исследований включал изучение естественной освещённости поверхности озера, состава и обилия фито-, бактерио-, микрозоо-, мезозоопланктона, содержания общей взвеси (ОВ) и его органической фракции (ВОВ) и интенсивности их седиментации, состава и обилия мейо- и макрозообентоса.

Сбор компонентов сестона (фито-, бактерио-, мезозоопланктон и ОВ) осуществлялся 7-литровым пластмассовым батометром в поверхностном слое и на горизонте 1%-ной освещённости, определявшемся в каждом случае по данным измерений прозрачности вод с помощью диска Секки. Пробы всех указанных компонентов отбирались из одного батометра. (Следует указать, что в комплексе океанографических исследований и пробы для определений азота и фосфора отбирались из этого же батометра. Кроме того, на указанных горизонтах отбора проб в экспедициях осу-

ществлены и все другие океанографические наблюдения). Отбор мезозоопланктона произведён сетью Джели (входное отверстие диаметром 37 см, газ № 60) тотальным ловом от дна до поверхности. Отбор проб мейо- и макрозообентоса осуществлён дночерпателем Петерсена (площадь захвата 0,025 м<sup>2</sup>).

Обработка проб фитопланктона, фиксированных раствором Люголя и хранившихся в холодильнике при пониженных (до +5°C) температурах, осуществлялась в первые же два-три дня после сбора под микроскопом в соответствии с известным наставлением [6]. Сбор и обработка проб взвеси производилась согласно модифицированному методу Э.З. Самышева [11]. Отбор седиментированной ОВ и её обработка осуществлены так же этим методом. Изучение бактериопланктона произведено методом прямого учёта на мембранных фильтрах по А.С. Разумову [10]. Исследование мезозоопланктона выполнено микро-

скопированием в пеналовидных камерах в нефиксированных и небогащённых пробах тотчас же после их отбора на судне согласно методике Ю.И. Сорокина [12]. Обработка фиксированных смесью спирт-формалин проб мейо-, макрозообентоса проведена общепринятым методом с использованием оптических приборов. Расчёты величин первичной продукции фитопланктона и потребления последнего зоопланктоном произведены Л.А. Виноградовой и В.Н. Василевой с применением математической модели [3].

Расчёты продукции мезозоопланктона выполнены физиологическим методом — на основании вышеуказанных рассчитанных величин потребления им фитопланктона с применением известных энергетических коэффициентов, применяемых при изучении продукционных процессов в полимиксных планктонных сообществах [2]. При этом принято, что содержание углерода в сыром веществе фитопланктона при его калорийности 2,5 кал · мг<sup>-1</sup> сухого веса и влажности 88% [9] составляет 3%, а в сыром веществе зоопланктона при его калорийности 0,8 кал · мг<sup>-1</sup> [8, 16] и калорийном эквиваленте углерода 10 кал · мгС<sup>-1</sup> [1, 17] — 8%. Коэффициенты усвоения пищи  $K_1$  и  $K_2$  взяты равными соответственно 0,8 и 0,6 (влияние температуры на метаболизм и, соответственно, на рацион учтено в вышеуказанной модели). Расчёты продукции макрозообентоса выполнены с применением П/Б-коэффициентов, установленных сотрудниками Одесского Государственного университета для соответствующих групп организмов в сходном с озером по составу и обилию форм Шаболатском лимане [4].

Предложенные этими авторами П/Б-коэффициенты для зоопланктонов применены и для расчёта продукции зоопланктона в оз. Донузлав в июле (когда развитие планктона не испытывало антропогенного влияния) — для верифика-

ции результатов с таковыми, полученными физиологическим методом.

Расчёт потенциальной рыбопродукции в озере Донузлав по результатам измерений первичной продукции осуществлён с применением известного уравнения ( $P = V \cdot E^{N-1}$ , где  $P$  — продукция рыб,  $V$  — первичная продукция,  $N$  — число гетеротрофных трофических уровней в пищевой цепи; для кефалевых и камбалы глоссы  $N$  принят равным 2;  $E$  — экологическая эффективность, принятая равной 5%).

При реализации комплексных исследований в мае 1990 г. (в период выполнения первой съёмки) осуществлено токсикологическое обследование воды и донных отложений по принятой схеме океанологической съёмки водоема, включавшее определение содержания ряда тяжёлых металлов, нефтеуглеводородов и хлорорганических соединений — хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорбифенилов (ПХБ).

#### Загрязнённость вод и донных отложений в озере

**Ртуть.** ПДК для вод рыбохозяйственного назначения — 0,1 мкг · л<sup>-1</sup>. На большинстве станций её содержание в воде было выше ПДК. Максимальные (0,24 мкг · л<sup>-1</sup>) и минимальные (0,05 мкг · л<sup>-1</sup>) концентрации ртути были распределены на акватории озера крайне неравномерно (рис. 2) без чётко выраженной закономерности, что обусловлено как интенсивностью поступления её из основного вероятного источника в центрально-восточной части водоема, так и сложным (ветровым) переносом вод. Концентрации ртути в донных отложениях озера в большинстве случаев колебались в пределах 0,06–0,08 мкг · г<sup>-1</sup> сухого веса. Её максимальное содержание обнаружено в донных отложениях центральной и южной глубоководной части озера.

**Медь.** ПДК для вод — 5 мкг · л<sup>-1</sup>.

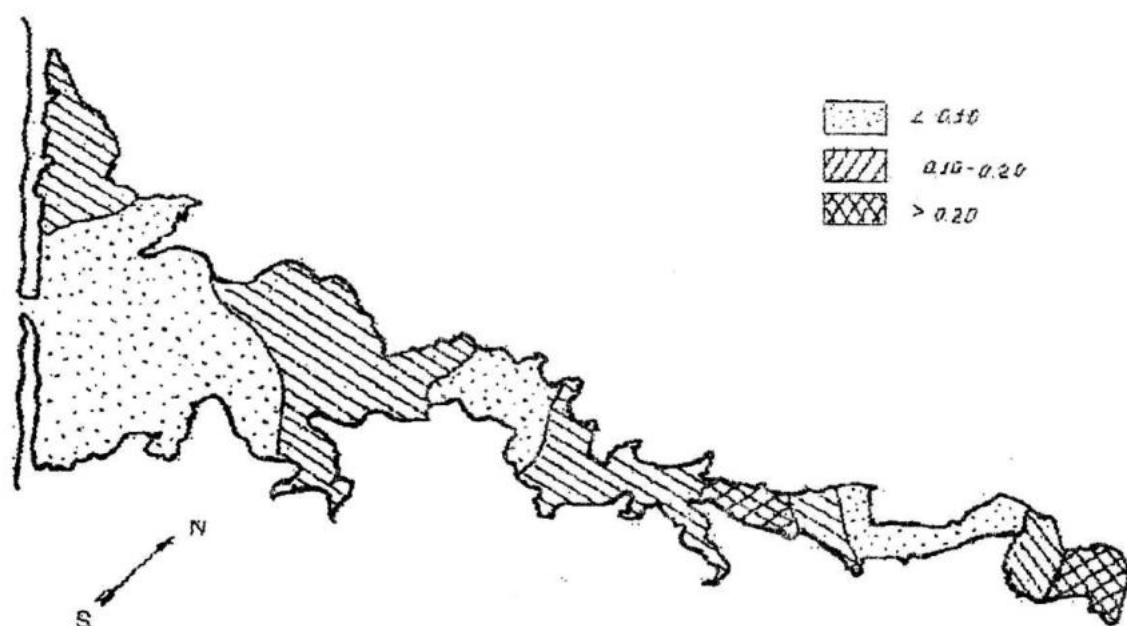


Рис. 2. Распределение ртути в поверхностном слое воды в мае ( в  $\text{мкг} \cdot \text{л}^{-1}$  )

Содержание в воде этого металла на всех участках озера находилось ниже ПДК – в пределах  $1,0 - 2,3 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ . В донном грунте его концентрации колебались в большинстве случаев в пределах  $5,0-16,0 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$  сух. веса. Максимальное количество меди ( $18,68 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$ ) обнаружено в донных отложениях северо-восточной мелководной части озера.

**Свинец.** ПДК для вод –  $10,0 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ . Его концентрации в воде озера находились в пределах  $0,06-3,65 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ . Максимальные значения зарегистрированы в средней глубоководной части водоёма. Содержание этого металла в грунте в большинстве исследованных участков находилось в пределах  $1,5-5,0 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$  сух. веса, максимальные количества (до  $7,07 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$ ) были характерны для донных отложений в северо-восточной глубоководной части озера.

**Кадмий.** ПДК для вод –  $10,0 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ . В воде озера этот металл обнаружен в наименьших количествах – от следовых до  $1,14 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ , при этом максималь-

ные из значений приходились на центральную глубоководную часть озера (рис. 3). Донные отложения содержали этот металл в количестве от  $0,1$  до  $0,5 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$  сух. веса, в связи с чем они могут рассматриваться как сильно загрязнённые [7].

**Никель.** ПДК для вод –  $10,0 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ . В большинстве случаев его концентрации в воде составляли  $1,0-1,8 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ . Максимальных значений (до  $2,25 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ ) они достигали в северо-восточной глубоководной части озера. В грунте содержание никеля колебалось в пределах  $3,03-11,65 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$  сух. веса, при этом максимальные величины отмечены в северо-восточных мелководных участках водоёма.

**Хром.** ПДК для вод  $1,00 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ . На всей акватории озера этот металл содержался в воде в концентрациях, почти вдвое превышающих ПДК. Максимальные величины отмечены в северо-восточной части озера (рис.4). В грунтах его концентрации в среднем составляли



Рис. 3. Распределение кадмия в донных отложениях в мае (в мг · г сухого веса<sup>-1</sup>)

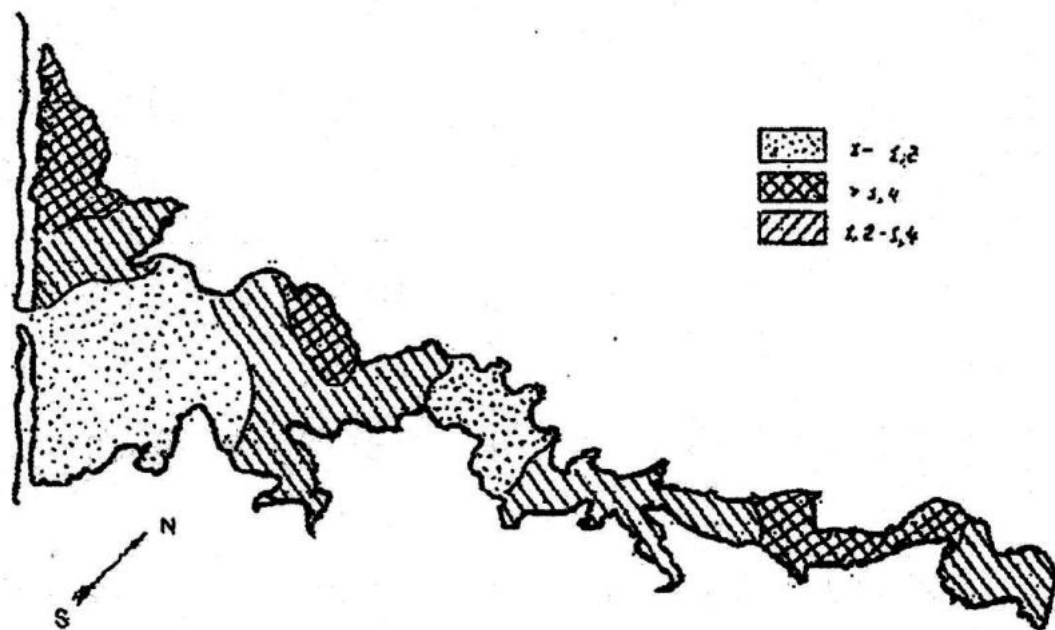


Рис. 4. Распределение хрома в поверхностном слое воды в мае (в мг · л<sup>-1</sup>)

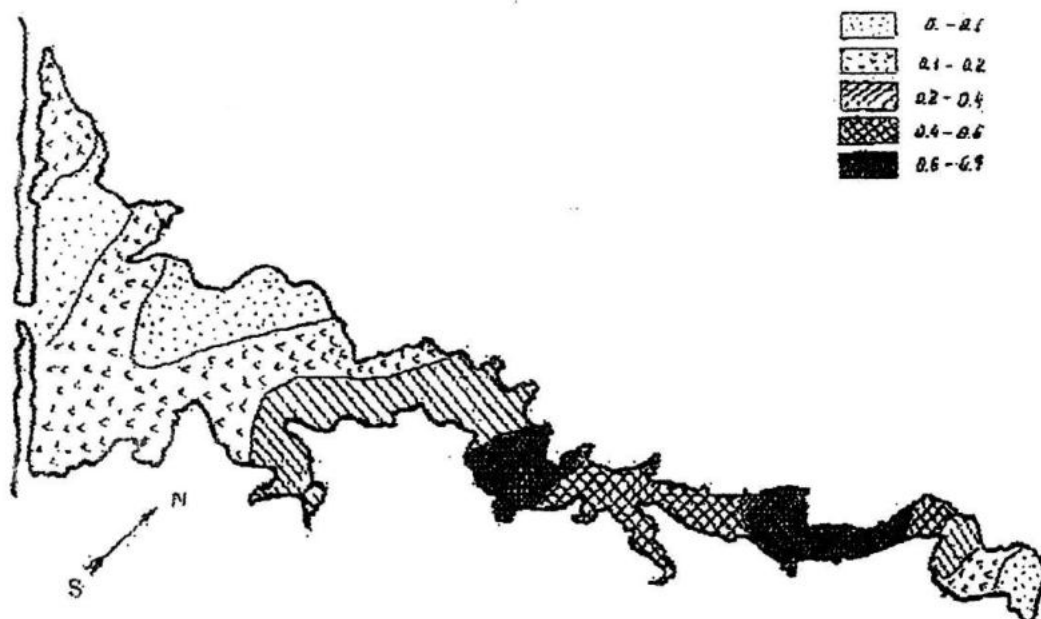


Рис. 5. Распределение нефтеуглеводородов в грунтах в мае (в  $\text{мг} \cdot \text{г}^{-1}$  сух. веса)

около  $12-13 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$  сух. веса, а максимальные значения ( $20,0-27,0 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$ ) наблюдались в центральной глубоководной части водоёма.

**Нефтеуглеводороды (НУ).** ПДК для вод —  $50 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ . В большинстве случаев содержание НУ в воде было меньше ПДК (до  $20 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ ), однако в центральной части озера в поверхностном слое вод их концентрация доходила до  $80 \text{ мкг} \cdot \text{л}^{-1}$ . В донных отложениях отмечено накопление НУ, особенно в центральной и северо-восточной частях озера, где их концентрации достигали  $600-900 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$  сух. веса (рис. 5).

**Хлорорганические соединения (ХОС).** Присутствие ХОП и ПХБ в водоёмах рыбохозяйственного назначения в принципе недопустимо. Однако эти токсиканты в настоящее время широко распространены в Мировом океане, в том числе и в бассейне Чёрного моря. Суммарное содержание ХОС в воде озера не превышало  $46 \text{ нг} \cdot \text{л}^{-1}$  с приурочен

ностью максимумов к центральной и северо-восточной частям озера. При этом ПХБ обнаружены лишь на части станций и в незначительных (следовых) количествах.

Содержание ХОС в грунтах в разных участках озера колебалось в пределах  $20-429 \text{ нг} \cdot \text{г}^{-1}$  сух. веса, при этом количество ПХБ составляло до 50% суммарной концентрации ХОС. Наибольшее количество ХОС (и ПХБ) отмечено в донных отложениях средней и северо-восточной частей озера (рис. 6).

Анализ данных по содержанию и распространению исследованных токсикантов свидетельствует, что основным вероятным загрязнителем среды является военно-морской флот, расположенный на озере. Известно, что большие концентрации ПХБ и хрома, тяжёлых асфальтеновых и ароматических фракций нефтеуглеводородов могут ингибировать развитие биологических объектов или вызывать в них мутантный эффект. Эти

явления отмечены в отношении нескольких компонентов экосистемы оз. Донузлав. В частности, негативное влияние токсикантов приводило к резкому снижению продукции фитопланктона в центральной части озера в разные месяцы наблюдений, аналогичному снижению концентраций мезозоопланктона на всей акватории озера в конце лета – за счёт практически полного исчезновения в нём

единственного массового вида – акарции, образованию обширных зон минимума численности макрозообентоса и даже полного его отсутствия в центральной части водоёма и морфологическим отклонениям у некоторых видов мейобентоса (свободноживущих нематод) – так же в центральной части озера, подверженной наибольшему антропогенному (техногенному) загрязнению.

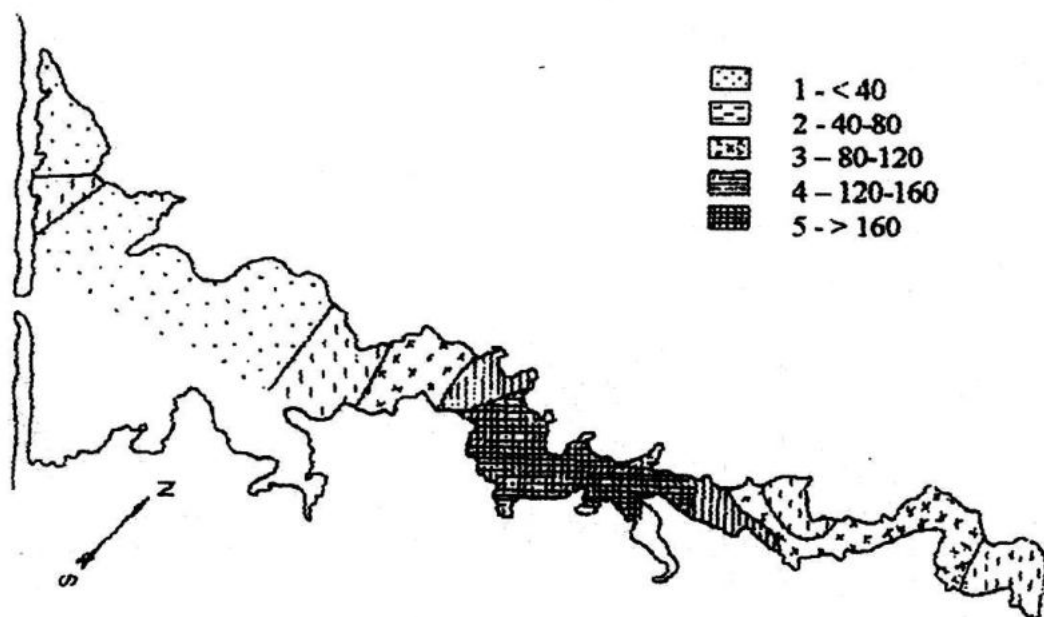


Рис. 6. Распределение хлорорганических соединений (ХОС) в грунте в мае ( $\text{нг} \cdot \text{г}^{-1}$  сух. веса)

#### Структура и функционирование сообществ планктона и бентоса.

По результатам измерения прозрачности толщина фотического слоя вод в озере претерпевала пространственную и временную изменчивость от 4 до 8 м, составляя в большинстве случаев около 6 м.

Судя по традиционно изучаемым компонентам сообществ (фито-, мезозоопланктон, макрозообентос), флора и фауна оз. Донузлав по своему составу представляет таковые Чёрного моря, но в значительно обеднённом виде.

В фитопланктоне обнаружено 82 вида, из коих на долю диатомей пришлось 45, перидиниевых – 27, золотистых – 7 и прочих – 5 (табл. 1). Число видов наиболее представительных двух первых групп на порядок уступает таковым в Чёрном море в целом [5]. Указанные в списке массовые виды в течение вегетационного периода сменялись закономерно – в соответствии с сезонным ходом сукцессии фитопланктона. При этом следует подчеркнуть, что, судя по составу и обилию в мае представителей разных экологических групп, интенсивное развитие фитопланктона в озере началось задолго до выполнения съёмки в этом месяце.

В целом же в развитии фитопланктона от мая к октябрю наблюдались два выраженных пика – в конце весны и в начале осени (табл. 2). На фоне колебаний общего уровня развития водорослей и смены массовых форм практически во все месяцы отмечено обилие численности мелких форм из диатомей, перидиней, золотистых и мелких жгутиковых. При средних за весь период биомассе  $801,5 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$  и численности  $1045,8 \text{ млн. кл.} \cdot \text{м}^{-3}$  сезонные различия значений этих характеристик превышали в 15 и 50 раз соответственно. Суточные значения продукции водорослей также претерпевали большие колебания, хотя сезонный ход изменений их абсолютных величин был сходен с таковым обилия водорослей, а суточные П/Б-коэффициенты, в величинах которых значителен вклад размерной структуры водорослей, закономерно снижались с весны к осени, чётко отражая изменения этой характеристики. При сезонных колебаниях средних величин суточной первичной продукции в пределах 168 (октябрь) – 4166 (август) её средние значения за вегетационный период составило более  $2000 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{сутки}^{-1}$  при среднем значении

суточного П/Б-коэффициента равном 2,5.

Наряду с изложенным следует отметить, что если низкие значения суточных П/Б-коэффициентов фитопланктона в октябре практически повсеместно на акватории озера не вызывают удивления (отражают естественный спад в развитии водорослей), таковые, обнаруженные в разные месяцы на станциях, расположенных в центральной части озера, преимущественно между 13-20 станциями (рис. 7), ассоциируются с негативными антропогенными факторами.

В мезозoopланктоне озера выявлены 27 видов животных из разных групп (табл. 3). Однако в нём доминировали лишь формы, характерные для мелководной прибрежной зоны Чёрного моря (из копепод – акарция, личинки полихет и моллюсков). Практически все формы в зоопланктоне составляют «мирный» планктон, часть из которых, главным образом личинки копепод и других ракообразных, полихет и моллюсков, условно могут быть отнесены к фитофагам, старшие группы копепод и декапод – к эврифагам. Хищные формы (гребневика и щетинкочелюстные) встречались единично.

В отличие от фитопланктона, в сезонном ходе развития мезозoopланктона в озере выявлена ярко выраженная аномалия (табл. 4). После закономерного возрастания его биомассы к июлю за счёт интенсивного размножения акарции и полихет, в результате чего общая биомасса планктонных животных достигла почти  $160 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$ , в августе концентрация животных в планктоне повсеместно резко (почти на порядок) сократилась, при этом численность акарции снизилась до ничтожных величин, а в биомассе ракообразных основную роль играли личинки декапод. Аналогично сократилась численность и биомасса личинок моллюсков и полихет. В после-



дующие месяцы отмечена некоторая интенсификация в развитии массовых видов, однако общая биомасса зоопланктона как в сентябре, так и в октябре не только не возросла, но и продолжала закономерно снижаться. Описанная аномалия в сезонном ходе развития зоопланктона не может быть объяснена естественными причинами (см. далее).

В связи с этим расчёты его продукции представляют больше методологический интерес, чем практический. Лишь для июля результаты этих расчётов имеют смысл (для оценки потенциальной продуктивности озера). Любопытно, что расчёты продукции зоопланктона, произведённые нами разными методами, дают сходные результаты (табл. 4 и 5).

Таблица 1

Список видов фитопланктона оз. Донузлав

DIATOMEAE		PERIDINEAE	
1.	<i>Amphora hyalina</i>	1.	<i>Gyrodinium</i> sp.
2.	<i>Amphora</i> sp.	2.	<i>Gyrodinium fusiforme</i>
3.	<i>Amphora inflexa</i>	3.	<i>Glenodinium</i> sp. *
4.	<i>Amphiprora alata</i>	4.	<i>Gonyaulax</i> sp.
5.	<i>Amphiprora paludosa</i>	5.	<i>Gonyaulax polygramma</i>
6.	<i>Achnanthes longipes</i>	6.	<i>Lingodinium polyedrum</i> *
7.	<i>Cerataulina pelagica</i>	7.	<i>Gonyaulax spinifera</i>
8.	<i>Chaetoceros curvisetus</i> **	8.	<i>Prorocentrum</i> sp. *
9.	<i>Chaetoceros simplex</i> *	9.	<i>Prorocentrum marinum</i>
10.	<i>Chaetoceros affinis</i>	10.	<i>Prorocentrum compressum</i>
11.	<i>Chaetoceros similis</i>	11.	<i>Prorocentrum cordatum</i> *
12.	<i>Chaetoceros insignis</i> *	12.	<i>Ceratium furca</i>
13.	<i>Chaetoceros lorenzianus</i> *	13.	<i>Ceratium tripos</i> *
14.	<i>Chaetoceros anastomosans</i>	14.	<i>Ceratium fusus</i>
15.	<i>Chaetoceros socialis</i> *	15.	<i>Peridinium brochii</i>
16.	<i>Cocconeis</i> sp.	16.	<i>Protoperidinium steinii</i> *
17.	<i>Coscinodiscus</i> sp.	17.	<i>Minuscula bipes</i>
18.	<i>Coscinodiscus janischii</i> *	18.	<i>Protoperidinium divergens</i>
19.	<i>Cyclotella</i> sp.	19.	<i>Heterocapsa triquetra</i>
20.	<i>Cyclotella caspia</i> **	20.	<i>Scrippsiella trochoidea</i> *
21.	<i>Skeletonema costatum</i> *	21.	<i>Cochlodinium</i> sp.
22.	<i>Thalassionema nitzschioides</i> *	22.	<i>Pheopolycrikos schwartzii</i>
23.	<i>Pseudosolenia calcar avis</i>	23.	<i>Dinophysis ovum</i>
24.	<i>Rhizosolenia</i> sp.	24.	<i>Gymnodinium sanguineum</i> *
25.	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	25.	<i>Prorocentrum micans</i> *
26.	<i>Licmorpha flabellata</i> *	26.	<i>Diplopsalis lenticula</i>
27.	<i>Licmorpha gracilis</i>	27.	<i>Phalacrocoma ovum</i>
28.	<i>Licmorpha chrenbergii</i>	COCCOLITHINAE	
29.	<i>Licmorpha</i> sp.	1.	<i>Coccolithus</i> sp.
30.	<i>Pleurosigma</i> sp.	2.	<i>Emiliana huxleyi</i> **
31.	<i>Pleurosigma elongatum</i>	3.	<i>Rhabdosphaera nigra</i>
32.	<i>Pseudonitzschia seriata</i>	4.	<i>Anacanthoica acanthos</i> *
33.	<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	5.	<i>Cribrosphaera</i> sp.
34.	<i>Cylindrotheca closterium</i> *	6.	<i>Calyptosphaera</i> sp.
35.	<i>Phacodactylum tricornutum</i>	7.	<i>Rhabdosphaera</i> sp.

36.	Melosira moniliformis	ПРОЧИЕ	
		37.	Streptotheca sp.
38.	Striatella sp.	1.	Оливково-зелёные
39.	Striatella unipunctata	2.	Мелкие жгутиковые *
40.	Navicula sp.	3.	Oscillatoria sp.
41.	Thalassiosira sp.	4.	Dinobryon sp.
42.	Thalassiosira excentrica	5.	Spirulina sp.
43.	Grammatophora sp.		
44.	Grammatophora marina		
45.	Surirella sp.		

Примечание: \* - массовые формы; \*\* - наиболее массовые формы

Таблица 2

Концентрация и продукция фитопланктона в оз. Донузлав  
(в фотическом слое)

Месяц	Численность, млн. кл. м <sup>-3</sup>		Биомасса, мг м <sup>-3</sup>		Продукция, мг м <sup>-3</sup> сутки <sup>-1</sup>	
	пределы изм.	сред- няя	пре- делы изм.	сред- няя	пределы изм.	Сред- няя
Май	116,0- 58523,7	4347,0	88,9- 1932,4	347,5	165- 32458	4195
Июль	121,0- 266,4	199,0	128,6- 487,2	217,6	3- 1108	456
Август	108,0- 574,5	356,0	22,0- 6185,2	2728, 0	782- 10515	4666
Сентябрь	66,3- 383,4	238,0	243,5- 1280,5	531,5	90- 2700	618
Октябрь	32,5- 185,0	89,0	44,6- 308,8	182,7	26- 462	168
В среднем	-	1045,8	-	801,5	-	2020,6

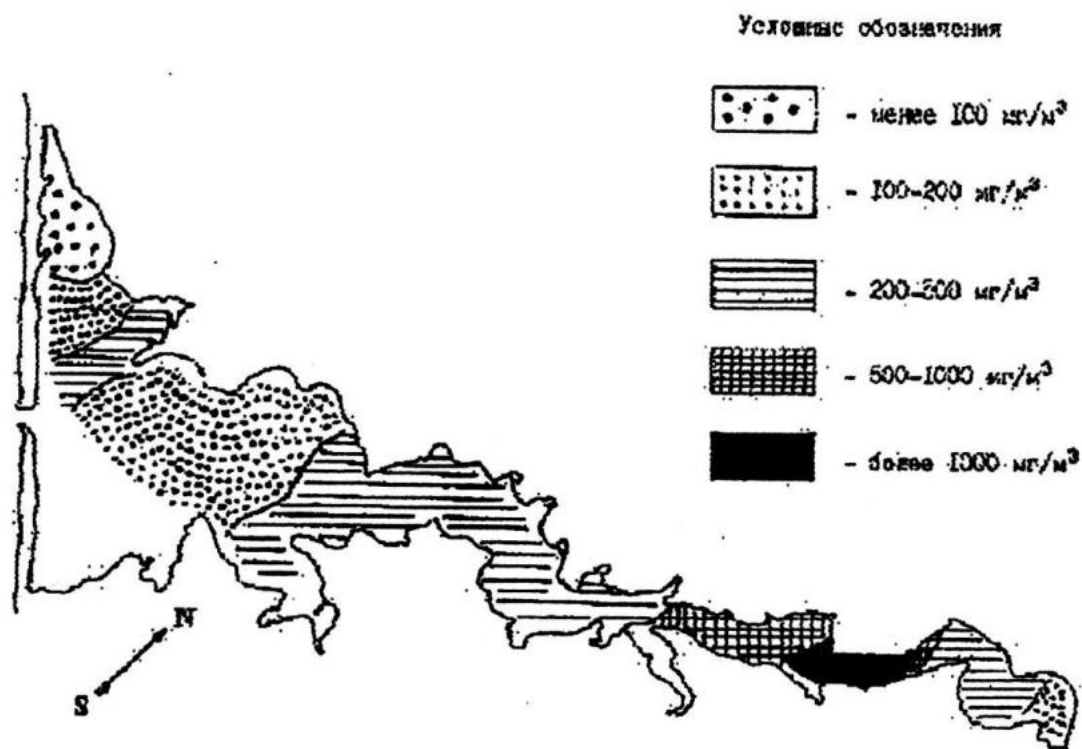


Рис. 7. Распределение биомассы фитопланктона в фотическом слое оз. Донузлав в мае 1990 г.

Таблица 3

Список видов мезозоопланктона в оз. Донузлав

о. Copepoda п/о Calanoida		тип Mollusca кл. Gastropoda	
1.	<i>Acartia clausi</i>	18.	Larvae var. gen. *
2.	<i>Centropages kroyeri</i>		кл. Bivalvia
3.	<i>Paracalanus parvus</i>	19.	Larvae <i>Mytilus galloprovincialis</i>
4.	<i>Pseudocalanus elongatus</i>	20.	Larvae var. gen. *
5.	<i>Pontella mediterranea</i>		кл. Polychaeta
6.	<i>Calanus euxinus</i>	21.	Larvae var. gen. *
	п/о Cyclopoida		тип Protozoa
7.	<i>Oithona similis</i>		о. Foraminifera
8.	<i>O. minuta</i>	22.	<i>Streblus perlucida</i>
9.	<i>Cyclopina gracilis</i>	23.	Var. gen. Foraminifera
	п/о Harpacticoida		кл. Infusoria
10.	<i>Pseudobryadia minor</i>	24.	<i>Favella ehrenbergii</i>
11.	<i>Paradactylopodia brevicornis</i>		тип Ctenophora
12.	Larvae var. gen.	25.	<i>Pleurobrachia pileus</i>
	о. Ostracoda		тип Chaetognata

13.	<i>Xestoleberix cornelli</i>	26.	<i>Sagitta</i> sp.
	o. Cirripedia		кл. Appendicularia
14.	Larvae var. gen.	27.	<i>Oikopleura</i>
	o. Decapoda	Примечание: * - массовые формы	
15.	Larvae <i>Palaemon elegans</i>		
16.	Larvae <i>Urogebia pusilla</i>		
17.	Larvae var. gen.		

Таблица 4

Биомасса и продукция зоопланктона в оз. Донузлав.  
(Продукция рассчитана физиологическим методом).

Месяц	Группы организмов	Биомасса, мг · м <sup>-3</sup>	Продукция в сутки, мг · м <sup>-3</sup>	Продукция в месяц, мг · м <sup>-3</sup>	Запас *, кг	Суммарная продукция в месяц, кг
Май	Личинки моллюсков	0,003				
	Личинки полихет	5,90				
	Ракообразные	0,26				
	В сумме	6,163	2,96	88,7	13326	7498
Июль	Личинки моллюсков	8,00				
	Личинки полихет	49,8				
	Ракообразные	100,70				
	В сумме	158,5	74,5	2234,9	27912	393567
Август	Личинки моллюсков	0,16				
	Личинки полихет	0,30				
	Ракообразные	17,40				
	В сумме	17,86	9,29	278,6	3146	49062
Сентябрь	Личинки моллюсков	1,33				
	Личинки полихет	5,10				
	Ракообразные	8,61				
	В сумме	15,04	10,38	311,3	2648	54820
Октябрь	Личинки моллюсков	4,86				
	Личинки полихет	0,21				
	Ракообразные	3,91				
	В сумме	8,98	4,58	137,4	15809	24195

\* - Расчёт запаса произведён на объём озера в пределах 5-метрового слоя, составляющий  $176,1 \times 10^6 \text{ м}^3$

Продукция зоопланктона в оз. Донузлав, рассчитанная с применением П/Б-коэффициента Ф.С. Замриборца [4], приведённого к одному месяцу, в июле 1990 г.

Группа Организмов	Биомасса, мг·м <sup>-3</sup>	П/Б-коэффициент	Продукция, мг·м <sup>-3</sup>
Личинки моллюсков	8,0	18	144,0
Личинки Поляжет	49,8	22	1096,6
Ракообразные	100,7	12	1208,4
Итого	158,5	-	2448,0

При изучении микрзоопланктона в озере основное внимание было уделено зоофлагеллятам (табл. 6), размеры которых находились в пределах 2-12 мкм. Обращает на себя внимание как высокая встречаемость форм, так и их сравнительное обилие, характерное для высокопродуктивных вод. При очень малых размерах их биомасса в августе вдвое, а в октябре более чем в 6 раз, превышала биомассу мезозоопланктона, свидетельствуя о значительной функциональной роли этой группы организмов в водоёме.

Ещё более ярким показателем эвтрофированности вод озера является обилие в них бактериопланктона (табл. 7). Во все периоды исследований его концентрации на всех станциях превышала таковую в водах северо-западной части Чёрного моря в недавнем прошлом [13] в 4-20 раз, а средние по съёмкам – примерно на порядок. Сопоставление картин распределения обилия бактерий (рис. 8) и фитопланктона (рис. 7) с учётом сме-

щённости фаз их развития позволяют судить о преемственности их максимумов в пространстве и времени. Выявленное резкое снижение интенсивности продукции бактериопланктона в июле (при его большой концентрации суточный П/Б-коэффициент снизился по сравнению с таковыми в другие месяцы в 5-10 раз) безусловно связано с ингибирующим влиянием поллютантов.

Содержание ОВ и ВОВ в водах озера (табл. 8) было примерно вдвое выше, чем, например, в водах продуктивного Керченского пролива и обусловлено, несомненно, интенсивным развитием фитопланктона (количество макрофитов в озере незначительно, а высшие водные растения занимают незначительную площадь на отдельных участках северного побережья). Последнее хорошо иллюстрируется сходной картиной распределения на площади озера ВОВ и биомассы водорослей (рис. 9 и 7).

Состав и концентрация микрозоопланктона в оз. Донузлав  
(фотический слой)

Состав видов	Размеры, мкм	Август			Октябрь		
		встречаемость, %	численность, млн. экз. м <sup>-3</sup>	биомасса, мг м <sup>-3</sup>	встречаемость, %	численность, млн. экз. м <sup>-3</sup>	биомасса, мг м <sup>-3</sup>
отр. Bicosoecida	6-8	44	242	11,7	8	48	2,3
отр. Kinetoplastida							
сем. Bodonidae	6-8	33	187	7,0	-	-	-
Rhynchomonas nasuta	2-3	55	59	4,7	-	-	-
Прочие Bodonidae	2-10	89	421	7,5	-	-	-
« - »	4-6	-	-	-	100	942	29,4
« - »							
отр. Cryptomonadida							
Chilomonas sp.	10-12	-	2,4	0,5	42	99	30,0
отр. Chrysomonadida							
	2-4	78	203	3,8	-	-	-
	4-5	33	53	3,2	-	-	-
ИТОГО			1165	37,9	-	1089	61,7

Таблица 7

Концентрация и продукция бактериопланктона в оз. Донузлав  
(фотический слой)

Месяц	Численность, тыс. кл. мл <sup>-1</sup>	Биомасса, мг м <sup>-3</sup>	Продукция, мг м <sup>-3</sup> сутки <sup>-1</sup>
Май	2670	267	240
Июль	3590	359	72
Август	3640	364	302
Сентябрь	3170	317	181
Октябрь	3040	304	195

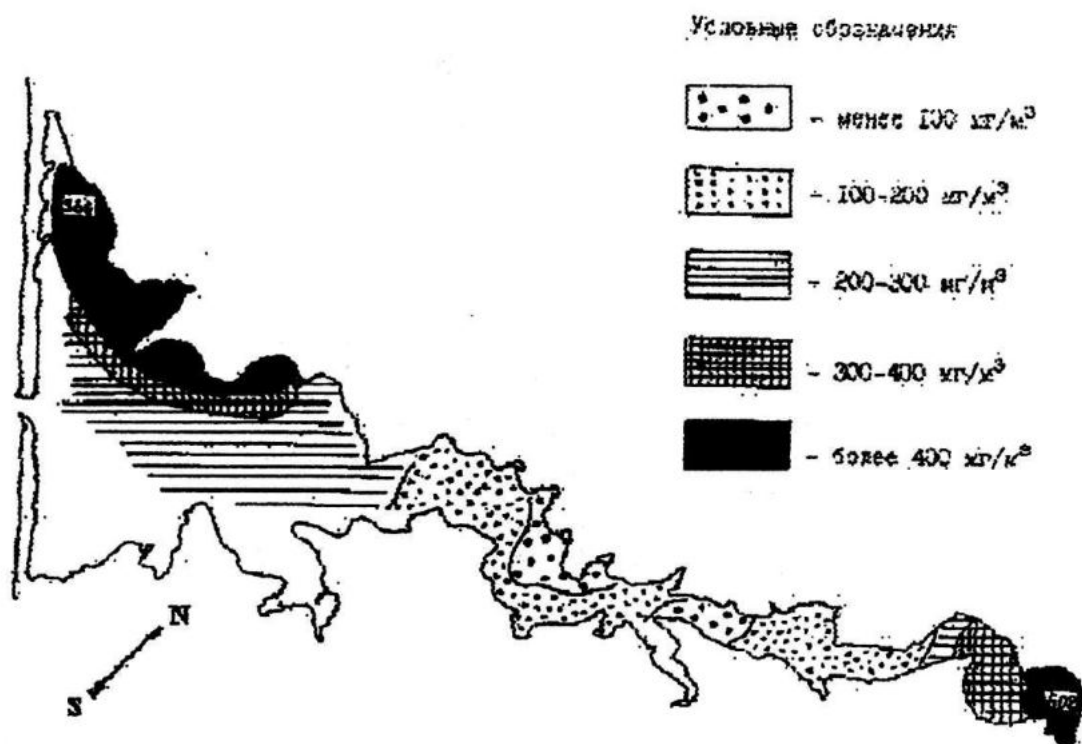


Рис. 8. Распределение биомассы бактериопланктона в озере (фотический слой) в мае

Таблица 8

Содержание общей взвеси (ОВ) и взвешенного органического вещества (ВОВ) (сухой вес) в фотическом слое вод оз. Донузлав

Месяц	ОВ, мг · л <sup>-1</sup>		ВОВ, мг · л <sup>-1</sup>		% ВОВ в ОВ	
	Пределы колебаний	В среднем	Пределы колебаний	В среднем	Пределы колебаний	В среднем
Май	0,65-3,90	1,68	0,30-2,20	0,88	21-93	53
Июль	0,45-1,08	0,77	0,18-0,60	0,37	32-65	47
Август	0,76-1,25	1,03	0,41-0,95	0,68	54-76	66
Сентябрь	0,70-2,00	1,01	0,50-1,33	0,68	43-89	67
Октябрь	0,42-1,45	0,76	0,20-0,83	0,46	39-86	61
Итого	-	1,05	-	0,61	-	58

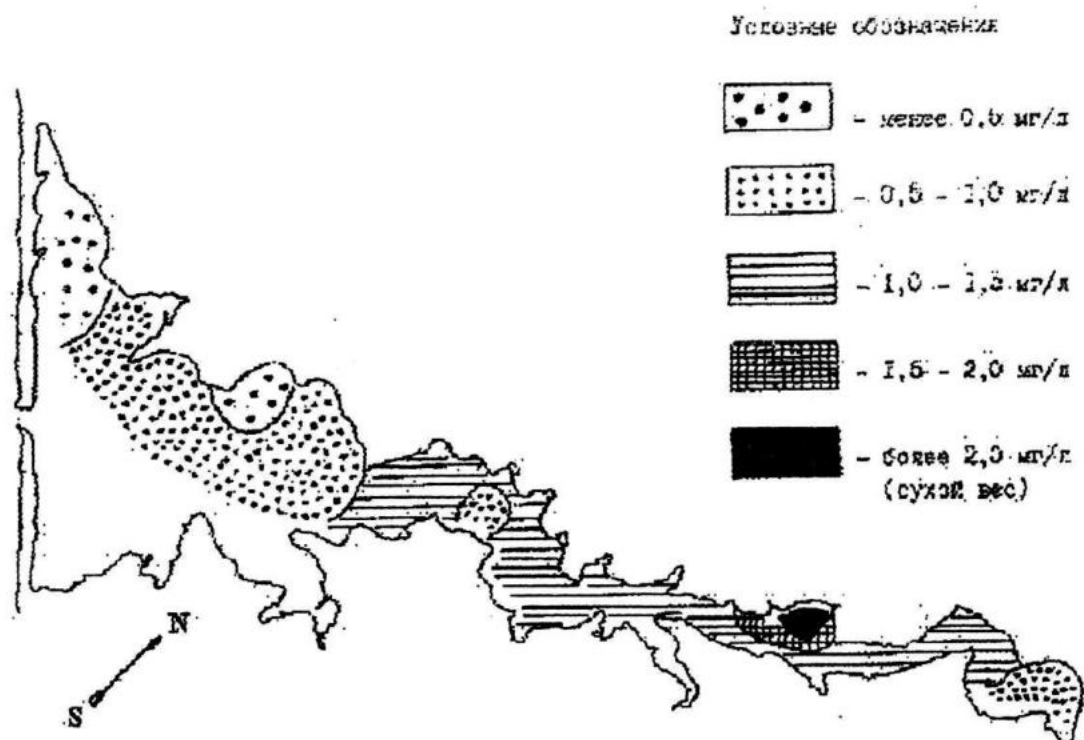


Рис. 9. Распределение взвешенного органического вещества в фотическом слое озера в мае 1990 г.

Произведённые расчёты показали (табл. 9), что, несмотря на высокий уровень продукции фитопланктона, даже в мае более 50% (до 80%) первичного органического вещества

подвергается гетеротрофной ассимиляции – несомненно, главным образом микрогетеротрофами, поскольку количество мезозооформ ничтожно мало.

Таблица 9

Интенсивность прироста и гетеротрофной ассимиляции органического вещества в оз. Донузлав в мае 1990 г. (по результатам его учёта с применением детритуловителей и расчёта продукции фитопланктона)

№№ ст.	Глубина места, м	Глубина положения детритуловителя, м	Накопление седиментированного детрита в течение суток, мг м <sup>-3</sup> (сырой вес)	Содержание воды в сухом детрите	Суточная продукция фитопланктона в фотическом слое, мг м <sup>-3</sup> (сырой вес)	Гетеротрофная ассимиляция первичной продукции в течение суток, %
6	18	16,0	730	38	1490	51



13	19	17,5	1040	37	3948	74
18	8	6,4	1090	70	7247	85

В составе макрозообентоса озера выявлено 63 вида из разных систематических групп (табл. 10). Наиболее массовыми во все периоды исследований были моллюски, а весной – и хирономиды, обусловив соответствующий вклад в общую биомассу бентоса в разные месяцы (табл. 11). Как видно из приведённой таблицы, после спада в июле, биомасса бентоса к концу лета значительно возросла, достигнув почти  $1000 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$ . Полученные средние величины биомассы отдельных групп позволили произвести расчёт их продукции в среднем для всего вегетационного периода (табл. 12).

Суммарная продукция макрозообентоса в озере за этот период составляет почти 47 тыс. т. Эти результаты расчётов могут быть использованы для оценки продукции рыб.

Мейобентос озера характеризуется довольно большим разнообразием (табл. 13). Из 102 выявленных таксонов разного ранга массовыми оказались ряд видов из нематод, гарпактикоид, полихет и киноринх, вместе с тем другие группы в сумме (по биомассе) составляли значительную долю в разные месяцы наблюдений (табл. 14). Широкий спектр видов и экологических групп в составе мейобентоса в водоёме и его обильное развитие, безусловно, свидетельствуют о большом разнообразии условий в биотопах донных отложений и высокой их трофности. (К слову сказать, обильные

мейобентоса соответственно определяет и пищевые условия для взрослых кефалей, обогащая высококачественным белком потребляемый ими наенок). Понять закономерности временной (сезонной) изменчивости структурно-функциональных характеристик компонентов сообществ и причины тех или иных отклонений в их развитии в известной мере позволяют данные об их распределении. Если в распределении таких компонентов как фитопланктон, ОВ и ВОВ, бактериопланктон отмечена известная взаимная согласованность, свидетельствуя о естественном ходе сукцессионных процессов, то картина распределения бентоса (на примере данных, полученных в мае) (рис. 10 и 11) наводит на мысль об очевидной связи их обилия с трофностью участков (зоны их максимумов), так и об очевидной связи обширных зон их минимумов и даже полного отсутствия животных в отдельных участках с местом дислокации военно-морского флота. Как видно из рис. 10, негативное влияние последнего на макрозообентос сказывается на обширной акватории, расположенной в центральной части озера и составляющей почти треть его площади. О наличии разнообразного химического загрязнения, источником которого является указанная база, свидетельствуют и токсикологические исследования, проведённые на озере во время экспедиционных работ в мае (см. выше). Об этом же свидетельствуют

С П И С О К  
ВИДОВ МАКРОЗООБЕНТОСА В ОЗ. ДОНУЗЛАВ

Polychaeta

1. *Glycera tridactyla*
2. *Phyllodoce* sp.
3. *Ph. tuberculata*
4. *Staurocephalus kefersteini*
5. *Pomatoceros triqueter*
6. *Capitellidae* (var.)
7. *Harmothoe imbricata*
8. *Nephtys hombergii*
9. *Nereis* sp.
10. *N. succinea*
11. *N. diversicolor*
12. *N. zonata*
13. *Pectinaria belgica*
14. *P. koreni*
15. *Perinereis cultrifera*
16. *Eteone picta*
17. *Amphitrite gracilis*
18. *Heteromastus filiformis*
19. *Melinna palmata*

Chironomidae

20. *Chironomus salinaris*

Coelenterata

21. *Actinothoe clavata*

Mollusca

22. *Rissoa splendida*
23. *R. parva*
24. *R. membranacea*
25. *Tritia reticulata* \*
26. *Nana neritea*
27. *N. donocani*
28. *Bittium reticulatum* \*
29. *Mytilaster lineatus* \*
30. *Mytilus galloprovincialis* \*
31. *Modiolus phaseolinus*
32. *M. adriaticus*

33. *Lucinella divaricata*
34. *Cerastoderma glaucum* \*
35. *Parvicardium exiguum* \*
36. *Loripes lucinalis* \*
37. *Gastrana fragilis*
38. *Gouldia minima*
39. *Polititapes aurea* \*
40. *P. petalina*
41. *Abra alba* (ovata?) \*
42. *A. nitida*
43. *A. renieri*
44. *Hydrobia ventrosa* \*
45. *Triphora perversa*
46. *Chamelea gallina* \*
47. *Pitar rudis*
48. *Mysella lineatus*

Crustacea

49. *Cardiophilus baeri*
50. *Ampelisca diadema*
51. *Gammarus subtypicus*
52. *Leptochelia savignyi*
53. *Synisoma capito*
54. *Balanus improvisus*
55. *Clibanarius erythropus*
56. *Atylis guttatus*
57. *Corophium bonellii*
58. *Crangon crangon*
59. *Idotea baltica basteri*
60. *Xanto poressa*

Chordata

61. *Ctenicella appendiculata*
62. *Asciidiella aspersa*

Phoronidae

63. *Phoronis euxinicola*

- МАССОВЫЕ ВИДЫ

Таблица 11

Биомасса макрозообентоса в оз. Донузлав, г · м<sup>-2</sup>

Группы организмов	май	июль	август	сентябрь	в среднем
Моллюски	208,48	130,81	1069,07	814,07	555,6
Черви	6,11	0,71	2,17	5,55	3,9
Ракообразные	1,29	9,90	5,21	5,18	5,4
Хирономиды	4,78	0,007	0,0	0,01	1,20

Таблица 12

Продукция макрозообентоса в оз. Донузлав  
(на площадь, ограниченную глубиной 5 м и равную 30,7 км<sup>2</sup>)

Группы организмов	П/Б-коэфф. [4]	Биомасса в среднем за май-сентябрь 1990 г., г · м <sup>-2</sup>	Запасы, т	Продукция	
				г · м <sup>-2</sup>	т
Моллюски	2,6	555,6	17056,9	1444,56	44348,0
Черви	6,3	3,9	119,7	24,57	754,3
Ракообразные	9,7	5,4	165,8	52,38	1608,1
Хирономиды	6,0	1,2	36,8	7,20	221,0
Итого:		566,1	17379,2	1528,71	46931,4

Таблица 13

Список  
видов мейобентоса оз. Донузлав

<u>Nematoda*</u>	9. <i>Eleuterolaimus longus</i>
1. <i>Camacolaimus bathycola</i>	10. <i>Paralinhomocus tenuicaudatus</i>
2. <i>Axonolaimus scotus*</i>	11. <i>Gobbia triodonta</i>
3. <i>Parodontophora quadristicha*</i>	12. <i>Monhystera ampulocauda</i>
4. <i>Desmoscolex minutus</i>	13. <i>M. conica</i>
5. <i>Metalinhomocus zosterac</i>	14. <i>M. parva*</i>
6. <i>Prophaerolaimus eurypharinx</i>	15. <i>M. rotundicapitata*</i>
7. <i>Terschellingia longicaudata</i>	16. <i>M. longicapitata</i>
8. <i>Terschellingia sp.</i>	17. <i>Paramonhystera setosa</i>

18. <i>P. elliptica</i> *	65. <i>Bathylaimus australis</i>
19. <i>Theristus</i> sp	<u>Polychaeta</u>
20. <i>Th. littoralis</i>	66. <i>Capitella capitata</i>
21. <i>Th. latissimus</i>	67. <i>Pionosyllis pulligera</i>
22. <i>Cylindrotheristus longicaudatus</i>	68. <i>Grubea limbata</i>
23. <i>C. sabulicola</i> *	69. <i>G. clavata</i>
24. <i>Sphaerolaimus dispar</i>	70. <i>Polydora ciliata</i>
25. <i>Sph. macrocirculus</i>	71. <i>Notomastus</i> sp. 1
26. <i>Spirinia</i> sp.	72. <i>Spirorbis</i> sp.
27. <i>S. parasitifera</i>	73. <i>Schistomeringas rudolphii</i>
28. <i>Chromadorella pontica</i> *	74. <i>Sphaerosyllis hustrix</i>
29. <i>Ch. mytilicola</i>	75. <i>Syllis prolifera</i>
30. <i>Chromadorella</i> sp.	<u>Kinorhyncha</u>
31. <i>Chromadorina obtusa</i>	76. <i>Pycnophyes dentatus</i>
32. <i>Chromadora</i> sp. 1	<u>Halacarida</u>
33. <i>Ch. nudicapitata</i> *	77. <i>Halacarus basteri</i>
34. <i>Neochromadora poecilosomoides</i> *	78. <i>Copidognathus ponteurinus</i>
35. <i>Dichromadora cephalata</i>	79. <i>Rhombognathus</i> sp.
36. <i>Prochromadorella mediterranea</i>	80. <i>Hydrocarina</i> gen. spp.
37. <i>Chromaspirina pontica</i>	<u>Oligochaeta gen. spp.</u>
38. <i>Euchromadora</i> sp. 1	81. <i>Paranais</i> sp.
39. <i>Spilophorella paradoxa</i>	<u>Mollusca</u>
40. <i>Onyx perfectus</i>	82. <i>Bivalvia</i> juv. gen. spp.
41. <i>Chromadorita leucarti</i>	<u>Harpacticoida</u>
42. <i>Microlaimus</i> sp. 1*	83. <i>Paramphiascopsis longirostris</i>
43. <i>M. kaurii</i>	84. <i>Amurapurvula</i> sp.
44. <i>Metachromadora macroutera</i>	85. <i>Harpacticus</i> sp.
45. <i>Hypodontolaimus</i> sp.	86. <i>Enhydrosoma caeni</i>
46. <i>Ptycholaimus ponticus</i>	87. <i>Diarthrodes</i> sp.
47. <i>Sabatieria clavicauda</i> *	88. <i>Amphiascoides</i> sp.
48. <i>S. abyssalis</i>	89. <i>Amphiascus</i> sp.
49. <i>Desmodora longicapitata</i>	90. <i>Alteutha typica</i>
50. <i>Halichoanolaimus dolichurus</i>	91. <i>Laophonta</i> sp.
51. <i>Viscosia glabra</i> *	92. <i>Mesochra pygmea</i>
52. <i>Oncholaimellus mediterraneus</i>	93. <i>Halosphiropera</i> sp.
53. <i>Metoncholaimus demani</i>	94. <i>Thalestris</i> sp.
54. <i>Oxystomina clavicauda</i>	95. <i>Stenhelia</i> sp.
55. <i>Anoplostoma viviparum</i>	96. <i>Metys ignea</i>
61. <i>Halalaimus anne</i>	<u>Foraminifera gen. spp.</u>
62. <i>Oncholaimus dujardinii</i> *	97. <i>Streblus beccarii</i>
63. <i>Pontonema</i> sp.	98. <i>Criboelphidium martcobi</i>
64. <i>Catalaimus</i> sp.	99. <i>C. depressulum</i>
<u>Ostracoda gen. spp.</u>	100. <i>Criboelphidium</i> sp.
	<u>Turbellaria gen. spp.</u>

Примечание: \* - массовые формы

Биомасса мейобентоса в оз. Донгузлав,  $\text{мг} \cdot \text{м}^{-2}$ 

Группы организмов	май	июль	август	сентябрь	в среднем
Nematoda	85,0	67,1	28,1	286,2	116,6
Kinorhyncha	19,3	3,3	1,4	22,5	11,6
Polychaeta	15,0	14,0	27,4	63,2	29,9
Oligochaeta	61,5	10,6	43,4	29,8	36,3
Другие	162,0	69,0	421,8	113,2	191,5
Итого:	342,8	164,0	522,1	514,9	386,0

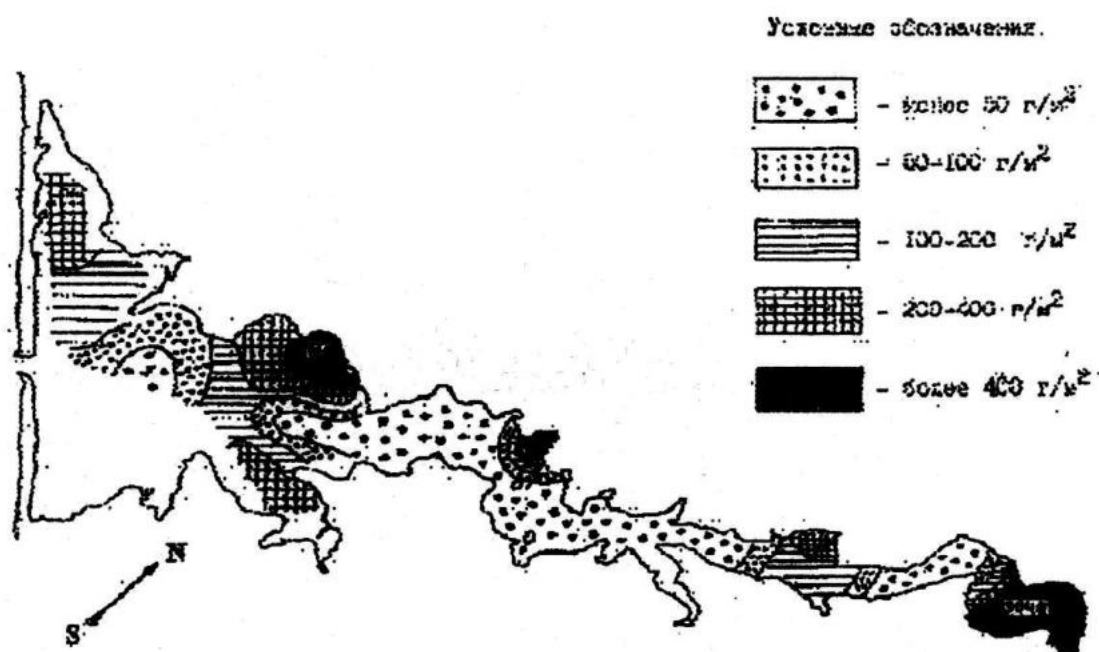


Рис. 10. Распределение биомассы макрозообентоса в мае 1990 г

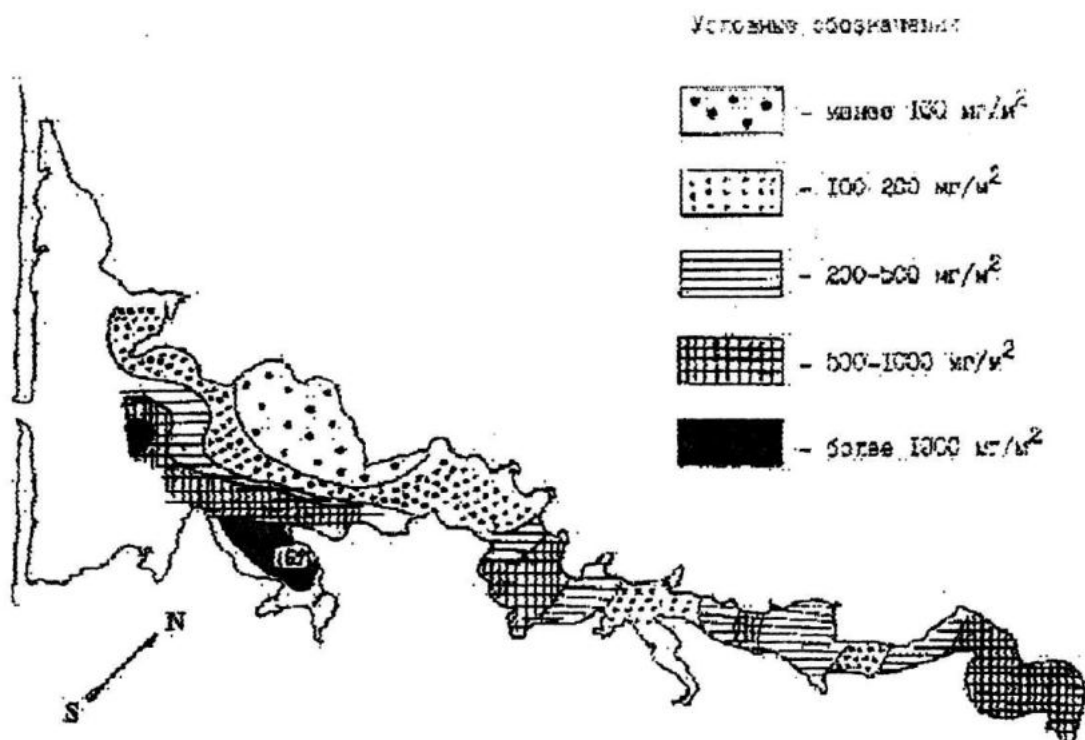


Рис. 11. Распределение биомассы мейобентоса в оз. Донузлав в мае 1990 г

и факты обнаружения морфологических отклонений у пяти видов свободноживущих нематод – аномального развития их амфидов: на ст. ст. 11, 13, 17 – в мае, на ст. 8а – в мае, августе и сентябре.

С учётом изложенного становится понятным аномальный спад в развитии мезозоопланктона в августе. Известно, что организмы мезозоопланктона (особенно ракообразные) наиболее чувствительны к токсикантам. Их гибель в конце лета была вызвана либо в связи с дополнительным «залповым» поступлением токсикантов в воду, либо в связи с ослаблением водообмена между озером и морем и накоплением этих токсикантов в толще вод в условиях их постоянного поступления с судов, с их базы, и с отложений на дне.

Известно также, что в условиях химического загрязнения (до определённых

пределов) преимущество в развитии получают мелкие одноклеточные формы, более быстро приспосабливающиеся к этим условиям. По-видимому, этим и можно объяснить интенсивное развитие в озере микрогетеротрофов – бактерий и зоофлагеллят. Как видно из рис. 12, обилие последних чётко приурочено к районам расположения базы флота и пгт Мирный. (Причём, аналогичное распределение этих простейших наблюдалось и в августе). По многим показателям озеро Донузлав является несомненно высокопродуктивным водоёмом, превосходящим по этим критериям не только продуктивные зоны в открытой части Чёрного моря, но и его известные богатые жизнью прибрежные районы и является перспективным для товарного выращивания рыб на естественном корме (пастбищного

рыбоводства). Расчёты потенциальной рыбопродуктивности (табл. 15) (продукции рыб, занимающих второй гетеротрофный трофический уровень – кефалей (кстати, ко второму трофическому

уровню формально относится и камбала глосса), показывают, что лишь в вегетационный период она составляет более 1,5 тыс. тонн.

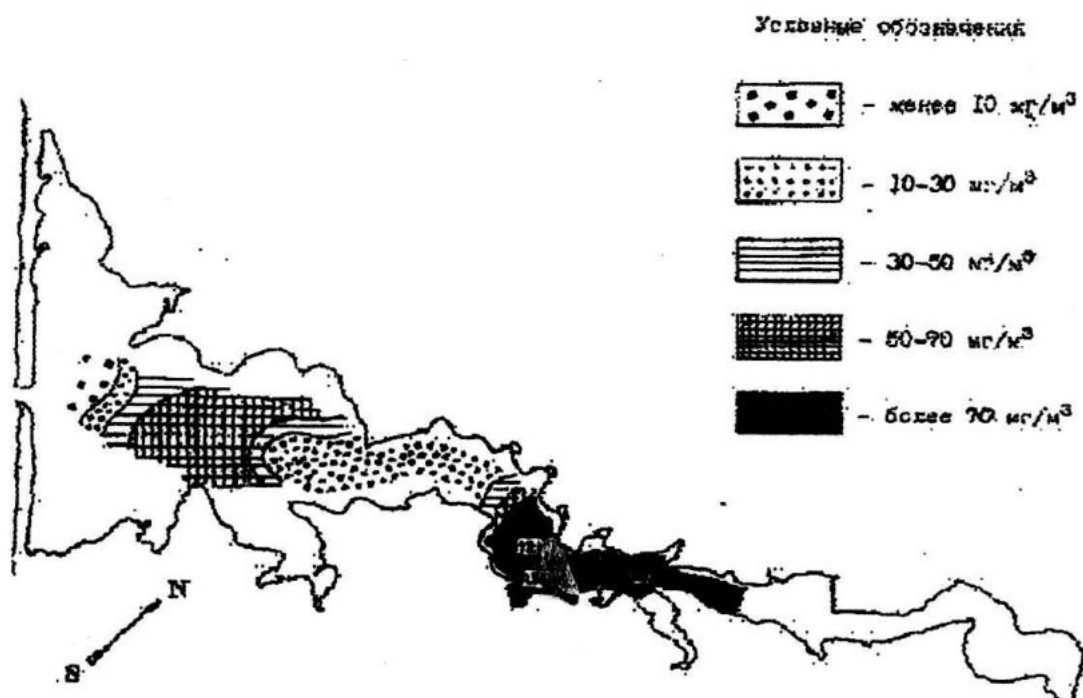


Рис. 12. Распределение биомассы микрозоопланктона (зоофлагеллят) в оз. Донузлав в октябре 1990 г. (фотический слой)

Таблица 15

Расчёт потенциальной продукции кефалевых рыб в оз. Донузлав в течение вегетационного периода (апрель-октябрь).

Среднесуточная продукция фитопланктона, мг · м <sup>-2</sup>	Продукция фитопланктона в течение вегетацион. периода (200 сут.), мг · м <sup>-3</sup>	Объём озера в пределах фотического слоя (до глубины 5 м), м <sup>3</sup>	Суммарная продукция фитопланктона в фотическом слое (В), мг	Количество трофических уровней пищевой цепи (N)	Принятая экологическая эффективность трофических уровней	Продукция рыб (Р), т

$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^5$	$76,75 \cdot 10^6$	$307 \cdot 10^{11}$	2	0,05	1535
----------------	----------------	--------------------	---------------------	---	------	------

Учитывая, что нами в расчётах принято минимальное значение экологической эффективности, реальная величина рыбной продукции в озере может быть большей.

#### Выводы.

1. Озеро Донузлав является типично высокоэвтрофным водоёмом.
2. Однако структурно-функциональные характеристики компонентов его экосистемы в период исследований оказались связанными с негативным воздействием антропогенного химического загрязнения, источником которого является дислоцирующийся на водоёме военноморской флот. Негативное влияние этого загрязнения особенно сильно сказывается на развитии мезозоопланктона, чем может лимитироваться приёмная ёмкость озера по молоди кефали и глоссы в случае их разведения.
3. При условии ликвидации вышеуказанного негативного антропогенного фактора кормовая база рыб в озере может позволить получать на нём – при условии искусственного разведения – до 1500 т товарной рыбной продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоёмов. – Минск: из-во АН СССР, 1960. – 329 с.
2. Виноградов М.Е., Шушкина, Э.А. Функционирование планктонных сообществ эпипелагиали океана. – М.: Наука, 1987. – 240 с.
3. Виноградова Л.А., Василева В.Н., Дерезюк Н.В., Фетисов П.П. Экологическая модель функционирования морского пелагического биоценоза. //Тр.ГОИН, 1990. – Вып. 182. – С. 134-164.

4. Замриборщ Ф.С. Гидробиологический и гидрологический режим и кормовые ресурсы приморских водоёмов северо-западной части Чёрного моря. //Научный отчёт. Фонды Одесского государственного университета, 1983. – 98 с.

5. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. – М.: из-во АН СССР, 1963. – 740 с.

6. Киселёв И.А. Планктон морей и континентальных водоёмов. – Л.: Наука, 1969. – Т.1, 657 с.

7. Мур Д.В., Рамамурти С. Тяжёлые металлы в природных водах. – М.: Мир, 1987. – 200 с.

8. Остапевич А.П. Калорийность водных беспозвоночных животных и энергетическая оценка взвешенного органического вещества водоёмов. – Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд биол. наук., Минск, 1968. – 19 с.

9. Петипа Т.С. Трофодинамика копепод в морских планктонных сообществах. – Киев: Наук. Думка, 1981. – 242 с.

10. Разумов А.С. Мембранные фильтры и их применение при микробиологических исследованиях //Микробиология, 1955. – Т.24. – Вып.2. – С.234-236.

11. Самышев Э.З. Взвешенное органическое вещество (ВОВ) в антарктических водах Индийского океана. //Всесоюз. научн. конф. «Сырьевые ресурсы антарктической зоны океана и проблемы их рационального использования» - Тез. докл. - Керчь, 1983. – С. 133-135.

12. Сорокин Ю.И. Камера для количественного учёта простейших и организмов нанопланктона в полевых условиях. //Гидробиол. Журн., 1980. –Т.ХVI. – Вып. 6. – С. 84-86.

13. Чепурнова Э.А. Бактериопланктон в северо - западной части



Чёрного моря. Системный анализ и моделирование процессов на шельфе Чёрного моря. Севастополь, 1983. – С.107-114.

14. Чукчин В.Д. Влияние добычи песка методом рефулирования на состояние иктиофауны и бентоса в озере Донузлав. //Научн. отчет. – Севастополь, ИнБЮМ, 1981. – 76 с.

15. Шульгина Е.Ф. Изменения в гидрохимическом режиме озера Донузлав после соединения его с морем. /Сборник работ бассейновой гидро-

метеорологич. обсерватории Чёрного и Азовского морей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – С.11-19.

16. Шушкина Э.А., Виноградов М.Е., Ведерников В.И., Суханова И.Н., Туманцева Н.И. Структурно-функциональный анализ планктонных сообществ юго-восточной части Тихого океана /Фронтальные зоны юго-восточной части Тихого океана. М.: Наука, 1984. – С. 257-276.

17. Platt T., Irwin B. Caloric content of phytoplankton. // Limnol. a. Oceanogr., 1973. – Vol.18. N 2. – P.P. 306-310.