

ПРОС 2010

ПРОС 98

ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А.О.КОВАЛЕВСКОГО

№ 3873 - В91 09.10.91.

УДК 551.463:579:574.582(267)

В.Ф.Мельник

Ю.Л.Ковальчук

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ СЕДИМЕНТАЦИИ ВЗВЕШЕННЫХ
ЧАСТИЦ ГРУНТА И ЖМК НА РОСТ ГЕТЕРОТРОФНЫХ
БАКТЕРИЙ МОРСКОЙ ВОДЫ

Севастополь - 1991

Институт биологии
южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 316 *gen*

Процессы, ведущие к повышенным содержаниям взвешенного вещества в морской воде, возникают как естественным путем (вынос реками терригенного материала), так и в результате антропогенного фактора (дампинг, строительство буровых и портовых сооружений). Это происходит в основном в прибрежной части океанов и на шельфе. В последние 10-15 лет, когда начали разрабатывать рудные месторождения железо-марганцевых конкреций (ЖМК) и извлекать их на поверхность с океанического дна, резко возрос интерес к изучению влияния на природные экосистемы твердых полезных ископаемых открытых районов океана и к разработке главных критериев оценки такого влияния.

В районе проведения работ по добыче твердых полезных ископаемых на океаническом дне при современной технологии добычи неизбежно повышение концентрации взвешенных веществ в морской воде. При этом частицы грунта и мелкодисперсные фракции ЖМК могут попадать в верхние наиболее продуктивные слои океана. Даже при заглублении основной массы взвеси под слой термоклина, часть ее будет попадать в поверхностный горизонт. Кроме того, мелкодисперсионные фракции переносятся подводными течениями до районов апвеллинга и могут подниматься в верхние горизонты на больших расстояниях от мест сброса.

В связи с вышеизложенным взаимодействие повышенной концентрации взвеси с морской биотой на фоне изменения физико-химических характеристик морской среды требует комплексного изучения. Наибольший интерес в этой проблеме вызывает взаимодействие взвеси с планктонным сообществом.

Материал и методики

Материал настоящих исследований собран в 26-ом рейсе НИС "Профессор Водяницкий" в Индийском океане. Пробы морской воды отбирали с борта судна на ходу стерильным батометром из нержавеющей стали и помещали в простерилизованные литровые стеклянные емкости, закрытые на протяжении всего опыта ватно-марлевыми тампонами. Всего было использовано 10 емкостей. Контролем служила условно чистая морская вода. Навески брали из естественного влажного глубоководного осадка, поднятого с глубины около 5000 м. Параллельно определяли влажность осадка и делали пересчет на сухой вес. ЖМК предварительно высушивали при 105°C, затем растирали в стерильной агатовой ступке до размеров частиц 0,2 мкм. Схема внесения навесок осадков и ЖМК приведена в табл. I.

Таблица I

Количество осадков и ЖМК, внесенных в экспериментальные емкости.

Номер емкости	Количество вещества в пересчете на сухой вес, мг.л ⁻¹	
	осадок	ЖМК
1	20	-
2	40	-
3	60	-
4	-	25
5	-	50
6	-	100
7	20	25
8	40	50
9	60	100
10	Контроль-морская вода	

До постановки опытных емкостей на экспозицию, а также на 3-и, 6-ые и 9-ые сутки просчитывали фракционный состав взвеси осадка и ЖМК в камере Горяева по следующей схеме: стерильной микропипеткой вносили на рабочую поверхность камеры каплю пробы поочередно из каждой емкости, опуская микропипетку на середину толщи воды; затем камеру накрывали покровным стеклом, тщательно притирали его и просчитывали количество частиц на четырех больших квадратах камеры Горяева. Площадь каждого квадрата $1/25 \text{ мм}^2$, объем воды над каждым квадратом $1/25 \text{ мм}^3$. Количество частиц в 1 мл пробы рассчитывали по формуле:

$$a = 6,25 \cdot v \cdot 10^4, \quad \text{где}$$

v - сумма частиц в 4-х квадратах. Частицы просчитывали по 3-м размерным фракциям: 1 - размеры частиц до 1,5 мкм; 2 - от 1,5 до 3 мкм; 3 - частицы больше 3 мкм.

Численность сапрофитных бактерий определяли методом посева на твердую агаровую среду. Продолжительность экспозиции проб - 20 суток.

Результаты и обсуждение

На рис. I-4 представлены кривые роста гетеротрофных бактерий в условиях проведения эксперимента.

В контроле (рис. I) характер развития бактериальной флоры проходило в соответствии с общими положениями динамики роста популяций микроорганизмов в периодической культуре. Наибольшая численность клеток отмечена на 3-и сутки экспозиции (10^4 кл. мл^{-1}); после незначительного снижения на 7-е сутки наступал стационарный период. К концу опыта количество микроорганизмов в контроле было выше исходного.

В емкостях с внесенными навесками осадков и комбиниро-

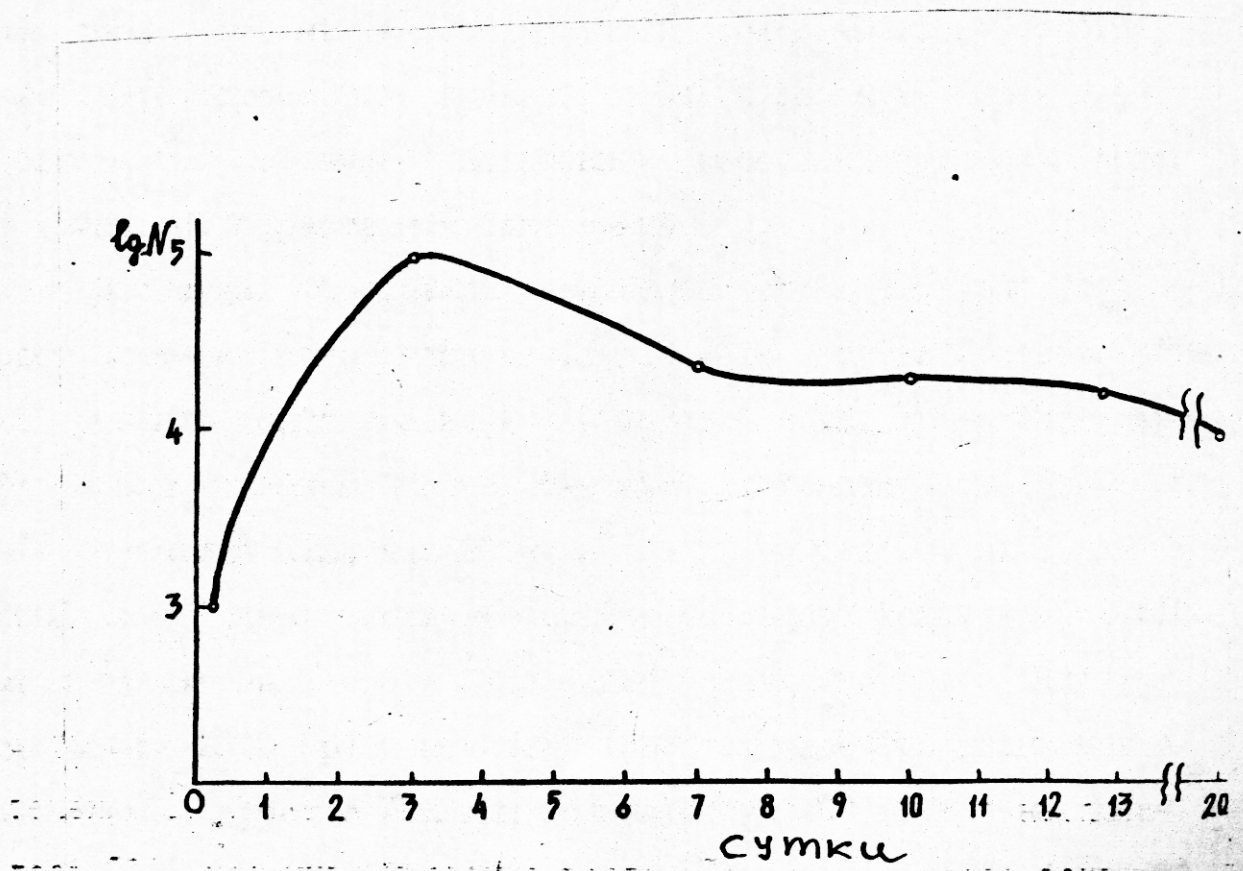


Рис. I. Численность гетеротрофных бактерий в контроле - морская вода.

ванными навесками осадок + ЖМК отсутствовали явно выраженные фазы роста микроорганизмов. Число бактериальных клеток незначительно увеличилось к 10 сут экспозиции, затем стало постепенно уменьшаться (рис.2). На частицах осадка через 13 сут при увеличении $900\times$ наблюдали скопления бактерий (палочек размером 1-1,5 мкм и сферических клеток диаметром 0,8-1,0 мкм). Отсутствие фазы логарифмического роста в данном случае объясняется, очевидно, повышенной скоростью оседания взвешенных частиц, обрастаемых бактериями.

В сосудах, содержащих взвесь растертых ЖМК (рис.3), рост бактерий подавлялся на 11, 13 и 20-е сутки соответственно убыванию концентрации ЖМК в морской воде. Угнетение микрофлоры под влиянием ЖМК на 20-е сут для концентрации ЖМК 25 мг. л⁻¹ составило 11%, для 50 мг. л⁻¹ - 21% и для 100 мг. л⁻¹ - 100% от исходного количества. Для последней концентрации (100 мг. л⁻¹) уже на 9-е сут экспозиции подавление роста бактерий составило 23%. При контакте гетеротрофных микроорганизмов в течение 11 суток с ЖМК при концентрации 100 мг. л⁻¹ наблюдалось 100%-ное ингибирование роста. Подавление роста бактерий до полного прекращения происходит, по-видимому, под влиянием тяжелых металлов, выщелачивающихся из ЖМК в морскую воду.

Этапы роста микроорганизмов в емкостях с внесенными навесками осадков и комбинированными-осадок + ЖМК (рис.4) хорошо совпадают с временными процессами перераспределения в столбе воды фракционного состава взвеси (табл.2). Относительное содержание наиболее мелкой фракции (до 1,5 мкм), куда входили и бактерии, увеличилось к 9-ти суткам до 82%, в то время как содержание крупной фракции (> 3 мкм) падало до нуля уже на 6-е сутки. По абсолютной величине средняя ско-

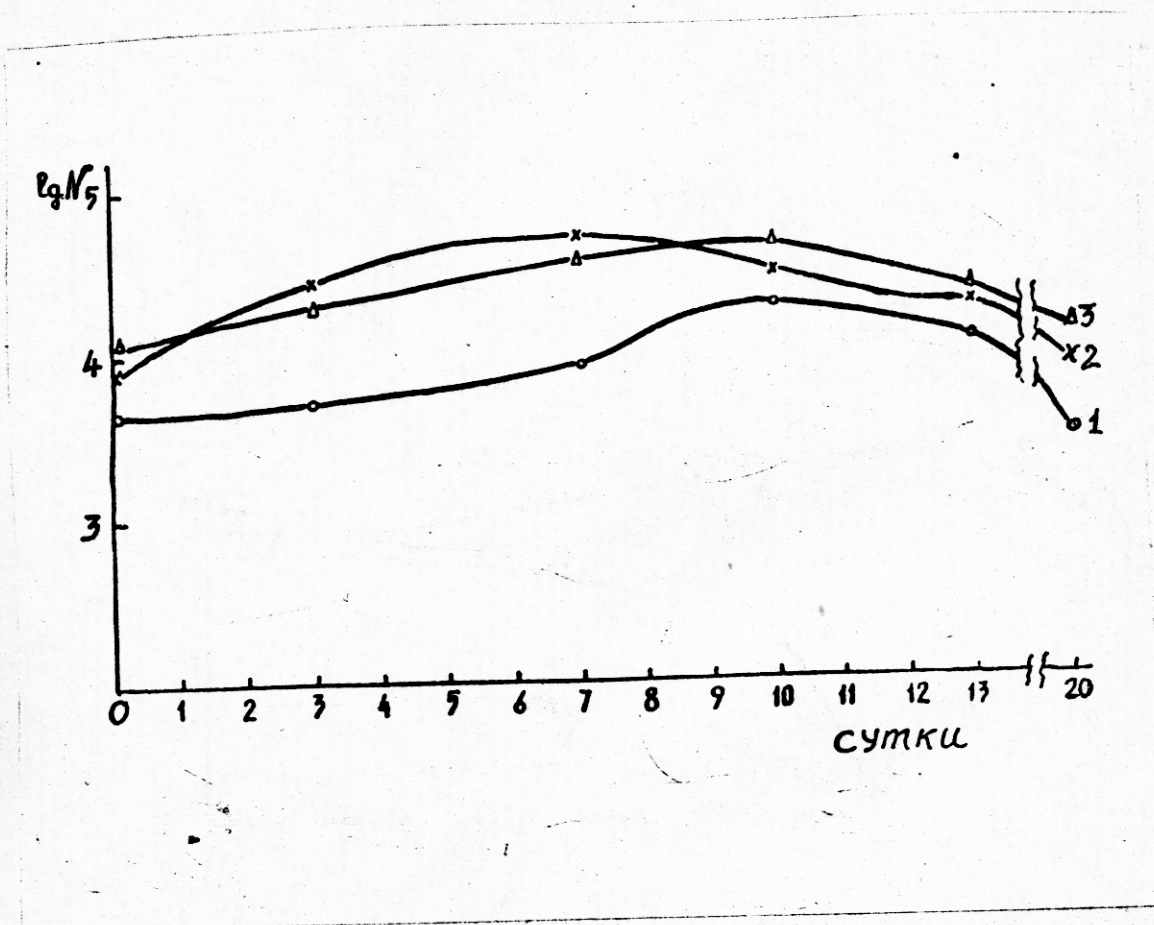


Рис.2. Изменение количества гетеротрофных бактерий в экспериментальных емкостях с глубоководным осадком
1 - 50 мг.л⁻¹
2 - 100 мг.л⁻¹
3 - 150 мг.л⁻¹ (сырого осадка)

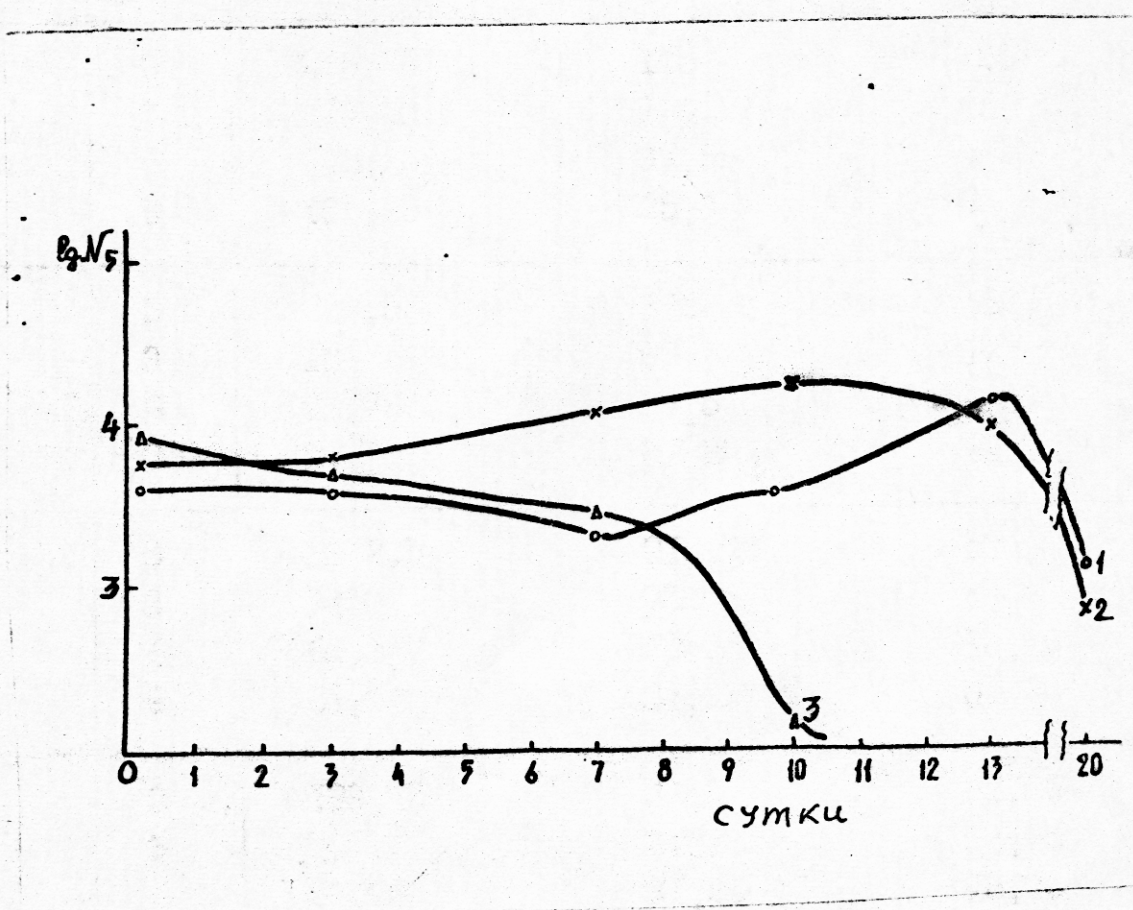


Рис.3. Количество гетеротрофных бактерий в эксперименталь-
ных емкостях с ЖМК

1 - 25 мг.л⁻¹

2 - 50 мг.л⁻¹

3 - 100 мг.л⁻¹

Таблица 2

Количество частиц в опытных суспензиях по фракциям
X. 10^4 шт.

Номер склян- ки	Время экспо- зиции сут	Ф р а к ц и я		
		до 1,5 мкм	1,5-3,0 мкм	более 3,0 мкм
I	0	256,25	175	125
	3	210,50	120	45
	6	106,25	37,5	0
	9	106,25	25,0	0
2	0	737,5	375	162,5
	3	104	98	37
	6	93,75	37,5	6,25
	9	50	31,25	12,5
3	0	1012,5	918,75	500
	3	145	75	43
	6	62,5	18,75	18,75
	9	62,5	31,25	0
4	0	193,75	37,5	81,25
	3	75	31,25	18,75
	6	68,75	31,25	18,75
	9	31,25	37,5	0
5	0	356,25	218,75	300
	3	75	98	106
	6	37,5	31,25	43,75
	9	62,5	25	18,75
6	0	250	156,25	306,25
	3	62,5	18,75	37,5
	6	12,5	6,25	18,75
	9	37,5	0	12,5

Продолжение таблицы 2

I	2	3	4	5
7	0	406,25	368,75	293,75
	3	125	106	47
	6	25	25	18,75
	9	168,25	93,75	25
8	0	525	312,5	518,75
	3			
	6	25	43,75	0
	9	125	81,25	62,5
9	0	1300	912,5	631,25
	3	168,25	106	168
	6	68,75	31,25	31,25
	9	43,75	25	31,25
10	0	50	0	6,25
	3	25	0	6,25
	6	25	25	6,25
	9	68,75	18,75	12,5

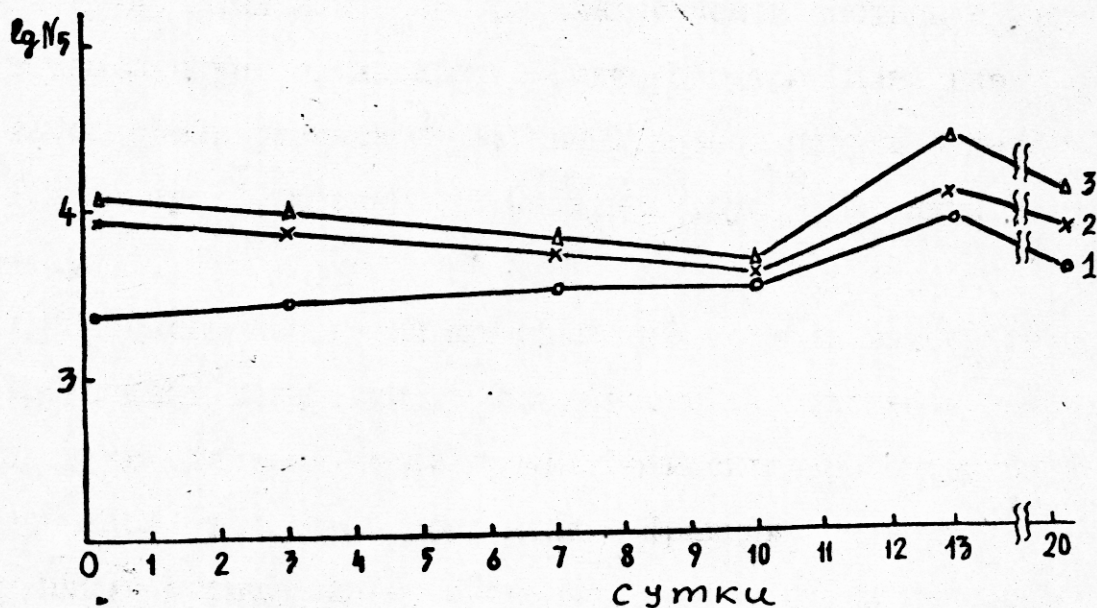


Рис.4. Зависимость изменения численности гетеротрофных бактерий от времени экспозиции

1 - 20 мг.л⁻¹ осадка + 25 мг.л⁻¹ НМК
 2 - 40 мг.л⁻¹ осадка + 50 мг.л⁻¹ НМК
 3 - 60 мг.л⁻¹ осадка + 100 мг.л⁻¹ НМК
 (в пересчете на сухой вес)

рость осаждения при взятой навеске чистого осадка была у мелкой фракции от $16,6 \cdot 10^4$ частиц.сут⁻¹ при начальной концентрации взвеси 20 мг.л^{-1} до $105,6 \cdot 10^4$ частиц.сут⁻¹ при начальной концентрации 60 мг.л^{-1} . Линейную скорость оседания частиц разных размерных фракций можно рассчитать по таблице Свердруп, Джонсона и Флеминга, учитывая, что вес взвешенных частиц биогенного происхождения в морской воде приближается к $1,1 \text{ г.см}^{-1}$, а скорость оседания меняется пропорционально разности между удельным весом рассматриваемой частицы и удельным весом окружающей жидкости. Таким образом, линейная скорость оседания размерной фракции I взвеси осадка будет около $4,8 \text{ см.сут}^{-1}$, фракции II - $19,4 \text{ см.сут}^{-1}$, фракции III - $77,4 \text{ см.сут}^{-1}$.

Процессы изменений фракционного состава взвеси железо-марганцевых конкреций проходят несколько сложнее, чем глубоководных осадков. На диаграммах относительного распределения взвеси процентный рост мелкой фракции почти не выражен или имеет отрицательное значение, на 6-е сутки повышается относительный состав средней и крупной фракции. Отсутствие частиц крупной фракции приходится только на 9-е сутки. Такая картина оседания объясняется на наш взгляд сложным взаимодействием между бактериями и взвешенными частицами, которые выполняют двойную роль: как субстрат для обрастания и как поставщики тяжелых металлов, оказывающих ингибирующее действие. Заметное снижение количества жизнеспособных микроорганизмов через 20 суток экспозиции при концентрации взвеси ЖМК 25 мг.л^{-1} и 50 мг.л^{-1} и полное подавление роста уже на 10 сутки при концентрации 100 мг.л^{-1} свидетельствуют об ингибирующей роли взвеси ЖМК на бактериаль-

ное население.

Скорость оседания частиц ЖМК, выраженная в падении концентрации их во взвеси, уже не имела таких разбросов для разных размерных фракций, как у частиц осадка, и колебалась от $18,0 \cdot 10^4$ частиц.сут⁻¹ до $32,6 \cdot 10^4$ частиц.сут⁻¹. Вычисленные линейные скорости оседания взвеси ЖМК были равны: для фракции I - 5,6 см.сут⁻¹, для фракции II - 23 см.сут⁻¹ и для фракции III - 90 см.сут⁻¹. Удельная масса ЖМК при этом принималась равной $2,0 \text{ г.см}^{-3}$.

Таким образом, при повышенных концентрациях в верхней части водного столба взвеси осадков и продуктов разрушения ЖМК наблюдается не только активный рост бактериального населения за счет увеличения поверхности субстрата для образования и поступления органического вещества, но и подавление его тяжелыми металлами, выщелачивающимися из конкреций.

Печатается в соответствии с разрешением Ученого
совета Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевс-
кого АН УССР от 18 сентября 1990 года.

В печать

Тир. 1

Зак. 32792

Производственно-издательский комбинат ВИНТИ
Льберцы, Октябрьский пр., 403

Институт биологии
южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 316 деп