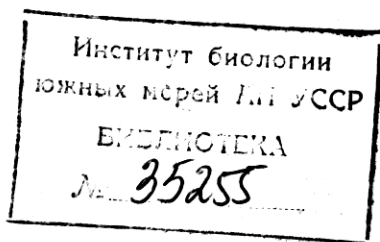


ПРОВ 2010

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

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЮЖНЫХ МОРЕЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА», КИЕВ, 1974

Bacterium, Vibrio, Bacillus. The highest density of oil-oxidating microbic population in both water and bottom sediments is observed in ports and aquatoria adjacent with them. Ability to form pigments was characteristic only of bacteria inhabiting the sea grounds.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЧЕРНОМОРСКИХ МИДИЙ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н. Ю. Миловидова

Известно, что моллюски-фильтраторы мидии очищают воду от различных взвешенных частиц, в том числе и от эмульгированной нефти, и чрезвычайно выносливы к различным неблагоприятным факторам среды. В связи с этим встает вопрос о возможности использования мидий для очистки морской воды от нефти.

Цель данной работы — определить степень выносливости мидий к нефтяному загрязнению. Исследовалась выживаемость мидий в условиях загрязнения морской воды различными сортами нефти и мазутом и в сточных водах нефтебазы.

Выживаемость мидий при различных концентрациях нефти

Опыты проводили с анастасиевской необессоленной нефтью в феврале — марте при температуре воды 14—16° С (в среднем 15° С). Испытывались две группы молодых мидий: длиной 15—25 и 7—14 мм. В каждой концентрации нефти (0,01; 0,1; 1,0 и 10,0 мл/л) и в контроле содержалось по 15 моллюсков первой и по 10 моллюсков второй группы. Мидий помещали в чашки Петри с объемом воды 100 мл, по 5 экземпляров моллюсков в каждой чашке. Эмульсии нефти готовили путем взбалтывания соответствующего количества нефти в 0,5 л воды в конусной колбе и затем быстро разливали по чашкам Петри. Смена эмульсий производилась через 2 суток. Опыт длился 40 суток. Несколько раз в течение опыта определялось содержание кислорода в воде. При концентрациях 0,01—1,0 мл/л оно близко к контрольному и составляло 5,65—5,85 мл/л. При 10 мл/л нефти содержание кислорода падало до 4,19—4,96 мл/л, но дефицита его не наблюдалось.

В первой размерной группе моллюсков при концентрации нефти 10 мл/л 50% мидий погибли в течение 10 суток и 100% — в течение 21 суток (рис. 1). При 1 мл/л нефти 50% моллюсков первой группы погибло за 36 суток, а стопроцентной гибели не было до конца опыта.

Во второй размерной группе при 10 мл/л нефти погиб 1 экземпляр из десяти через 16 суток, остальные жили до конца опыта. При 0,01—1,0 мл/л все моллюски второй группы жили до конца опыта.

Обе группы мидий при 1,0 и 10 мл/л нефти не прикреплялись ко дну и почти не выделяли псевдофекалий. При 0,1—0,01 мл/л все моллюски были прикреплены к субстрату и выделяли псевдофекалии примерно в том же количестве, как и контрольные экземпляры.

Таким образом, нефтяное загрязнение концентрации порядка 0,01—0,1 мл/л не оказывает заметного влияния на мидий. Мидии могут существовать длительное время и при более высоких концентрациях (порядка 1,0—10,0 мл/л), однако их жизнедеятельность при таких концентрациях нарушается.

Проведенные опыты показали, что мидии значительно выносливее по отношению к нефтяному загрязнению, чем другие бентосные животные.

Черноморские моллюски *Rissoia euxinica*, *Bittium reticulatum*, *Gibbula divaricata* и ракообразные *Balanus* sp. и *Diogenes pugilator*, по данным О. Г. Мирнова (1967), при концентрации нефти порядка 1 мл/л гибли в большом количестве уже в первую декаду.

Аналогичные результаты получены нами в опытах с прибрежными черноморскими ракообразными *Idotea baltica basteri* и *Gammarus locusta*. Снижение выживаемости и интенсивности питания у них наблюдалось уже при концентрациях нефти порядка 0,1 и даже 0,01 мл/л, при которых жизнедеятельность мидий не нарушается.

Выживаемость мидий в различных сортах нефтепродуктов

Проведено две серии опытов. Первую серию опытов проводили в апреле — мае при температуре 15—18° С (в среднем 16° С) в течение 35 суток.

Исследовали выживаемость молодых мидий длиной 15—25 мм в четырех сортах нефти (ищерской, кулишовской, Клявлена и угленосной) при концентрациях 1 и 10 мл/л (табл. 1). Каждый опыт проводили на 25 экземплярах моллюсков, помещенных в чашки Петри по 5 экземпляров.

Выживаемость мидий во всех испытанных сортах нефти оказалась выше, чем в серии опытов с анастасиевской необессоленной нефтью. Наиболее токсична была ищерская нефть. Действие других сортов нефти мало отличалось друг от друга (рис. 2).

Вторую серию опытов проводили в июне — июле при температуре воды 19—24° С в течение 40 суток. Исследовали выживаемость двух размерных групп мидий: 17—26 и 5—11 мм в пяти сортах нефти

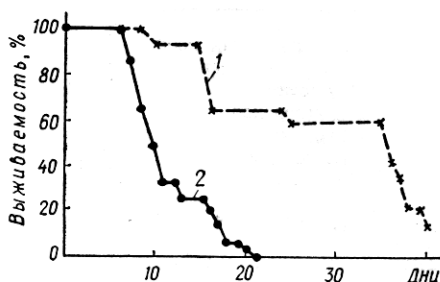


Рис. 1. Выживаемость мидий в анастасиевской нефти (в концентрации: 1 — 1 мл/л 2 — 10 мл/л) в феврале — марте.

Таблица 1

Свойства различных сортов нефти и мазута
(по данным лаборатории нефтебазы «Кирилловка»
г. Новороссийск)

Сорт нефтепродукта	Удельный вес	Содержание, %	
		серы	легких фракций *
Анастасиевская необессоленная нефть	0,910	0,2	15
Ищерская	0,826—0,835	0,2	32—33
Кулишовская	0,845	1,0	31—32
Клявлена	0,885	1,5	30
Угленосная	0,885	3,0	23—25
Мазут Ф-12	0,950	0,2—0,3	0

Фракции нефти, испаряющиеся при температуре до 200° С.

(анастасиевская необессоленная, ищерская, кулишовская, Клявлена и угленосная) и в мазуте Ф-12 при концентрациях 1 и 10 мл/л. Смена эмульсий и их изготовление производились по описанной выше методике. Содержание кислорода через двое суток снижалось как в опытах, так и в контроле, и было близко к дефицитному. В контроле было 3,03—2,38 мл/л растворенного кислорода, при 1 мл/л нефти — 2,79—1,29 и при 10 мл/л — 0,90—1,93 мл/л кислорода.

При концентрации нефти 10 мл/л мидии первой группы во всех

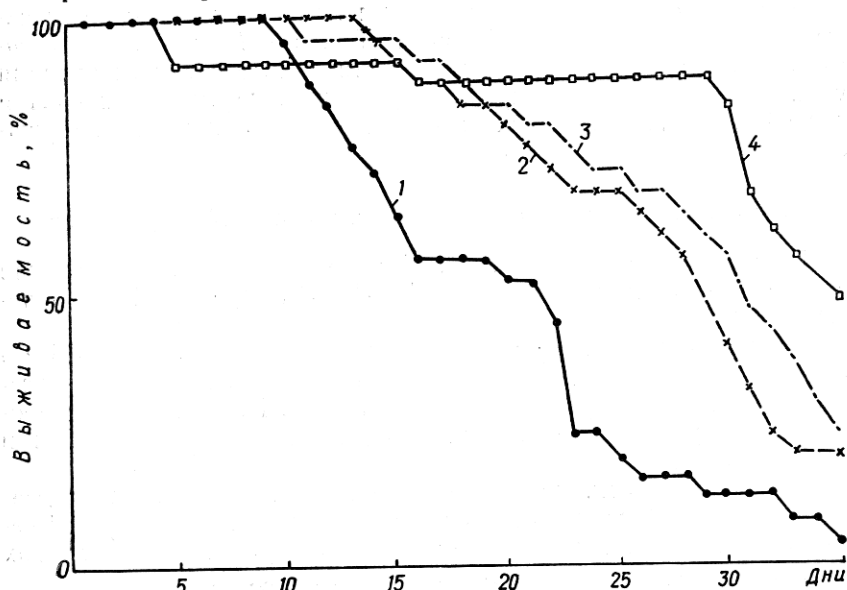


Рис. 2. Выживаемость мидий в различных сортах нефти (в концентрации 10 мл/л) в апреле:

1 — ищерская нефть, 2 — Клявлена, 3 — кулишовская, 4 — угленосная.

сортах нефти начали погибать только через 15 суток. В мазуте один экземпляр погиб уже на вторые сутки, а через 15 суток погибло 50% всех мидий. Стопроцентная гибель мидий первой группы в мазуте и трех сортах нефти (кулишовской, Клявлена и анastasиевской) наблюдалось через 26 суток. В ищерской и угленосной нефтях отдельные экземпляры жили до конца опыта. Наименее токсичной оказалась угленосная нефть (рис. 3, а).

Мидии меньшей размерной группы оказались более выносливы к нефтяному загрязнению, чем 1 группа. Стопроцентной гибели их не было до конца опыта. Наиболее токсичным для них оказался мазут, а наименее токсичной — угленосная нефть (рис. 3, б).

На протяжении всего опыта при концентрации нефти 10 мл/л мидии были плотно закрыты, не выделяли псевдофекалий и лишь изредка слабо прикреплялись биссусными нитями к субстрату. В угленосной нефти отдельные экземпляры мидий сохраняли способность прикрепляться до 20 суток, в ищерской, кулишовской и Клявлена только в первые 5—7 суток, в анastasиевской нефти и мазуте они не прикреплялись с первых же суток.

После окончания опыта оставшиеся живые моллюски были пересажены в чистую воду, где они через 1—2 суток стали прикрепляться ко дну и выделять псевдофекалии.

При концентрации нефти 1 мл/л мидии жили долго. Из моллюсков первой размерной группы погиб только один экземпляр в мазуте через 18 суток и один экземпляр в угленосной нефти через 33 суток. Несколько больше погибло мидий второй группы: в анastasиевской нефти к концу опыта осталось 12 экземпляров из 20, в ищерской — 17, в угленосной — 19. В остальных видах нефти все мидии второй группы дожили до конца опыта.

При концентрации нефти 1 мл/л большинство мидий на протяжении всего опыта выделяли биссусные нити и прикреплялись к субстрату, однако нити были значительно короче и слабее, чем у

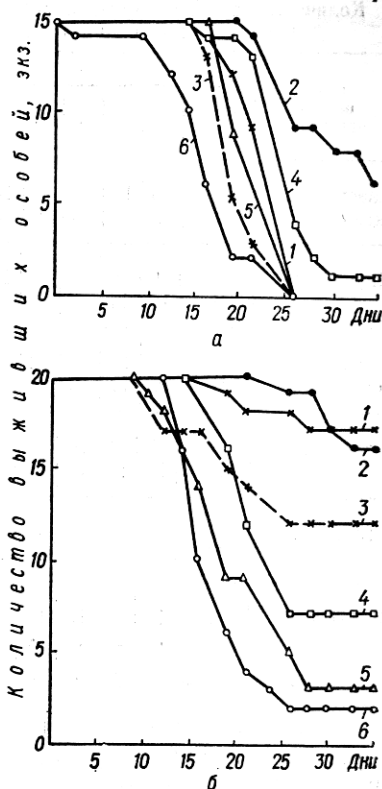


Рис. 3. Выживаемость мидий в различных сортах нефти и мазуте Ф-12 в июне — июле.

А — мидии длиной 17—26 мм, Б — длиной 5—11 мм; 1 — нефть Клявлена, 2 — угленосная, 3 — кулишовская, 4 — ищерская, 5 — анastasиевская, 6 — мазут.

контрольных экземпляров. Наибольшее количество экземпляров выделяло биссусные нити в угленосной нефти (табл. 2). На дне сосудов при концентрации нефти 1 мл/л обычно находилось небольшое количество псевдофекалий.

Таблица 2

Количество прикрепленных к субстрату мидий в различных сортах нефти и мазуте (при концентрации 1 мл/л) в июне — июле 1970 г.

Сорт нефте-продукта	Размер-ная группа	Сутки опыта														В среднем за 35 суток
		2-е	5-е	7-е	9-е	12-е	14-е	16-е	19-е	21-е	26-е	28-е	30-е	33-е	35-е	
Анастасиев-ская	I *	15	14	7	3	13	7	7	14	7	11	7	11	9	10	10
	II **	18	2	0	0	5	2	0	2	6	8	3	1	2	4	4
Ищерская	I	9	9	8	6	11	6	6	9	6	10	7	11	7	8	8
	II	16	14	6	5	8	4	4	3	1	6	2	0	5	2	5
Кулишов-ская	I	13	14	10	10	6	6	6	8	6	10	10	10	15	12	10
	II	20	11	10	10	8	8	6	12	6	8	8	10	5	7	9
Клявлена	I	7	11	10	9	9	7	6	9	7	5	10	10	9	12	9
	II	14	18	15	15	6	4	8	12	9	8	18	15	15	14	12
Угленосная	I	15	12	6	14	13	11	14	9	9	10	14	15	14	13	12
	II	18	19	20	11	8	13	14	16	16	12	14	15	16	18	15
Мазут Ф-12	I	15	14	13	14	10	13	12	14	12	14	13	13	14	14	13
	II	18	16	12	4	6	3	3	6	12	18	18	18	9	18	11

* мидии длиной 13—25 мм, ** мидии длиной 7—14 мм.

Вторая серия опытов по выживаемости мидий в различных сортах нефти, как и первая, показала, что испытанные сорта нефти по их токсичности для мидий мало отличаются друг от друга. Как и в первой серии опытов, наименее токсичной оказалась угленосная нефть, а наиболее токсичной — ищерская. Мазут значительно сильнее действовал на мидий, чем все сорта нефти.

Выживаемость мидий в сточной воде нефтебазы

Исследовалась выживаемость мидий на последнем этапе системы очистных сооружений нефтебазы — «доочистном пруду», в который поступают балластные воды танкеров, прошедшие механическую очистку. Содержание растворенных нефтепродуктов в воде пруда колеблется в зависимости от количества поступающих балластных вод и составляет 3—10 мг/л (обычно 4—5 мг/л). Соленость воды меняется в зависимости от берегового стока пресной воды и от

количества и качества принятых балластных вод. В период наших исследований она была 18,51—29,45% (в среднем 21,64%). Содержание растворенного в воде кислорода все время было низким: от 0,7 до 4,0 *мл/л*. Периодически наблюдалось небольшое количество сероводорода — около 1 *мг/л*. Биогенные элементы практически отсутствовали. Планктонные организмы не обнаружены.

В различные сезоны было засажено в разных участках доочистного пруда около 2000 экз. взрослых мидий. Из них в первые сутки погибло около 5%, через 2—3 суток — 15, через 5—7 суток — 60 и через 10—15 суток — 20%. Свыше 15 суток взрослые мидии в доочистном пруду не жили.

Молодые мидии в сточной воде, как и в описанных выше опытах с различными сортами нефти, были более выносливы, чем взрослые.

На рис. 4 показана выживаемость трех размерных групп мидий (по 100 экз. каждая), подвешенных в садках из капроновой сетки в колодец, через который сточная вода выходит из доочистного пруда в море. Самые крупные мидии длиной свыше 50 *мм* (что соответствует возрасту более 1 года) жили не дольше 13 суток. Выживаемость мидий средних размеров (20—40 *мм*, годовиков) была почти такая же, лишь один экземпляр дожил до 15 суток. Молодь же длиной 5—17 *мм* (сеголетки) выживала заметно лучше и полностью погибала только через 20 суток. Все мидии в течение опыта не выделяли биссусных нитей.

За несколько суток до гибели у мидий расслаблялся замыкательный мускул и они широко раскрывались. Однако некоторое время такие мидии еще реагировали на уколы слабым сокращением мышц, а после перемещения в чистую воду у них через 1—2 суток начинал функционировать мускул-замыкатель, они снова плотно закрывались и начинали выделять биссусные нити.

В лабораторных условиях (в аквариумах со сточной водой) мидии выживали лучше, чем при непосредственном помещении их в доочистный пруд или сток. В течение десяти суток при ежедневной смене воды из 25 мидий, помещенных в кристаллизаторы со сточной водой (по 5 экз. в каждом), не погибло ни одного экземпляра. Можно предположить, что за сутки, прошедшие между сменой воды, мидии несколько очищали воду от нефтепродуктов и потому выживали лучше, чем в сточном колодце, где загрязнение нефтью непрерывно возобновляется.

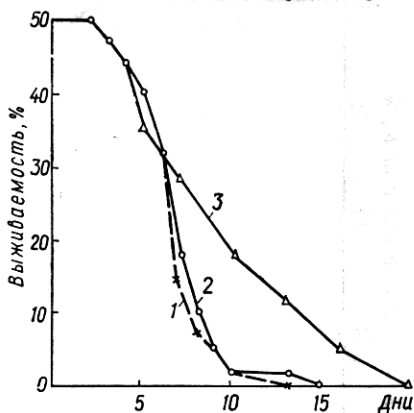


Рис. 4. Выживаемость мидий в сточной воде нефтебазы.

1 — длина мидий > 50 *мм*, 2 — 20—40 *мм*, 3 — 5—17 *мм*.

Был сделан опыт попеременного содержания мидий в стоке и чистой морской воде: сутки мидии находились в садках в стоке, затем сутки в аквариуме с чистой водой, затем снова в стоке и т. д. в течение 28 суток. Контрольные мидии находились все время в стоке. Чистая морская вода была меньшей солености, чем сточная вода: соленость сточной воды колебалась в течение опыта от 23,90 до 30,35‰, а морской воды — от 17,88 до 19,12‰. Температура воды в

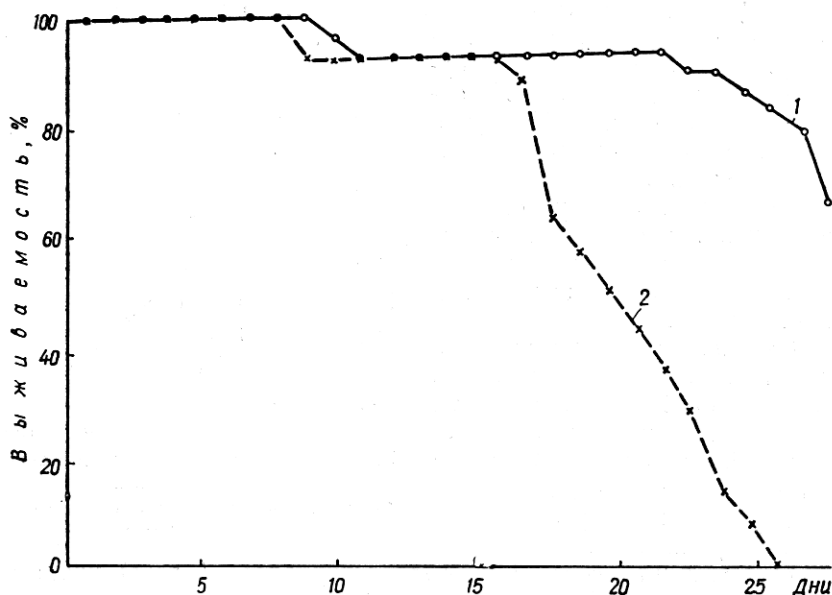


Рис. 5. Выживаемость мидий при попеременном содержании их в сточной воде нефтебазы и в чистой морской воде (1) и при постоянном содержании в сточной воде (2).

аквариумах отличалась от температуры сточной воды незначительно. В первые пять дней опыта она была 18,0—20,5° С, в следующие 18 суток — 17,0—17,5° С и в последующие 5 суток — 15—16° С. Содержание растворенного кислорода в пруду было очень низкое: 0,76—2,55 мл/л. В чистой воде в аквариуме оно было вначале 4,13—6,73 мл/л, но после суточного пребывания в ней мидий снижалось до 0,83—2,95 мл/л.

Помещенные в аквариум мидии выделяли богатые нефтью псевдофекалии и на поверхности аквариума образовывались пятна нефти, поэтому воду аквариумов можно назвать чистой только относительно.

Несмотря на резкую смену солености и неблагоприятный кислородный режим выживаемость подопытных мидий была заметно лучше контрольных (рис. 5), т. е. периодический «отдых» мидий в чистой воде благоприятно сказывается на жизнедеятельности мидий.

Выживаемость мидий в районе выхода сточных вод в море

Выход сточных вод нефтебазы происходит на расстоянии около 300 м от берега на глубине 16 м на песчаном грунте. Содержание растворенных нефтепродуктов здесь составляет 3—4 мг/л в поверхностном слое воды и 2—3 мг/л в придонном.

Все мидии, подвешенные 1 июня в садках вблизи стока у дна, жили в течение месяца, после чего наблюдения прекратились, так как были сорваны садки. За этот период длина молодых мидий увеличилась на 2 мм (с 30,2 до 32,2 мм). В поверхностном слое, на глу-

Таблица 3

Рост мидий в районе выхода сточных вод нефтебазы летом 1970 г.

Глубина, м	Дата	Количество мидий, экз.	Длина, мм		Средний прирост длины, мм
			lim	средняя	
2	1.VI	50	24—35	29,5	—
2	6.VII	50	25—39	31,2	1,7
2	4.VIII	48	27—42	33,4	2,2
16	1.VI	50	25—36	30,2	—
16	6.VII	50	27—40	32,2	2,0

бине 2 м, наблюдения велись два месяца. Средний прирост длины молодых мидий в июне составлял 1,7, а в июле — 2,2 мм (табл. 3). К концу второго месяца погибло два экземпляра мидий.

Все мидии, находившиеся в садках в районе стока, были прикреплены друг к другу, т. е. у них хорошо выделялись биссусные нити.

По-видимому, сточные воды нефтебазы в районе их выхода в море не оказывают заметного воздействия на мидий, так как достаточно разбавляются чистой водой.

В результате всех описанных экспериментов можно сделать вывод о довольно хорошей выносливости мидий по отношению к нефтяному загрязнению, что позволяет ставить вопрос о возможности использования их в комплексной биологической очистке морской воды от нефтепродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

Ми ро н о в О. Г. Действие нефти и нефтепродуктов на некоторых моллюсков прибрежной зоны Черного моря. — Зоол. журн., 1967, 46, 1.

SURVIVAL RATE OF THE BLACK SEA MUSSELS UNDER CONDITIONS OF OIL CONTAMINATION

N. Yu. Milovidova

Summary

The survival rate of mussels was investigated under conditions of sea water contamination with different sorts of oil and mazut and in wastes of an oil bulk plant.

Two dimensional groups of mussels — 15—25 mm and 7—14 mm long — were investigated. Oil in quantities 0.01, 0.1, 1.0 and 10.0 ml/l was added to sea water. The results of the researches showed that all the sorts of oil are similar with respect to their toxic effect. Mazut possessed the strongest action than all the kinds of oil.

In wastes of the oil bulk plant presenting partially purified ballast waters of the tankers the mussels lived from 2 to 20 days. Young mollusks survived better than adult ones. In the region of waste outlet into the bay the mussels lived more than two months till the end of the experiment, their growth for this period being normal.

A relatively good endurance of mussels with respect to oil contamination permits the question to be put on their possible utilization in a complex biological purification of sea water from oil products.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДОННЫХ ОСАДКОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Л. Н. Кирюхина

Загрязнения, попадающие в морскую воду, со временем мигрируют на дно и накапливаются в грунтах. Это приводит к хроническому заражению акваторий и возможности вторичного загрязнения морской воды (Миронов, 1963, 1967а, б; Zo Bell, 1964).

Задачей настоящего исследования было изучение физико-химических показателей донных осадков северо-западной части Черного моря в аспекте загрязнения их органическими веществами.

Грунты собраны на 19 станциях летом 1970 г. (рис. 1). Отбор проб осу-

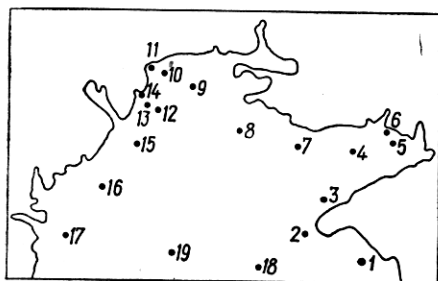


Рис. 1. Схема расположения станций.

ществлялся при помощи дночерпателя системы «Океан» и грунтовой трубки типа ГОИН. Всего отобрано 47 проб. Все анализы (потеря при прокаливании, гигроскопическая вода, общий азот по Кьельдалю, аммонийный азот по модифицированному методу Конвея (Горбатенький, 1957), углекислота карбонатов по Козловскому (1965), органический углерод по модифицированному методу Тюрина (1965), компонентный состав органического вещества по Казакову (1953) и вещества хлороформного экстракта по методическим указаниям ГОИН (1970), за исключением определения натуральной влажности, проводились в сухих образцах. Минеральная часть, органическое вещество, отношение углерода к азоту, степень битуминизации и гумификации органического вещества определялись расчетным путем. Все результаты выражены в процентах в пересчете на 100 г сухого грунта; данные по аммонийному азоту — в миллиграммах на 100 г грунта.