

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБООТБОРНИКИ ВОДЫ

А. К. СТОЛБУНОВ

(Институт биологии внутренних вод АН СССР, Борок)

Одним из основных условий получения достоверных результатов микробиологического изучения водоемов является стерильность отбора проб воды с заданного горизонта. Для обеспечения стерильности проб воды и ее принадлежности заданному горизонту необходимо соблюдать два условия: сосуд для пробы воды следует опускать до заданного горизонта стерильным, т. е. закрытым; после отбора пробы он извлекается на поверхность также закрытым.

подавляющее большинство используемых в водной микробиологии пробоотборников воды (микробиологических батометров) удовлетворяет лишь одному из указанных условий, в соответствии с чем их можно разделить на две основные группы.

Приборы группы А — батометры Буткевича [1], Могилевского и Кузнецовой [7], Цобелла [22], Сорокина [9], Нискина [16], Зибурга [19], Столбунова и Рябова [12], Романенко и Младовой [8], Гамбаряна [2], Шегга [17] и др. — обеспечивают соблюдение первого условия. Однако последующая герметизация сосуда с отобранной пробой воды в этих пробоотборниках невозможна. В результате во время подъема сосуда в него может подсасываться вода с микрофлорой верхних горизонтов, и в этом случае уже нельзя с полной уверенностью утверждать, что отобранная проба соответствует заданному горизонту [6].

Приборы группы Б — гидрологические батометры Нансена [13], Ван Дорна [20] и др. — удовлетворяют лишь второму условию, т. е. до заданной глубины опускаются в открытом виде и закрываются после отбора пробы. Они нашли широкое применение в микробиологических исследованиях морей и океанов, хотя пригодность их для этой цели остро дискутируется [3—6, 10, 11, 21].

Известны два пробоотборника, отвечающие обоим требованиям. В приборе Левиса и сотр. [15] сосуд для воды открывается и закрывается на заданной глубине с помощью соленоида. Однако прибор довольно громоздок, приходится пользоваться длинным кабелем, что крайне неудобно при работе на больших глубинах. Главный же недостаток его — это то, что проба воды отбирается в непосредственной близости от прибора, поэтому возможно ее бактериальное загрязнение.

Второй прибор — батометр Яннаша и Мэйдукса [14] — ближайший аналог предлагаемых нами приборов. Он состоит из несущей штанги, в верхней части которой находится спусковое устройство, в средней — стабилизаторы, в нижней — пластина на шарнире. Сосуд для пробы воды — шприц — крепится на пластине. Предварительно полость шприца за поршнем заполняют стерильной водой и сверху за-

ливают жидкой смесью парафина с маслом. На шприц надета резиновая трубка, с другой стороны она закрыта пробкой и поверх нее полупроницаемым мешочком со стерильной водой. На нужной глубине спусковое устройство приводится в действие посыльным грузом. Пластина с укрепленным на ней шприцем отскакивает в сторону и повисает на шарнире. При этом с резиновой трубки срываются полупроницаемый

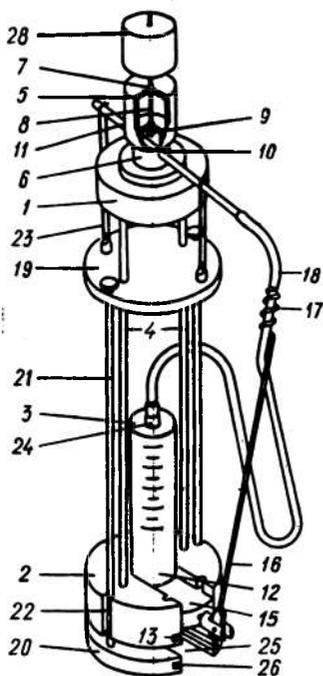


Рис. 1. Микробиологический пробоотборник воды типа МПВ-1.

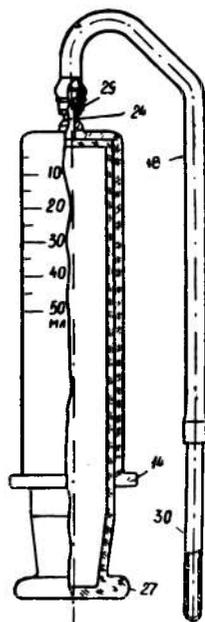


Рис. 2. Снаряженный сосуд (шприц) для пробы воды.

мешок и пробка и в шприц насасывается вода. В крайнем нижнем положении специальный тросик пережимает резиновую трубку, тем самым изолируя отобранную пробу воды.

При очевидных достоинствах пробоотборник Яннаша и Мэйдукса имеет существенные недостатки: конструкция прибора очень сложна, отчего использование его требует продолжительной и трудоемкой подготовительной работы.

Нами сконструировано четыре микробиологических пробоотборника воды, гарантирующих стерильный отбор одной, двух, трех и серии проб воды с любой строго заданной глубины при однократном их опускании.

Микробиологический отборник одной пробы воды типа МПВ-1. Прибор выполнен в виде двух сопряженных и подвижных относительно друг друга рам (рис. 1). Верхняя состоит из несущего основания — 1, обоймы-держателя — 2, шприца — 3 и соединяющих их штоков — 4. К основанию-диску сверху крепится на резьбе перекусывающее устройство, которое состоит из верхнего стакана — 5 и вставленного в него нижнего — 6. В центре доньшка каждого из стаканов проделаны отверстия — 7, через которые пропускается трос — 8. Внутри нижнего стакана он завязан узлом — 9 и уже не может выскользнуть из отверстия. Нижний стакан резьбой крепится к основанию. Сбоку в нем проделано отверстие — 10 для запаянной

стеклянной трубки — 11. Верхний стакан скользит по нижнему и в крайнем нижнем положении разбивает стеклянную трубку, на которую он опирается до момента отбора пробы.

К нижней стороне диска с помощью направляющих штоков подвижно подвешена обойма-держатель шприца, которая имеет по центру выборку — 12, равную диаметру баллона шприца, направляющие пазы — 13 для фланца шприца — 14 и задвижку — 15 для крепления шприца в рабочем положении. К задвижке на шарнире крепится рычаг — 16 с кольцом — 17 для удержания гибкого отвода сосуда на определенном расстоянии от прибора в момент взятия пробы воды.

Нижняя рама состоит из прижимного диска — 19 и тяжелой латунной пяты — 20, соединенных жестко штоками — 21, которые проходят по сквозным направляющим пазам — 22 обоймы-держателя. Прижимной диск скользит по проходящим сквозь него штокам верхней рамы — 4. Нижняя рама в крайнем верхнем положении подвешена на шелковых петлях (23) к стеклянной трубке, вставленной в перекусывающее устройство. Снизу по центру в прижимном диске имеется углубление, приходящееся на кончик шприца — 24 с резиновой трубкой. Латунная пята имеет вырез — 25 для шейки и направляющие пазы — 26 для утолщенного основания — 27 поршня шприца.

Прибор приводится в действие посыльным грузом — 28, скользящим по тросу

Сосудом для пробы воды служат стеклянные шприцы КС-1 (емкость 100 мл) и КС-2 (50 мл), выпускаемые Клиническим стекольным заводом. Предварительно от иглы отрезают муфточку — 29 и вставляют в резиновую трубку — 18 длиной 30—40 см, которую затем насаживают на кончик шприца — 24. Другой конец резиновой трубки закрывают стеклянной трубкой — 30 запаянным концом наружу. Подготовленные таким образом шприцы (рис. 2) заворачивают в бумагу (их разворачивают только непосредственно перед отбором пробы) и стерилизуют в автоклаве.

Приступая к работе, нижнюю раму прибора вдвигают в верхнюю до крайнего верхнего положения. Поднимая или опуская подвешенную подвижно обойму, легко совместить основание поршня и фланец баллона шприца с соответствующими пазами в обойме и пяте. Вынув из обоймы задвижку, вдвигают шприц утолщенным основанием и шейкой поршня в латунную пята, а фланец баллона в пазы обоймы. Вставленный шприц фиксируется в обойме задвижкой. Резиновую трубку пропускают через кольцо рычага, а запаянную стеклянную трубку вставляют в отверстие перекусывающего устройства. На стеклянную трубку набрасывают шелковые петли, подвешивая таким образом нижнюю раму. Опустив прибор на нужную глубину, бросают по тросу грузик, который ударяется о верхний стакан перекусывающего устройства. Последнее обламывает стеклянную трубку. Одновременно освобождаются резиновая трубка и нижняя рама. Резиновая трубка на поддерживающем рычаге отбрасывается в сторону. Нижняя рама под весом латунной пяты скользит вниз по направляющим пазам и штокам верхней рамы, вытягивая за собой из неподвижного баллона шприца поршень. В баллон по резиновой трубке в стороне от прибора отсасывается проба воды. Одновременно опускается прижимной диск. В крайнем нижнем положении под весом латунной пяты он перегибает и надежно прижимает резиновую трубку, вошедшую в углубление на его нижней стороне. В этот момент поршень не достигает края баллона (между ними остается 30—40 мм), что исключает возможность просачивания по шлифу воды в отобранную пробу при подъеме прибора на поверхность. После извлечения пробы на поверхность для удобства

дальнейшей работы ее переливают из шприца в стерильную широкогорлую склянку.

Микробиологический отборник серии проб воды с различных глубин типа МПВ-2. При выяснении закономерностей вертикального распределения микроорганизмов в водной толще возникает необходимость в отборе серии проб с различных глубин. Для этих целей может быть использован микробиологический пробоотборник воды типа МПВ-1, отличающийся от описанного МПВ-2, конструкцией опорной пластины, наличием втулки для крепления на тросе и разрезным посыльным грузом (рис. 3). Принцип действия его тот же.

Основанием прибора является трапециевидная пластина с вертикальными стойками перекусывающего устройства, в одной из которых проделано отверстие, в другой — прорезь для стеклянной трубки. Между стойками есть отверстие со сквозной прорезью для опорной втулки и другое для петли, на ко-

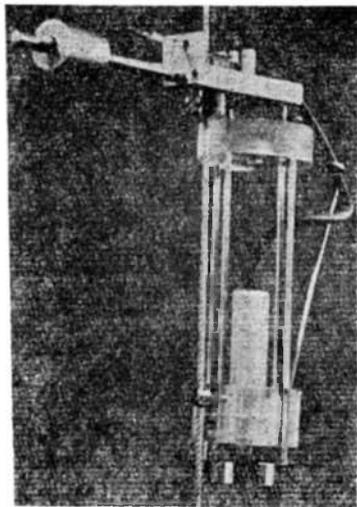


Рис. 3. Микробиологический пробоотборник воды типа МПВ-2.

торой нижняя рама подвешивается к стеклянной трубке. Прибор крепится на тросе при помощи опорной втулки, которая сквозной прорезью (по длинной оси) надевается на трос и прижимным винтом фиксируется на нем. Трос пропускают через сквозную прорезь в отверстие перекоса прибора на тросе имеется противовес, ввинченный в торец опорной пластины. То же назначение выполняет вилка на обойме-держателе, в которую пропускается и на которой крепится шпонкой трос.

Подготовка МПВ-2 к работе аналогична описанной выше. На запаянную стеклянную трубку, уложенную в перекусывающее устройство рядом с тросом, подвешивается не только нижняя рама самого прибора, но и посыльный грузик, надетый на трос чуть ниже прибора. На трос по мере его вытравливания навешивают, соблюдая нужный интервал, гирлянду приборов. Когда каждый из них достиг заданной глубины, бросают посыльный груз. Он разбивает запаянную стеклянную трубку, укрепленную в перекусывающем устройстве верхнего прибора. Прибор срабатывает. Одновременно освобождается посыльный грузик, приводящий в действие ниже висящий прибор. Все остальные приборы в гирлянде срабатывают автоматически.

Микробиологический пробоотборник воды типа МПВ-3 для одновременного отбора двух проб. Микроорганизмы в водной толще распределены неравномерно [18]. При изучении микрозональности их распространения необходим одновременный отбор с одной и той же глубины двух проб воды. Этим целям может служить сконструированный нами микробиологический пробоотборник воды типа МПВ-3 (рис. 4).

Прибор состоит из двух описанных выше микробиологических пробоотборников воды, смонтированных на общем основании — прямоугольной пластине. Как и в приборе типа МПВ-2, в пластине по центру

проделаны отверстия со сквозной прорезью: одно для опорной втулки, другое для петель, на которых нижние рамы приборов подвешиваются к запаянным стеклянным трубкам. Последние крепятся в перекусывающем устройстве, состоящем из двух вертикальных стоек, каждая из которых имеет отверстие и прорезь. Против прорези первой стойки расположено отверстие второй и наоборот. Каждая пара «прорезь —



Рис. 4. Микробиологический пробоотборник воды типа МПВ-3.

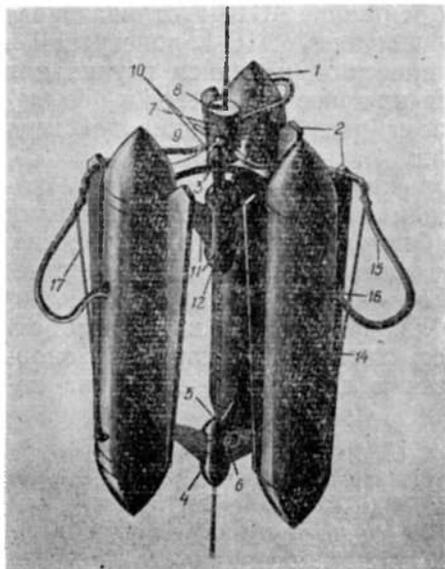


Рис. 5. Морской микробиологический пробоотборник воды типа МПВ-4М.

отверстие» служит для крепления одной из стеклянных трубок, проходящих вблизи троса. Подготовка к работе и крепление к тросу аналогичны приведенным при описании прибора типа МПВ-2. Прибор может быть использован для отбора проб воды с разных глубин и с одного горизонта. После опускания на заданную глубину МПВ-3 приводится в действие посыльным грузом.

Предлагаемые микробиологические пробоотборники воды, выгодно отличаясь от известных приборов конструктивной простотой и надежностью в работе, обеспечивают, кроме того, стерильность отбираемой пробы и ее принадлежность заданному горизонту, поскольку, во-первых, проба отбирается в стерильный сосуд и в стороне от прибора; во-вторых, она надежно изолируется от окружающей среды.

Неоспоримым преимуществом предлагаемых приборов является также возможность их легкой и быстрой трансформации. Например, микробиологический пробоотборник типа МПВ-1 преобразуется в отборник серии проб воды типа МПВ-2, а из двух приборов МПВ-1 легко собрать отборник двух проб воды типа МПВ-3. В обоих случаях заменяется только один узел — несущая пластина.

Микробиологические пробоотборники воды успешно прошли испытания в условиях днепровских и волжских водохранилищ, а также в условиях Черного моря во время рейса э/с «Миклухо-Маклай» летом 1970 г., обнаружив хорошие эксплуатационные качества.

Морской микробиологический пробоотборник воды типа МПВ-4М. Опыт эксплуатации микробиологических пробоотборников воды типа МПВ-1, МПВ-2 и МПВ-3 в условиях Черного моря показал необходимость некоторого изменения их конструкции с

тем, чтобы обезопасить сосуды от ударов о борт судна, возможных в условиях частых волнений. Возникла также необходимость увеличения объема отбираемой пробы. В связи с этим нами разработана конструкция морского микробиологического пробоотборника воды МПВ-4М (рис. 5).

Прибор представляет собой строенный вариант пробоотборника МПВ-3 и позволяет отбирать серии из трех проб воды объемом 150 мл (шприцы КС-2 емкостью 50 мл) или 300 мл (шприцы КС-1 емкостью 100 мл) с любых произвольно заданных глубин. Прибор состоит из трех обтекаемых цилиндров — 1, снабженных стабилизаторами — 2. Цилиндры соединены с помощью верхней опорной пластины — 3 и нижней опорной втулки — 4. Трос пропущен через радиальную прорезь — 5 нижней втулки, в которой также есть поворотное устройство — 6 для его крепления. Верхняя опорная пластина несет перекусывающее устройство — 7, также с радиальной прорезью — 8, совпадающей в вертикальной плоскости с прорезями в опорной пластине и нижней втулке. Через эти прорези пропускается трос с укрепленной на нем опорной втулкой, на которую затем насаживается опорная пластина, имеющая снизу соответствующее гнездо. Перекусывающее устройство от описанного в пробоотборнике МПВ-1 отличается лишь тем, что имеет три сквозных отверстия — 9 для запаянных стеклянных трубок — 10. Отверстия проходят на различном уровне под углом 120°. Внутри цилиндров крепятся пробоотборники типа МПВ-1. Отличием является лишь то, что обойма-держатель шприца снабжена резиновой амортизирующей прокладкой. На буртик поршня — 27 шприца (см. рис. 2), который вставляется в паз латунной пяты, для амортизации надевают резиновое кольцо. Прижимные диски всех трех батометров для синхронизации действия объединены с помощью стабилизаторов — 11, проходящих через продольные прорези в цилиндрах и втулки — 12. В верхней части втулки имеется кольцо с шелковой петлей — 13, надеваемой на стеклянную трубку.

Порядок работы следующий. Открыв крышку — 14 цилиндра, вставляют стерильный шприц в обойму-держатель и пяту. Резиновую трубку — 15 пропускают через отверстие — 16 в крышке и крепят в отбрасывающемся рычаге — 17. Крышку закрывают. Запаянный стеклянный наконечник — 10 вставляют в перекусывающее устройство — 7. Аналогично готовят каждый из трех пробоотборников. Затем на один из вставленных в перекусывающее устройство стеклянных наконечников набрасывается шелковая петля, поддерживающая прижимные диски всех трех батометров в крайнем верхнем положении. Крепление на тросе и дальнейший порядок работы такой же, как и с пробоотборниками МПВ-2 и МПВ-3.

Благодаря наличию защитных капсул и мягкому креплению шприцов морской микробиологический пробоотборник МПВ-4М создает дополнительные удобства для работы в условиях волнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буткевич В. С. 1958. Прибор для взятия проб воды для микробиологических исследований. Избр. тр., 2, Изд-во АН СССР, М.
2. Гамбарян М. Е. 1970. Бактериологические батометр и стратометр. «Гидробиол. ж.», 6, 2.
3. Крисс А. Е. 1959. Морская микробиология (глубоководная). Изд-во АН СССР, М.
4. Егоров же. 1962. О пригодности батометра Нансена для отбора проб воды из морей и океанов для микробиологических исследований. «Микробиология», 31, 6.
5. Kriss A. E., Lebedeva M. N., Tsiban A. V. 1966. Comparative estimate of a Nansen and microbiological water bottle for sterile collection of water samples from depth of seas and oceans. «Deep-Sea Res.», 13, 2.

6. Лебедева М. Н., Анищенко Э. Я. 1966. Допустимо ли применение батометров Нансена для количественных микробиологических исследований? «Гидробиол. ж.», 2, 4.
7. Могилевский Г. А., Кузнецова З. И. 1949. Батометр. Авт. св-во № 75408 от 31 янв. 1949 г.
8. Романенко В. И., Младова Г. А. 1969. Шарообразные стеклянные баллоны для стерильного отбора проб воды с больших глубин. Инф. бюлл. «Биол. внутр. вод», 4, изд-во «Наука», Л.
9. Сорокин Ю. И. 1960. Батометр для отбора проб воды на бактериологический анализ. «Бюлл. Ин-та биол. водохр.», 6.
10. Егo же. 1962. Вопросы методики отбора проб при изучении морской микрофлоры. «Океанология», 2, 5.
11. Егo же. К вопросу о методике микробиологических работ в море в свете современных задач морской микробиологии. «Океанология», 4, 2.
12. Столбунов А. К., Рябов Ф. П. 1963. Новая модель бактериологического батометра. «Лабораторное дело», 10.
13. Helland-Nansen B., Nansen F. 1925. The Eastern North Atlantic. «Geophys. Publ.», 4, 6—7.
14. Jannasch H. W., Maddux W. S. 1967. A Note on Bacteriological Sampling in Seawater. «J. Marine Res.», 25, 2.
15. Lewis W. M., McNeil O. D., Summerfelt R. C. 1963. A devise for taking water samples in sterile bottles at various depths. «Ecology», 44, 1.
16. Niskin S. J. 1962. A water sampler for microbiological studies. «Deep-Sea Res.», 9.
17. Schegg E. 1970. A new bacteriological sampling bottle. «Limnol. and Oceanogr.», 15, 5.
18. Seki H. 1971. Microbial clumps in seawater in the euphotic zone of Saanich Inlet (British Columbia). «Mar. Biol.», 9, 1.
19. Sieburth J. McN. 1965. Bacteriological samplers for air-water and water-sediment interfaces. «Ocean. Scie. Ocean Engineer. Trans. MTS-ASLO Conf. Wash.», 2.
20. Van Dorn W. G. 1956. Large volume water samplers. «Trans Am. Geophys. Union», 37.
21. Willingham C. A., Buck J. D. 1965. A preliminary comparative study of fungal contamination in non sterile water samples. «Deep-Sea Res.», 12, 5.
22. ZoBell C. E. 1941. Apparatus for collecting water samples from different depths for bacteriological analysis. «J. marine Res.», 4.

Поступила 27.XII 1971 г.

УДК 577.472:51

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ПРОБ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В. Л. АНДРЕЕВ, В. Е. МОЛОТКОВ

(Лаборатория математического моделирования экологических систем ДВНЦ АН СССР,
Владивосток)

При изучении экологических систем исследователю, как правило, приходится прибегать к выборочному методу. При этом его естественным желанием является установление точности, с которой по показателям выборки можно судить о показателях природной системы. Кажется достаточно очевидным, что, чем больше размер пробы, тем точнее оцениваются искомые показатели. С другой стороны, если все объекты внутри какой-либо генеральной совокупности (г. с.) приблизительно одинаковы по изучаемому признаку, то нет необходимости тратить время и средства на изучение выборки большого размера: увеличение точности оценки не оправдывает средств, затраченных на ее получение.

Таким образом, возникает типичная задача оптимизации размера пробы.