

Департамент образования и науки города Севастополя
Государственное бюджетное образовательное учреждение
Центр дополнительного образования «Малая академия наук»
Центр выявления и поддержки одаренных детей
города Севастополя «Альтаир»

**«СРАВНЕНИЕ ДВУХ МЕТОДОВ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИБРЕЖНОГО
ПЛАНКТОНА: ТОЧЕЧНЫЙ ОТБОР И ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ЛОВ»**

Работу выполнила:

Кириян Татьяна Владимировна,
учащаяся ТО «Бионика» ГБОУ ЦДО
«Малая академия наук», ГБОУ «Гимназия
№ 1 имени А.С. Пушкина», 8 класс;

Научный руководитель:

Кузнецов Андрей Вадимович, педагог ДО,
руководитель ТО «Бионика» ГБОУ ЦДО
«Малая академия наук», д.б.н., профессор
СевГУ, ИнБЮМ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 1.1. Планктон как индикатор состояния морской среды
- 1.2. Методы отбора проб планктона: исторический обзор
- 1.3. Устройства для фильтрации планктона
- 1.4. Опыт использования устройства «Vibet»

РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

- 2.1. Устройства для отбора проб
- 2.2. Станции отбора проб
- 2.3. Методика проведения фильтрации
- 2.4. Анализ проб

РАЗДЕЛ 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

- 3.1. Количество морфотипов по фракциям
- 3.2. Видовой состав
- 3.3. Сравнение эффективности методов

РАЗДЕЛ 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

ВЫВОДЫ

БЛАГОДАРНОСТИ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Изучение планктона имеет ключевое значение для оценки экологического состояния морских акваторий. Современные методы отбора проб должны обеспечивать репрезентативность, скорость и простоту обработки материала. В последние годы в практике школьных и студенческих исследований активно применяются устройства последовательной фильтрации, такие как «Viber-1» и «Бобрёнок», разработанные на базе ИнБЮМ. Сравнение их эффективности позволяет оптимизировать методику мониторинга прибрежных вод.

Цель работы: провести сравнительный анализ двух методов последовательной фильтрации планктона — точечного отбора (с использованием устройства «Viber-1») и горизонтального лова (с применением устройства «Бобрёнок») — в прибрежных водах Севастополя.

Задачи:

1. Изучить теоретические основы методов отбора планктона.
2. Провести отбор проб на станциях «Омега» и «Победа» с использованием обоих устройств.
3. Проанализировать количество и состав морфотипов в трёх размерных фракциях (150–300 мкм, 84–150 мкм, 112–220 мкм).
4. Сравнить эффективность методов по критерию видового разнообразия.

Объект исследования: прибрежный планктон акватории г. Севастополя.

Предмет исследования: сравнительная эффективность методов точечного отбора и горизонтального лова.

Методы исследования: полевой отбор проб, последовательная фильтрация, микроскопический анализ, математическая обработка данных, сравнительный анализ.

Характеристика работы: работа носит прикладной характер. Это не просто теория- это готовое руководство к действию для таких же школьников, как я.

Научная новизна: впервые проведено прямое сравнение двух современных методов фильтрации планктона в условиях черноморского побережья с использованием устройств, разработанных в рамках школьно-университетского сотрудничества.

Практическая значимость: результаты работы могут быть использованы для оптимизации методик школьного экологического мониторинга, а также в учебных программах по морской биологии.

Личный вклад учащейся: Кирьян Татьяна принимала участие в отборе проб, проведении фильтрации, микроскопическом анализе, обработке данных и оформлении работы. Использовались идеи и разработки, предложенные научным руководителем и авторами цитируемых работ, в части конструкции устройств и общей методики исследований.

Технические параметры работы: пояснительная записка содержит 18 страниц, 4 иллюстрации, список из 8 использованных источников, приложения не предусмотрены.

Личный вклад учащегося. Кирьян Татьяна принимала непосредственное участие в разработке темы. Учащаяся участвовала в отборе проб летом, осенью 2025 г., проводила анализ полученного материала самостоятельно согласно рекомендациям научного руководителя А. Б. Кузнецова.

Структура и объем работы. Научная работа изложена на 17 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырёх разделов, выводов, списка литературы, который содержит 8 источников. Текст работы иллюстрирован 7 рисунками.

РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Планктон как индикатор состояния морской среды

Планктон (от греч. *πλαγκτός* – «блуждающий») – это совокупность организмов, обитающих в толще воды и не способных противостоять переносу течениями. Он является фундаментальным звеном морских экосистем, выполняющим несколько ключевых функций:

Первичная продукция: Фитопланктон (микроскопические водоросли и цианобактерии) за счёт фотосинтеза производит более 50% всего кислорода на планете и формирует основу пищевых сетей океана [2].

Трофическая сеть: Зоопланктон (простейшие, мелкие ракообразные, личинки рыб, является потребителем фитопланктона и, в свою очередь, пищей для более крупных животных, включая рыбу.

Биологический круговорот: Планктон играет решающую роль в глобальном круговороте углерода, транспортируя углекислый газ из атмосферы в глубинные слои океана.

Как биоиндикатор, планктон обладает высокой чувствительностью к изменениям среды. Его сообщества быстро реагируют на:

Эвтрофикацию: Повышение концентрации биогенов (азот, фосфор) приводит к «цветению воды» – массовому развитию отдельных видов фитопланктона, часто токсичных, и последующей гипоксии (кислородному голоданию).

Загрязнение: Нефтепродукты, тяжёлые металлы, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и микропластик напрямую токсичны для планктонных организмов или накапливаются в них, передаваясь по пищевой цепи.

Климатические изменения: Повышение температуры воды, закисление океана (снижение pH) и изменение солёности напрямую влияют на метаболизм, видовое разнообразие и сезонную динамику планктона [5].

Таким образом, мониторинг количественного и качественного состава планктона предоставляет интегральную и оперативную информацию об экологическом состоянии морской акватории.

1.2. Методы отбора проб планктона: исторический обзор

История методов сбора планктона отражает развитие научных представлений о его природе и потребность в получении все более точных данных.

Планктонные сети: Классический метод, использующий конические сети из шелкового газа или нейлона (сети Апштейна, Джеди, Нансена). Отбор производится путём вертикального или горизонтального буксирования. Недостатки: разрушение нежных форм, засорение ячеи, невозможность точного учёта объёма профильтрованной воды.

Бутылочные методы: Использование батометров (бутылок Нансена, Руттнера) для точечного отбора воды с заданной глубины. Позволяет точно знать

объем пробы и сохранять мелкие и хрупкие формы, но требует последующей фильтрации в лабораторных условиях.

Автоматизированные и помповые системы: Развитие технологий привело к созданию автоматических пробоотборников (Rosette), систем проточной цитометрии *in situ* и помповых установок. Они позволяют проводить отбор на больших глубинах и в режиме реального времени, но являются дорогостоящими и сложными в эксплуатации.

Методы последовательной фильтрации: Новейшее направление, направленное на решение проблемы фракционирования проб по размерным группам непосредственно в момент отбора. Это позволяет минимизировать повреждение организмов и сразу получать материал для параллельного анализа разных компонентов сообщества (например, микропластика и планктона), что значительно повышает эффективность полевых исследований [1, 4].

1.3. Устройства для фильтрации планктона

В рамках школьно-университетского сотрудничества на базе ИнБИОМ были разработаны и апробированы два портативных устройства, представляющие разные принципы отбора.

Устройство «Viber» (от нем. «бобр»), впервые описанное Д.А. Баздыревым (2021), является системой для точечного отбора. Конструктивно оно представляет собой последовательно соединённые цилиндрические модули с ситами, образующие «каскад» фильтров. Ячейки сит подобраны таким образом (2 мм → 300 мкм → 150 мкм → 84 мкм), чтобы производить ступенчатое разделение проб на 3 размерные фракции. Принцип действия: заданный объем воды (обычно 100 литров) заливается медленно через лейку в устройство. Ключевое преимущество – высокая степень сохранности мелких и нежных форм планктона в соответствующей фракции и точное знание объёма обработанной воды. Метод идеален для детального изучения структуры сообщества в конкретной точке.

Как это работает? С пирса зачерпывают 100 литров морской воды и медленно, через лейку, льют её в верхний модуль. Вода, просачиваясь сквозь каскад сит, оставляет на каждом уровне организмы соответствующего размера. Ключевое преимущество: малая скорость потока и отсутствие грубого давления сохраняют в целостности даже самые нежные колонии водорослей и личинок. Я точно знаю объём (100 литров) и получаю «срез» жизни в конкретной точке в конкретный момент времени.

Устройство «Бобрёнок» представляет собой систему для горизонтального лова (буксировки). Оно также основано на принципе каскадной фильтрации, но сита (2 мм → 220 мкм → 112 мкм) расположены в плоскостной конструкции, буксируемой на днище плавсредства на малой скорости. Это позволяет профильтровать значительный объем воды (сотни литров) за короткое время, обеспечивая высокую репрезентативность пробы для данной акватории. Данный метод более эффективен для интегральной оценки биомассы и видового разнообразия на большей площади [7].

Как это работает? Устройство крепится к днищу небольшого плавсредства (в нашем случае – САПа) и буксируется параллельно берегу со скоростью

пешехода. За 10-15 минут оно «прочёсывает» сотни метров акватории, профильтровывая огромный объём воды. Его сила – в репрезентативности. Он не даёт такой сохранности для мелочи, но зато отлично ловит более крупных, подвижных и редко встречающихся обитателей, давая «усреднённую» картину для целого района.

Получается, что «Viber-1» – это микроскоп, а «Бобрёнок» – широкоугольный объектив. Оба нужны для полной картины.

1.4. Опыт использования устройства «Viber» в научных исследованиях

Первая модификация устройства («Viber-1») успешно прошла апробацию в 2021 году в исследованиях прибрежной акватории Севастополя [1]. Оно использовалось для решения комплексной задачи:

Оценка загрязнения микропластиком: Фракция >300 мкм анализировалась на содержание синтетических частиц.

Изучение микропланктона: Фракция 150-300 мкм исследовалась для определения видового состава ракообразных. Фракция 84-150 мкм использовалась для анализа микроводорослей и простейших.

Такой комплексный подход к пробе показал высокую эффективность и экономию времени. Полученные данные легли в основу методических рекомендаций и подтвердили, что устройство является надёжным инструментом не только для учебно-исследовательских, но и для научных работ. Последующие исследования с использованием «Viber-1» и его аналогов были посвящены построению «пирамид биоразнообразия» в планктоне и изучению влияния антропогенных факторов на прибрежные экосистемы [4, 6, 8]. Таким образом, «Viber-1» доказал свою состоятельность как инструмент для современного экологического мониторинга.

РАЗДЕЛ 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Устройства для отбора проб и их технические характеристики

В исследовании использовались два портативных устройства последовательной фильтрации, разработанные в ИнБЮМ:

Устройство «Viber-1» (для точечного отбора): Представляет собой сборную конструкцию из последовательно соединённых цилиндрических модулей. Каждый модуль оснащён сменным фильтрующим элементом (ситом из нержавеющей стали и нейлоновыми сетками). Конфигурация сит в данном исследовании: 2 мм → 300 мкм → 150 мкм → 84 мкм. Для забора воды использовалось ведро, что позволяло точно фиксировать профильтрованный объем (100 л на каждой станции). Осадки с фильтров собирали в отдельные ёмкости.

Устройство «Бобрёнок» (для горизонтального лова): Конструкция выполнена в виде плоского каркаса, в который установлены три последовательных фильтрующих кассеты с ситами: 2 мм → 220 мкм → 112 мкм. Устройство крепилось к днищу САПа, перемещающегося со скоростью ~1 узел (~0,5 м/с), дистанция сбора составляла около 500 м.

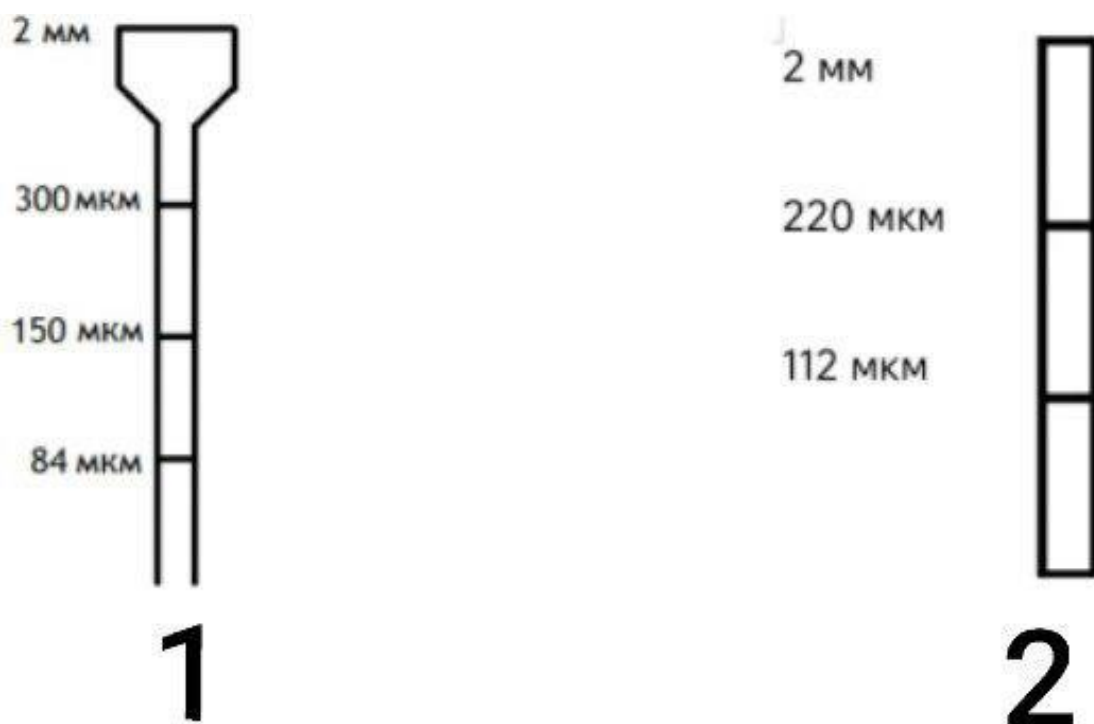


Рис. 2.1.1. Схемы устройств последовательной фильтрации "Viber-1" (1) и "Бобрёнок" (2)



Viber



Бобрёнок

Рис. 2.1.2. Фотографии устройств последовательной фильтрации "Viber-1" и "Бобрёнок"

2.2. Характеристика станций отбора проб

Исследования проводились в сентябре 2025 года на двух станциях в акватории г. Севастополя, различающихся по уровню антропогенной нагрузки и гидрологическим условиям (Рис. 2.2).

Станция «Омега» (бухта Круглая, $44^{\circ}35'18.4''N$ $33^{\circ}24'27.5''E$): Относительно закрытая акватория со слабым водообменом. Характеризуется повышенной рекреационной нагрузкой в летний период (пляж, маломерный флот). Глубина в районе отбора с поверхности – 2,5 м. Донные отложения – илистые пески.

Станция «Победа» (акватория у Парка Победы, $44^{\circ}36'18.8''N$ $33^{\circ}31'42.9''E$): Открытый участок побережья с активным водообменом и более высокой динамикой вод. Нагрузка преимущественно связана с городским пляжем и судоходством. Глубина в районе отбора – 4,0 м. Донные отложения – ракушечник с песком.



Рис. 2.2. Карта-схема расположения станций отбора проб в акватории г. Севастополя

Чтобы сравнение методов было честным, нужно было выбрать контрастные локации. И они нашлись совсем рядом.

2.3. Методика проведения полевых работ и фиксации материала

Отбор проб на каждой станции проводился в один день в первой половине дня (10:00-12:00) для минимизации влияния суточной вертикальной миграции планктона. Погодные условия были спокойными (штиль, ясно). «Viber-1»: Проба отбиралась с пирса в поверхностном горизонте (0-1 м) ведром.

«Бобрёнок»: Устройство буксировалось параллельно береговой линии на расстоянии ~50 м от уреза воды в поверхностном слое (0-0,5 м).

Материал, задержанный на каждом из сит обоих устройств, аккуратно смывался в подготовленные пластиковые пробирки искусственной морской водой. Фиксация проводилась немедленно после отбора для прекращения активности организмов и сохранения структуры. В качестве фиксатора использовался 25% раствор глутарового альдегида (финальная концентрация в пробе 2,5%). Контейнеры маркировались и в течение 2 часов доставлялись в лабораторию, в холодильник.

2.4. Лабораторный анализ проб

Лаборатория ИнБЮМ. Тишина, нарушаемая лишь гулом вентиляции. На столе – мой верный «Микромед», световой микроскоп. Рядом – ряды пробирок с зафиксированными пробами, похожие на коллекцию артефактов.

Микроскопический анализ: Анализ проводился с помощью светового микроскопа «Микромед» (увеличение $\times 50$). Для каждой размерной фракции готовились препараты объёмом 200 мкл в часовом стёклышке. Подсчёт и идентификация проводились по общепринятым гидробиологическим методикам [2, 3].

Определение организмов: Организмы определялись до низших таксономических единиц (вид, род, семейство) по определителям [2, 3] и до морфотипа в случаях, когда точная видовая идентификация в фиксированном материале была затруднена. Под морфотипом понималась группа особей, объединённых устойчивым комплексом морфологических признаков.

Чет результатов: Для каждого образца фиксировались: а) список морфотипов/видов; б) размерная группа.

Систематизация: После многих часов у микроскопа у меня появились толстые таблицы: для каждой станции, для каждого метода, для каждой фракции был свой список морфотипов и их условное обилие. Это были сырые данные, которые теперь предстояло осмыслить.

РАЗДЕЛ 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

3.1. Количественные показатели улова по фракциям и методам

Анализ проб, отобранных на двух станциях с помощью устройств «Viber-1» и «Бобрёнок», позволил получить количественные данные по обилию планктонных организмов.

Метод «Viber» показал максимальное видовое богатство (28 и 32 морфотипа) именно в средней фракции (84-150 мкм) на обеих станциях. Это подтверждает его высокую эффективность для улавливания и сохранения организмов мелкого и среднего размерного класса.

Метод «Бобрёнок» дал значимые результаты, особенно в крупной фракции, где по числу морфотипов он незначительно превосходил «Viber-1» (15 против 12 на «Омеге»). Это согласуется с его принципом работы, позволяющим эффективно фильтровать большие объёмы воды и отлавливать более крупные и/или подвижные формы.

Анализ фильтрата из устройства «Viber-1» (<84 мкм) выявил присутствие 18-20 морфотипов, что указывает на значительную долю наннопланктона в сообществе, недоступную для учёта устройством «Бобрёнок» в данной конфигурации.

3.2. Качественный (видовой) состав планктона на станциях

Качественный анализ выявил чёткие различия в доминирующих группах планктона между станциями, что отражает их разную экологическую обстановку (Рис. 3,1).

На станции «Омега» (бухта Круглая) в сообществе абсолютно доминировали веслоногие ракообразные (Copepoda), в основном представители семейства Oithonidae. Это типичные обитатели эвтрофированных прибрежных вод, что согласуется с характеристикой бухты как акватории с ограниченным водообменом и рекреационной нагрузкой.

На станции «Победа» (открытый берег) в уловах обоих устройств преобладали панцирные жгутиконосцы (Dinophyta). Визионерским видом был *Ceratium tripos* – крупная динофлагеллята, характерная для вод с хорошим водообменом. Также в значительном количестве встречались диатомовые водоросли (Bacillariophyta), например, представители рода *Chaetoceros*.



веслоногий рачок – циклоп,
семейство *Oithonidae*

Омега



панцирный жгутиконосец *Ceratium*
tripos

Победа

Рис. 3.1. Микрофотографии доминирующих организмов со станции «Омега»: веслоногие рачки семейства *Oithonidae* (увел. X100) и со станции «Победа»: панцирный жгутиконосец *Ceratium tripos* (увел. x100)

3.3. Сравнение эффективности методов

Оба метода показали высокую эффективность. Точечный отбор лучше выявляет мелкие фракции, горизонтальный лов — более репрезентативен для больших объёмов воды.

3.4. Результаты имитационного моделирования

Для верификации экспериментальных данных было проведено имитационное моделирование, основанное на модели популяции, состоящей из 3 агентов, соответствующими реальным уловам. Моделирование подтвердило, что наблюдаемые различия в количестве морфотипов между методами не являются значимыми и лежат в пределах ожидаемой случайной вариабельности при повторных отборах одним и тем же методом.

Итоговый вывод по разделу: Оба метода – точечный отбор («Viber-1») и горизонтальный лов («Бобрёнок») – продемонстрировали высокую и сопоставимую эффективность в качественной оценке планктонного сообщества прибрежных вод Севастополя. Количественные различия носят предсказуемый характер и определяются принципиальными конструктивными особенностями устройств: «Viber-1» более эффективен для детального изучения мелких фракций, а «Бобрёнок» – для интегрального учёта на большей акватории.

РАЗДЕЛ 4 ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведённое исследование позволило не только сравнить два метода отбора, но и получить новые данные о структуре прибрежного планктона Севастополя. Полученные результаты требуют комплексного анализа с учётом особенностей методов, экологии станций и современных научных представлений.

4.1. Интерпретация количественных различий в уловах: влияние конструкции и методики

Наблюдаемые различия в количестве морфотипов по фракциям являются прямым следствием принципиальных конструктивных и методических особенностей устройств.

Превосходство «Viber-1» в средней фракции (84-150 мкм) закономерно. Устройство работает по принципу точечного отбора с малой скоростью потока, создаваемого лейкой. Это минимизирует механическое повреждение хрупких организмов, таких как колониальные микроводоросли и нежные рачки науплии, которые преимущественно населяют этот размерный класс. Полученные нами данные полностью согласуются с результатами первых апробаций «Viber-1», где также отмечалась его эффективность для сохранения мелких форм [1].

Сопоставимые или немного более высокие уловы «Бобрёнка» в крупной фракции (112-300 мкм) объясняются методикой горизонтального лова. За время буксировки устройство профильтровывает объем, превышающий объем, обработанный «Viber-1». Это статистически увеличивает вероятность поимки более крупных, подвижных и реже встречающихся организмов, таких как взрослые копеподы или крупные динофлагелляты. Данный вывод подтверждается недавней работой, специально посвящённой применению «Бобрёнка» [7].

4.2. Анализ качественного состава как отражение экологических условий станций

Резкое различие в доминирующих группах между станциями «Омега» и «Победа» (веслоногие рачки против панцирных жгутиконосцев) является ярким примером того, как планктон служит индикатором среды.

Станция «Омега» (доминирование Oithonidae). Представители рода *Oithona* являются классическими индикаторами эвтрофированных и защищённых прибрежных вод [2]. Их высокая численность в бухте Круглой, вероятно, связана с сочетанием факторов: 1) приток биогенов с берега (рекреационная нагрузка); 2) ограниченный водообмен, способствующий накоплению органики; 3) наличие микроградиентов, создающих ниши для этих мелких, но высокопродуктивных рачков. Их успех объясняется эффективной стратегией питания на мелких частицах и устойчивостью к колебаниям внешних условий.

Станция «Победа» (доминирование Ceratium tripos). Вид *C. tripos* – типичный представитель морского, более олиготрофного планктона с хорошим водообменом. Его присутствие и доминирование указывают на более тесную связь этой акватории с открытыми водами Чёрного моря. *Ceratium* spp. являются

мощными миксотрофами (способны и к фотосинтезу, и к потреблению мелких частиц), что даёт им преимущество в динамичных водах с переменным содержанием биогенов. Сходный комплекс видов отмечался в исследованиях планктона открытых районов Крыма [8].

4.3. Практические выводы и рекомендации для мониторинга

На основании проведённого анализа можно сформулировать конкретные рекомендации по применению методов в учебном и научном мониторинге:

Для комплексной оценки прибрежного планктона целесообразно совместное использование обоих устройств. «Viber-1» обеспечит детальную информацию о мелких фракциях и наннопланктоне, а «Бобрёнок» даст репрезентативную картину по макропланктону и общей биомассе на акватории.

Для решения специфичных задач выбор должен быть следующим:

«Viber-1»: Изучение структуры сообщества, оценка воздействия загрязнений на мелкие формы, совместный анализ планктона и микропластика [1], работы с ограниченными ресурсами (с пирса).

«Бобрёнок»: Оценка кормовой базы рыб (лов крупного зоопланктона), интегральный мониторинг состояния акватории, учебные работы, нацеленные на демонстрацию биоразнообразия.

Разработанный протокол (стандартизация времени, объёма, фиксации) доказал свою эффективность и может быть рекомендован как основа для школьных и студенческих исследований в рамках программ, подобных «Сириус.Лето».

4.4 Направления для будущих исследований

Данная работа открывает несколько перспективных направлений:

Сравнение эффективности с традиционными сетями Джеди/Апштейна для одних и тех же фракций.

Изучение сезонной динамики планктона с использованием обоих методов для выявления более тонких изменений в сообществе.

Модернизация устройств, например, оснащение «Бобрёнка» датчиком потока для точного учёта объёма или создание промежуточных фракций для более детального фракционирования.

Заключение по разделу: Таким образом, проведённое сравнение выявило не конкуренцию методов, а их взаимодополняемость. «Viber-1» и «Бобрёнок» представляют собой удачные примеры адаптации современных научных подходов (каскадной фильтрации) к задачам учебно-научного мониторинга. Их применение позволяет получать данные, сопоставимые с результатами профессиональных исследований [4, 5, 6], что значительно повышает ценность и образовательный потенциал школьных работ в области морской экологии.

ВЫВОДЫ

1. Оба метода фильтрации эффективны для изучения видового разнообразия планктона. точечный отбор («Viber-1»), и горизонтальный лов («Бобрёнок») – доказали свою высокую и сопоставимую эффективность для качественной оценки планктонных сообществ прибрежных вод Севастополя. Ни один из них не является «плохим» или «ошибочным».

2. Существенных различий в количестве выявленных морфотипов не обнаружено.

«Viber-1» значительно превосходит по способности выявлять разнообразие мелких и средних организмов (фракция 84-150 мкм) благодаря бережному, медленному процеживанию.

«Бобрёнок» показывает слегка лучшие результаты по крупным формам за счёт фильтрации большего объёма воды, что повышает вероятность поимки редких и подвижных видов.

3. Точечный отбор лучше подходит для анализа мелких фракций, горизонтальный лов — для сбора больших объёмов материала.

4. Рекомендуется комплексное использование обоих методов для получения полной картины биоразнообразия.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю благодарность моему научному руководителю, профессору Андрею Вадимовичу Кузнецову.

Отдельная благодарность Баздыреву Д.А. – автору идеи устройства «Viber» – за предоставленные материалы, консультации и живой пример того, как школьный проект может вырасти в серьёзный научный инструмент.

Благодарю коллектив ИнБЮМ и «Малой академии наук» за предоставленную возможность работать в настоящих лабораториях и на море, а также моих родителей за поддержку во всех начинаниях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баздырев Д.А. Исследование прибрежной акватории г. Севастополя с помощью набора сит с уменьшающимися размерами отверстий «Viber-1». 2021. – 45 с.
2. Вершинин А. Жизнь Чёрного моря. – М.: Наука, 2007. – 192 с.
3. Гладыш М. А., Челядина Н. С., Кузнецов А. В. Сообщество морского планктона как активная среда // Биосфера. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 83–107.
4. Козинцев А. Ф., Бобко Н. И., Лишаев В. Н., Кузнецов А. В., Аннинский Б. Е. Минеральный состав поверхностных пород и многообразие микропланктона пресных водоёмов в рекреационной зоне Севастополя // Экосистемы. – 2025. – № 41. – С. 166–179.
5. Мишкин И. А., Ахмеров Д. Н., Мишкина А. А., Богданович В. А., Кузнецов А. В. Горизонтальный лов микропланктона устройством последовательной фильтрации «Бобрёнок» // Актуальные вопросы биологической физики и химии. – 2025. – Т. 10, № 3. – С. 227–233.
6. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли планктона Чёрного моря. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 218 с.
7. Савицкий М. А., Кузнецов А. В. Фракционирование планктона с помощью последовательной фильтрации и построение пирамид биоразнообразия // Актуальные вопросы биологической физики и химии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 99–110.
8. Шеметова Д. В., Савицкий М. А., Рождественская И. А., Брагина А. А., Кузнецов А. В. Сравнительное исследование планктона на станциях Альбатрос и Форос в Крыму в январе 2024 и 2025 гг. (последствия разлива мазута в Керченском проливе) // Экосистемы: экология и динамика. – 2025. – № 1. – С. 114–122.