Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования городского округа Королёв Московской области «Центр Орбита»
Структурное подразделение «Детский технопарк «Кванториум»

Кейс: оценка экологического состояния воды пресного водоема

Авторы: Махмутова Ольга Ринатовна, педагог дополнительного образования

Оглезнева Александра Михайловна, методист

Королев, Московская область, 2026

Примеры исследовательских работ

Кейс 1. Комплексный анализ качества воды в выбранном природном водном объекте для оценки его экологического состояния вблизи антропогенной нагрузки.
Исследовательский вопрос: Влияют ли общественные места вблизи водоема на его экологическое состояние. Может ли пляж создавать антропогенную нагрузку на водоем и насколько сильную? Как предотвратить влияние человека на водоем, но не лишая возможности для отдыха.
Суть: Необходимо выбрать несколько точек сбора проб воды: вблизи антропогенной нагрузки и вдали от нее на равном расстоянии. Вода в центре озера или вдали от источника загрязнения может быть контрольной пробой. Проведя исследование, необходимо построить зависимости показателей от расстояния от точки предполагаемого антропогенного воздействия. При наличии этой зависимости необходимо предположить варианты снижения антропогенной нагрузки.
Комментарий: в качестве предполагаемого источника антропогенной нагрузки может быть любой источник загрязнения: железная дорога вблизи, автомойка, причал, порт, АЗС, завод и т.д.

Примеры исследовательских работ

Кейс 2. Межсезонная оценка состояния водного объекта
Исследовательский вопрос: Меняется ли химический и/или микробиологический состав воды в водоеме? От каких факторов зависит изменение.
Суть. Отбор проб производится в разное время раз в месяц, но в одних и тех же точках сбора. После исследования данные необходимо сравнить и проанализировать. Важно собирать пробы воды в одних и тех же точках! Учитывайте, что в зимний период доступ к точкам, должен сохранится. При сборе проб необходимо фиксировать параметры окружающей среды, которые могут повлиять на результаты (например, наличие осадков или жара).

Сбор: Для сбора и хранения проб воды необходимо подготовить чистую тару из ПЭТ, либо из стекло. При сборе образцов воды используйте перчатки и водостойкий маркер для подписи образцов.
Перед сборов воды необходимо ополоснуть тару водой из водоема 2-3 раза. Сбор воды проводится на глубине 0,3-0,5 м. Воду необходимо собирать с минимальным количество воздуха, без пузырей. После сбора герметично закрыть.
Для микробиологического анализа, тару промывать не нужно.

Хранение: для химического анализа воду можно хранит 24 часа при температуре 2-5 градусов. Для микробиологического анализа воду необходимо проанализировать сразу, хранение менее 6 часов при температуре 2-8 градусов.

Маркировка проб: Каждую тару необходимо промаркировать: дата, время, номер точки сбора.

Источники: ГОСТ Р 59024-2020
ГОСТ 31942-2012 (ISO 19458:2006)

Практическая часть. Органолептический анализ воды

Определение запаха

1.В колбу налить 2/3 пробы, закрыть пробкой, встряхнуть.
2.Открыть, оценить интенсивность (0–5 баллов) и характер (землистый, хлорный, сероводородный и др.) при 20 °C.
3.При слабом проявлении нагреть до 60 °C на водяной бане, повторить оценку.
Норматив: ≤2 баллов

Определение привкуса (если вода природная, а не техническая)

1. Набрать ~15 мл воды в рот (не глотать), распределить по ротовой полости 3–5 с.
2. Оценить характер (солёный, горький, металлический и др.) и интенсивность (0–5 баллов).

Норматив: ≤2 баллов.

интенсивность запаха, балл	*характеристика*	*появление запаха*
0	никакого запаха	отсутствие ощутимого запаха
I	очень слабый	запах, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый специалистом
II	слабый	запах, обнаруживаемый потребителем, если обратить на это внимание
III	заметный	запах, легко обнаруживаемый, может быть причиной того, что вода неприятна для питья
IV	отчетливый	запах, обращающий на себя внимание; может заставить воздержаться от питья
V	очень сильный	запах, настолько сильный, что делает воду непригодной для питья

Рис.1. Пример шкалы для определения запаха

Источники: ГОСТ Р 57164-2016, СанПиН 1.2.3685-21

Практическая часть. Органолептический анализ воды

Определение цветности

1. В цилиндр/пробирку налить воду до отметки 10 см.
2. Рассматривать сверху на белом фоне при дневном свете.
3. Сравнить с шкалой цветности либо зафиксировать описание (слабо-жёлтая, бурая и т. п.).

Определение мутности

1. В цилиндр/пробирку налить воду до 10 см.
2. Рассматривать сверху на тёмном фоне при боковом освещении.
3. Оценить по шкале (прозрачная, слабоопалесцирующая, мутная), либо в ЕМФ (по формазину) инструментально.

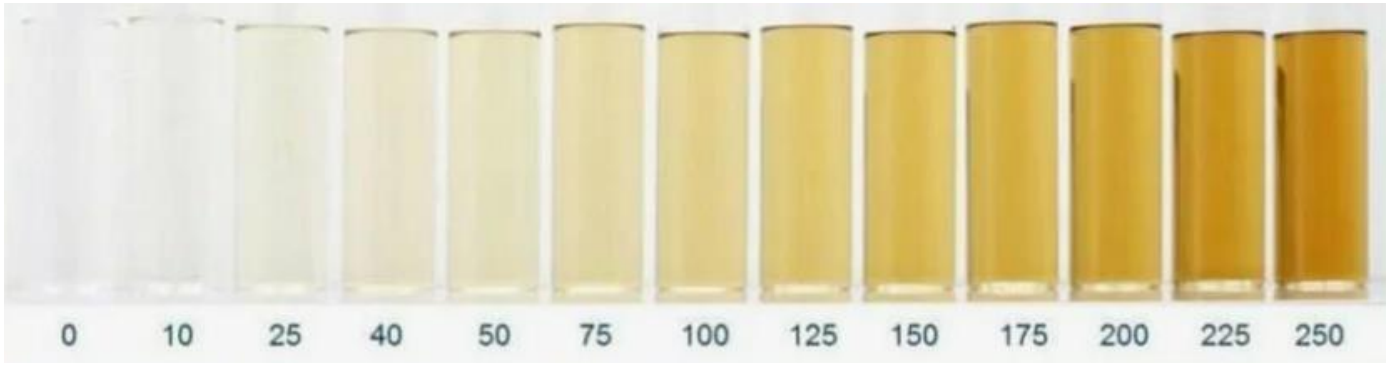

Рис.2. Шкала цветности по ГОСТ 31868-2012

Прозрачность	*Единица измерения*
Прозрачная	Более 30
Маломутная	Более 25 до 30
Средней мутности	Более 20 до 25
Мутная	Более 10 до 20
Очень мутная	Менее 10

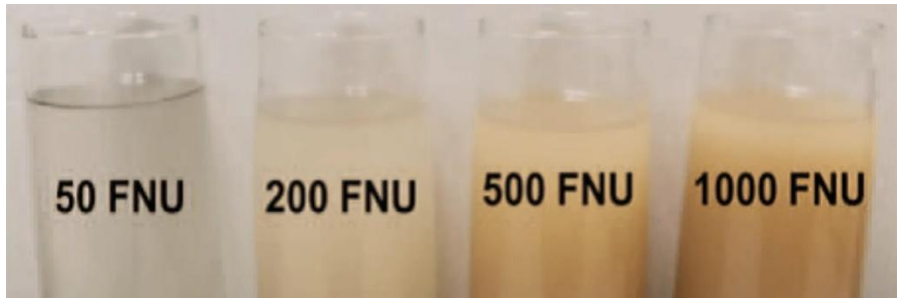

Рис. 3. Примеры шкалы для оценки мутности

Источники: ГОСТ Р 57164-2016, СанПиН 1.2.3685-21

Практическая часть. Химический анализ воды

1. Подготовка пробы

1.Пробу природной воды (500 мл) тщательно перемешать.
2.Если вода мутная — отфильтровать через бумажный фильтр.
3.Измерить pH индикаторной бумагой; зафиксировать значение.
4.Разделить пробу на порции по 5–10 мл в отдельные пробирки для каждого определения.
5.В случае маленькой (предполагаемой) концентрации пробу можно предположительно выпарить.

2. Определение катионов меди

Данный анализ основан на реакции меди с аммиаком:

1. В пробирку налить 5 мл исследуемой воды.
2. Добавить 3–5 капель концентрированного аммиака.
3. Появление **сине-голубого окрашивания** или осадка, растворяющегося в избытке аммиака с образованием **глубоко-синего раствора означает наличие катионов меди**

3. Определение катионов железа (3+)

1. В пробирку налить 5 мл воды.
2. Добавить 2–3 капли HCl (1:3) для создания кислой среды. Значение pH раствора можно проверить универсальной индикаторной бумагой.
3. Добавить 3–5 капель 10% раствора KSCN (роданид калия).

4. Появление кроваво-красного или розового окрашивания означает присутствие в воде железа 3+

Практическая часть. Химический анализ воды

4. Определение катионов свинца

Данный анализ основан на реакции с иодидом калия

1. В пробирку налить 5 мл воды.
2. Добавить 3–5 капель 10% KI.
3. Образование **жёлтого осадка** означает наличие ионов свинца

5. Определение катионов бария

Данный анализ основан на реакции с серной кислотой

1. В пробирку налить 5 мл воды.
2. Добавить 3–5 капель разбавленной H_2SO_4 (1:4).
3. Образование **белого мелкокристаллического осадка,** который не растворяется при добавлении кислоты, означает присутствие бария.

6. Определение анионов хлорида

Данный анализ основан на реакции с нитратом серебра

1. В пробирку налить 5 мл воды.
2. Добавить 2–3 капли азотной кислоты для создания кислой среды и удаления мешающих ионов.
3. Добавить 3–5 капель 2% $AgNO_3$
4. Образование **белого творожистого осадка**, растворимого в аммиаке, но нерастворимого в HNO_3 — хлориды присутствуют.

Практическая часть. Химический анализ воды

7.Определение сульфатов

Данный анализ основан на реакции с нитратом бария

1. В пробирку налить 5 мл воды.
2. Добавить 2–3 капли HCl (1:3).
3. Добавить 3–5 капель 5% Ba(NO3)2.
4. Образование **белого мелкокристаллического осадка** , нерастворимого в HCl — сульфаты присутствуют.

8.Определение наличия нитратов

Данный анализ основан на ферросульфатном методе

1. На дно сухой пробирки поместить несколько кристаллов FeSO4.
2. Аккуратно по стенке прилить 1 мл концентрированной H2SO4 (чтобы образовался нижний слой).
3. По стенке добавить 1–2 мл исследуемого раствора.
4. При наличии нитратов на границе жидкостей появляется **коричневое (бурое) кольцо.**

Практическая часть. Микробиологический анализ воды

Сущность метода мембранных фильтров заключается в фильтровании определённых объёмов исследуемой жидкости (или твёрдого вещества, разведённого в воде) через мембранные фильтры, на которых задерживаются бактерии. Подсчитывают выросшие на фильтре колонии бактерий и проводят перерасчёт на 1 л, 1 кг или 1 г в зависимости от исследуемого материала.

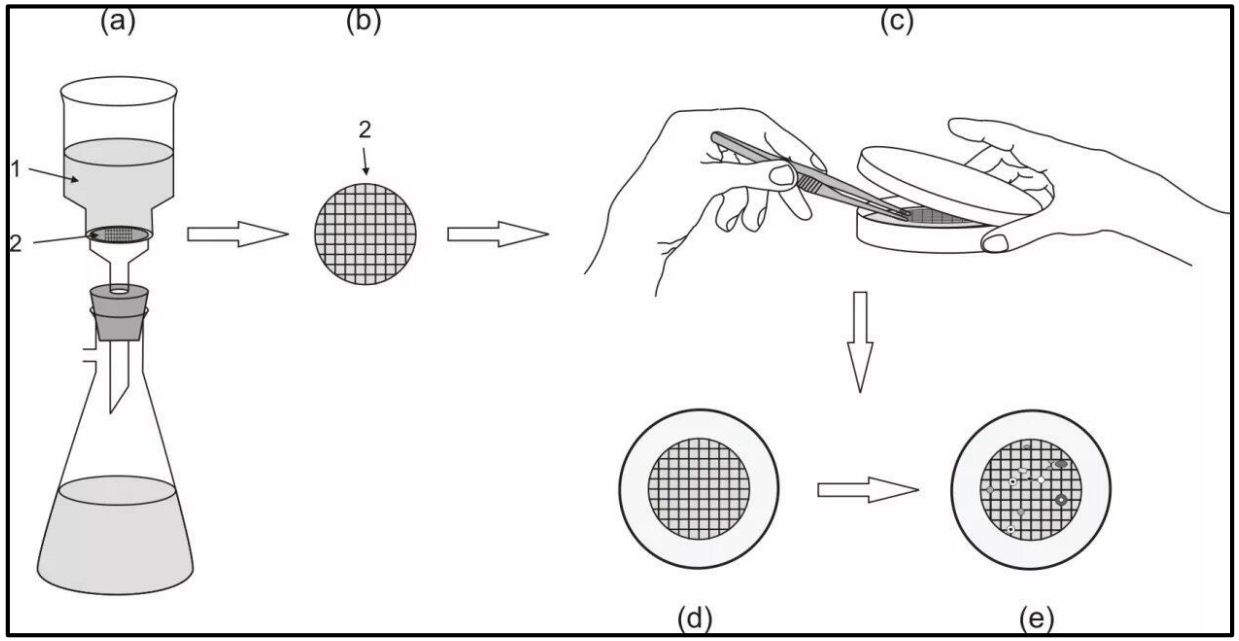

Рис.4. Схема методы мембранной фильтрации

1.Фильтрация пробы: вода из воронки (1) проходит через мембранный фильтр (2) в приёмную колбу (этап a).
2.Мембрана с задержанными бактериями извлекается (этапы b).
3.Фильтр помещается на питательную среду Эндо в чашку Петри (этап c).
4.Инкубация: рост микроорганизмов на мембране (этап d) при температуре 37 °C

Вместо питательной среды Эндо (для выявления грамотрицательных бактерий – кишечная палочка), можно использовать универсальный мясо-пептонный агар.

Источники: Стандарт ISO 6222:1999 (качество воды — подсчет культивируемых микроорганизмов).
МУК 4.2.1884-04 (санитарно-микробиологический анализ воды).

Практическая часть. Биотестирование воды

Биотестирование воды — это метод оценки качества и токсичности воды с помощью живых организмов (тест-объектов), которые реагируют на наличие вредных веществ.
Суть метода: Фитотоксичность воды оценивают по степени угнетения ключевых процессов: всхожести семян, энергии прорастания (количества проросших семян за первые трое суток), дружности прорастания, а также по морфологическим изменениям проростков (длине и массе корней и побегов). Чем сильнее загрязнители подавляют эти показатели, тем выше токсичность воды.

Тест-культуры:

- кресс-салат (Lepidium sativum) — очень чувствителен к тяжёлым металлам;
- горох (Pisum sativum) — особенно полезен для выявления солей кадмия и свинца
- пшеница (Triticum aestivum);

Для повышения достоверности рекомендуется проводить не менее трёх тестов с разными видами семян. Важно параллельно проводить опыт с контрольным образцов (водой из центра озера или дистиллированной водой).

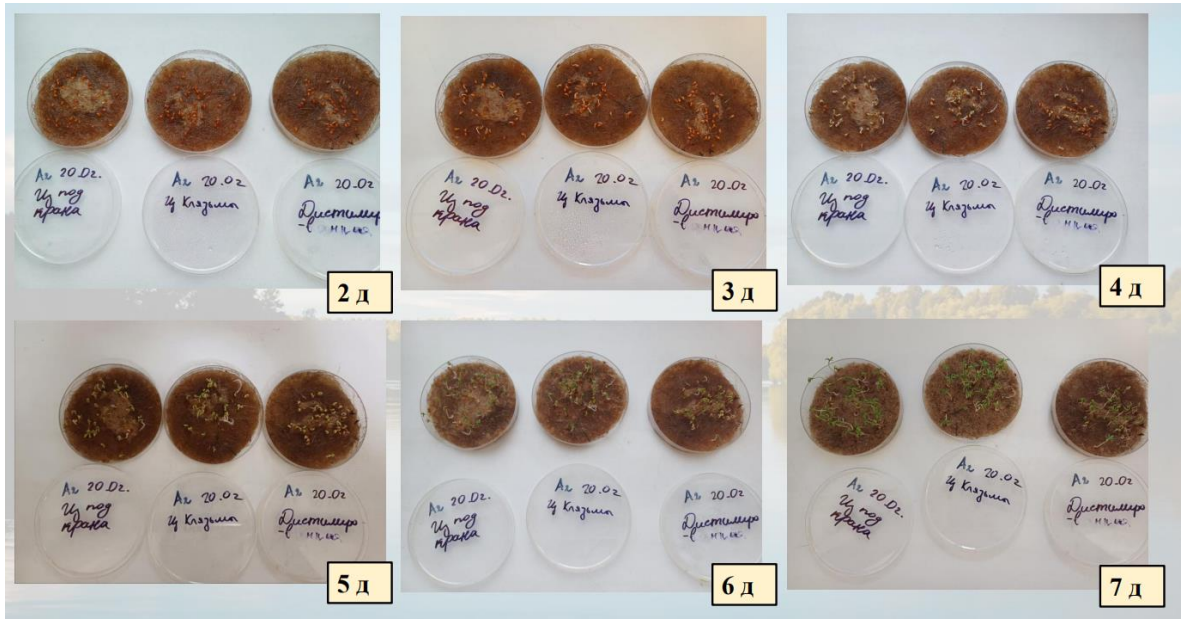

Рис 5. Пример фиксации результатов

Источник: Экологический мониторинг» под редакцией Ашихминой Т.Я., 2005.

Практическая часть. Биотестирование воды

Критерии оценки

- Всхожесть семян, % (доля проросших семян от общего числа в пробе).
- Энергия прорастания, % (доля проросших семян за фиксированный срок, например 24–48 ч).
- Длина корешка (среднее значение, мм) — основной маркер токсического угнетения.
- Длина побега (среднее значение, мм).
- Индекс токсичности $J = \frac{B_k - B_o}{B_k}$, где B_k – всхожесть в контроле, B_o – всхожесть в опыте.

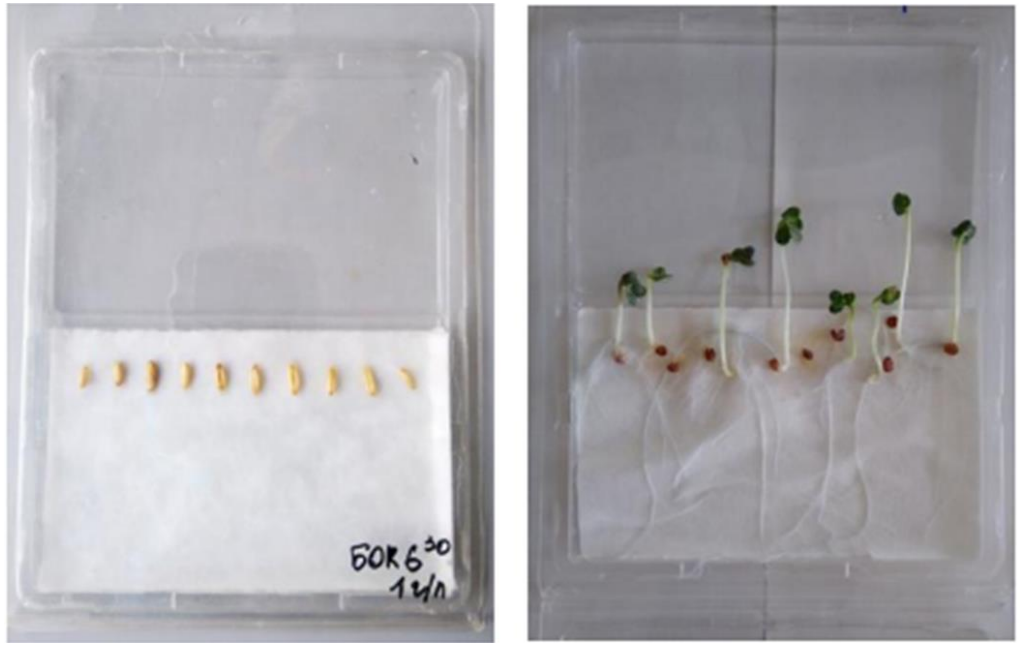

Рис.8. Пример фитотестирования воды



Рис. 7. Пример оформления результатов

Источник: Тишин А.С. Методы и способы фитотестирования почв: обзор / А.С. Тишин, Ю.Р. Тишина // Международный научно-исследовательский журнал. — 2021. — №11 (113).