



Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием
«Водные ресурсы в условиях глобальных вызовов:
экологические проблемы, управление, мониторинг»



20–22 сентября 2023, г. Ростов-на-Дону

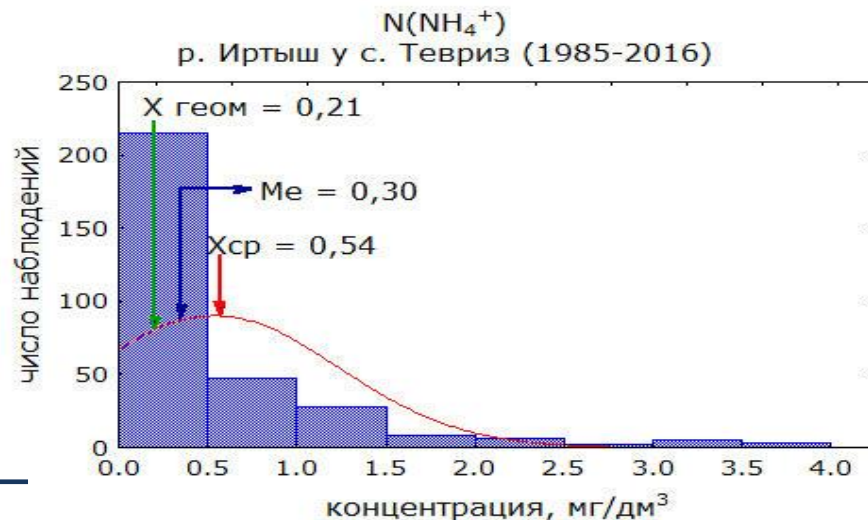
ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ В ОЦЕНКЕ СТАЦИОНАРНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Даниленко А.О., Косменко Л.С. , Кондакова М.Ю. , Решетняк О.С.
ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону
E-mail: a.danilenko@gidrohim.mecom.ru

О множественности подходов к установлению естественных концентраций



- ▶ Средневзвешенное по водности периодов осреднения
 - ▶ 10-й процентиль
 - ▶ 25-й процентиль
 - ▶ 75-й процентиль
 - ▶ 90-й процентиль
- В зависимости от интенсивности хозяйственного освоения водного объекта
- ▶ **Среднее арифметическое**
 - ▶ **Среднее геометрическое**
 - ▶ **Медиана**



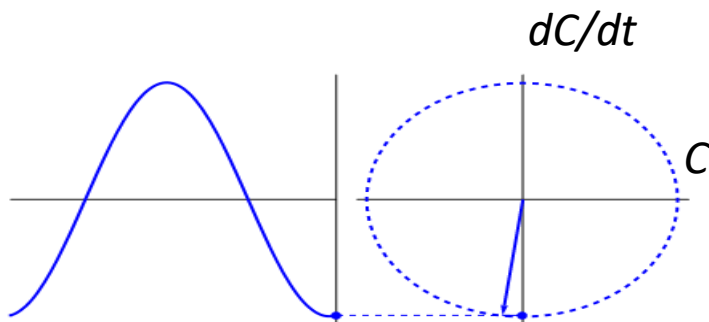


Параметры состояния. Стационарное состояние

Водные объекты характеризуются большим количеством параметров состояния (температура, концентрации химических веществ и др.).
Достижение водным объектом стационарного состояния должно сопровождаться неизменностью этих параметров в течение некоторого отрезка времени

Постоянство концентраций растворенных веществ в каждый момент времени невозможно, однако средние значения за сравнительно большой промежуток времени могут оставаться неизменными, что достигается взаимной компенсацией поступления, удаления и превращения веществ (и энергии)

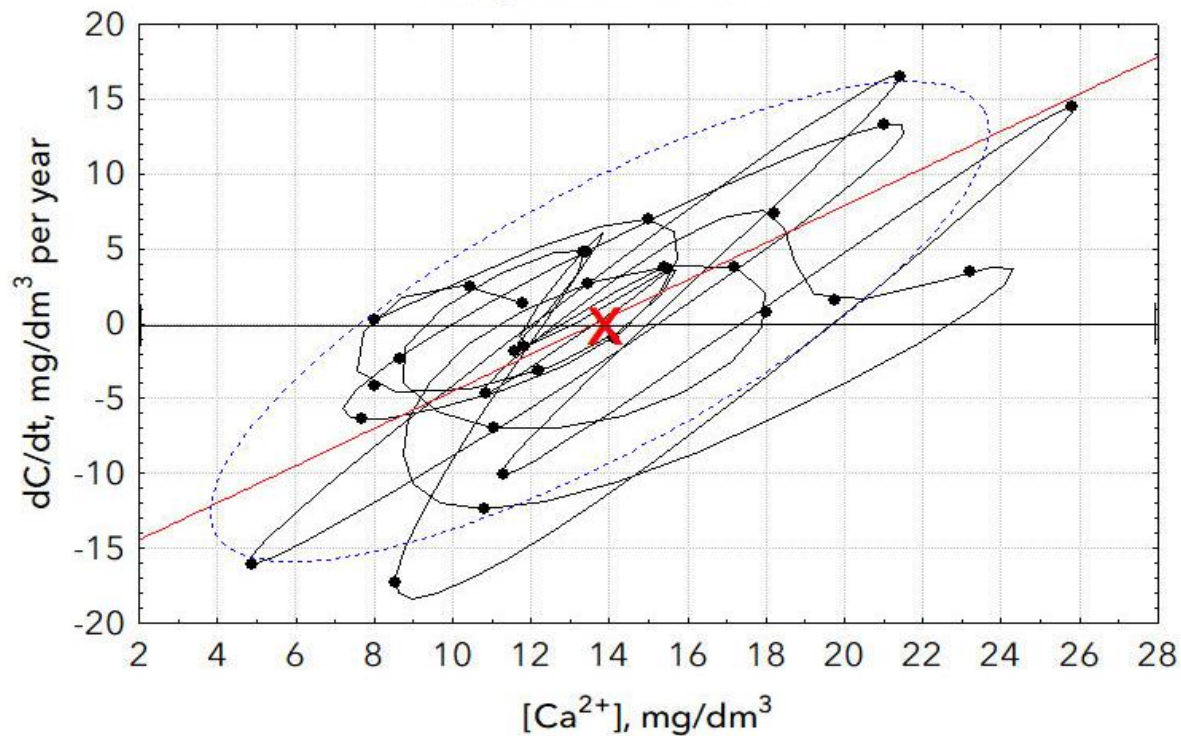
Динамический фазовый портрет



ДФП – это диаграмма с областью, ограниченной осями концентрации растворенного вещества (ось абсцисс) и скорости её изменения (ось ординат).

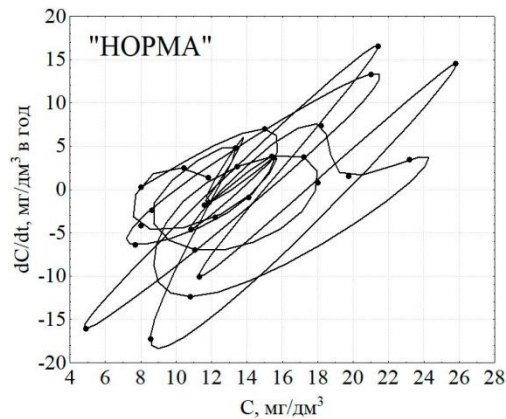
В плоскости ДФП («фазовом пространстве») движется так называемая «изображающая точка» с координатами $(C; dC/dt)$, описывая многоцикловую траекторию («фазовую траекторию») вокруг опорного значения. Совокупность фазовых траекторий является «фазовым портретом системы».

Пример ДФП участка р. Золотица у д. Верхняя Золотица по концентрации кальция

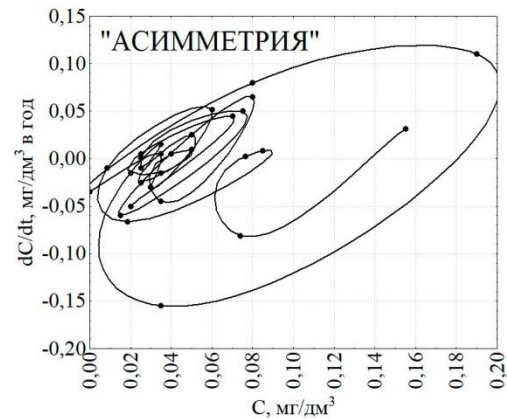




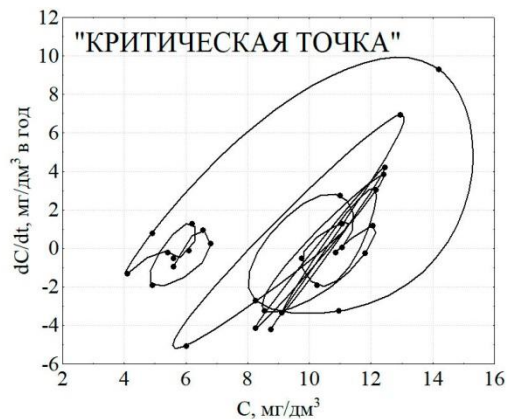
Типы динамических фазовых портретов



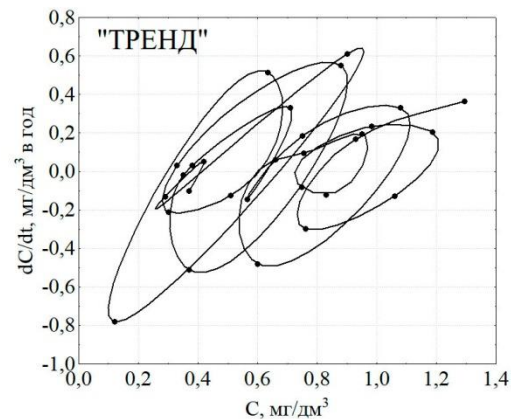
р. Золотица, д. Золотица (кальций)



р. Тосна, п. Усть-Тосно (азот аммонийный)



р. Ледь, д. Зеленинская (магний)

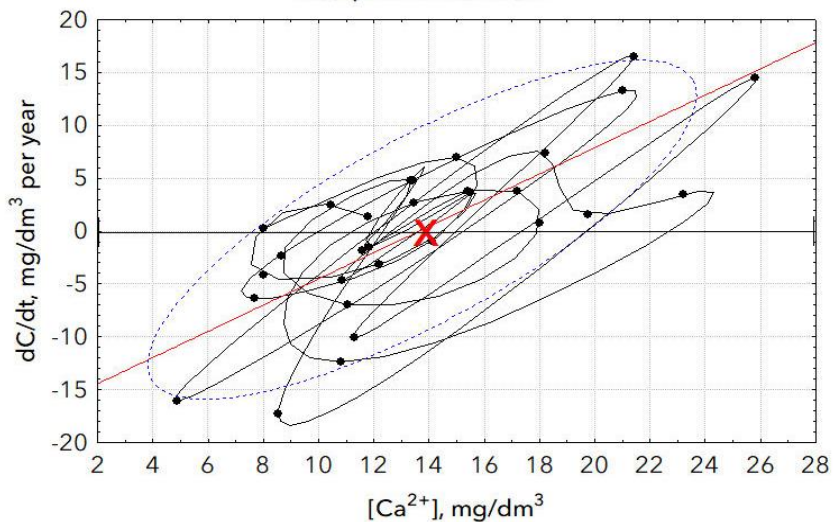
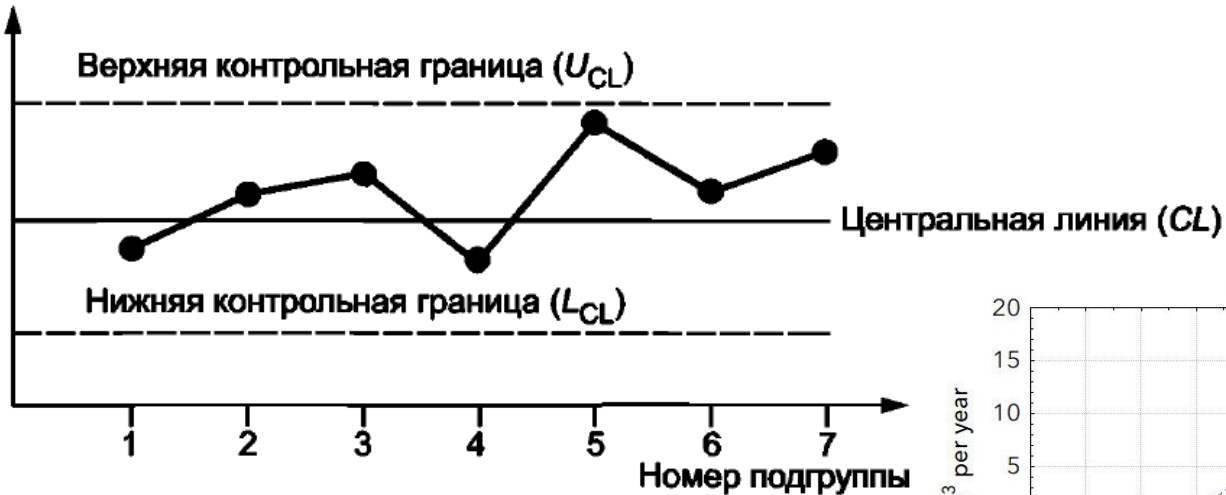


р. Вирма, с. Ловозеро (соед. железа общ.)

Контрольные карты Шухарта



Контролируемый
показатель



Сходства ДФП и КК

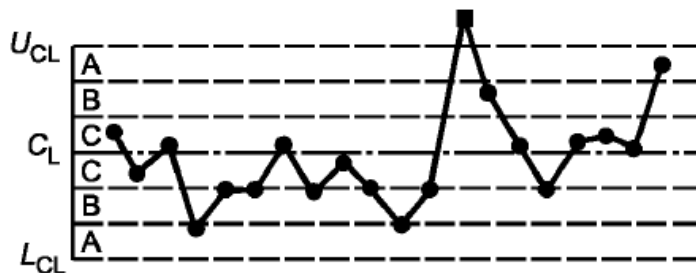


1. Необходимы данные, получаемые выборочно через приблизительно равные интервалы.
2. При построении контрольных карт объем подгрупп часто составляет 4-5 единиц. Подгруппы должны иметь одинаковую структуру и объем (обычно 25 подгрупп объема 4 или 5 единиц). Годовая медианная концентрация вычисляется не менее, чем по 4-5 наблюдениям в году, которые получены по единой схеме внутригодовых отборов, а длительность временного ряда желательно иметь не менее 15-20 лет ретроспективных наблюдений.
3. КК изучают статистическую стабильность процесса. Межгодовые колебания концентрации того или иного вещества также отражают процесс, при этом статистически стабильным он будет при условии стационарности состояния водного объекта

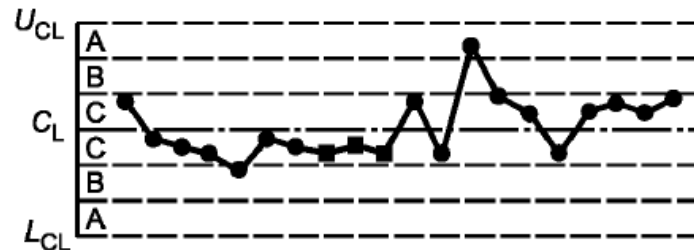
Отличия ДФП и КК

1. Опорное значение контрольной характеристики КК - среднее арифметическое, медиана или задается извне. В ДФП таким опорным значением является концентрация, вычисленная по уравнению линейной регрессии $dC/dt=aC+b$, при условии, что $dC/dt=0$.
 2. Выбор коэффициентов при установлении контрольных границ отличается:
 - в КК (экономическая выгода): $\pm 1\sigma$, $\pm 2\sigma$ и $\pm 3\sigma$
 - в ДФП (вероятности): $\pm 1,96\sigma$, $\pm 2,6\sigma$, $\pm 3,09\sigma$.
 3. Последовательность работы с КК скользящих размахов и индивидуальных значений предполагает на первом этапе анализировать карту изменчивости, и только если она не соответствует ни одному из диагностических критериев переходить к анализу карты положений. При работе с ДФП такой анализ происходит одновременно
-

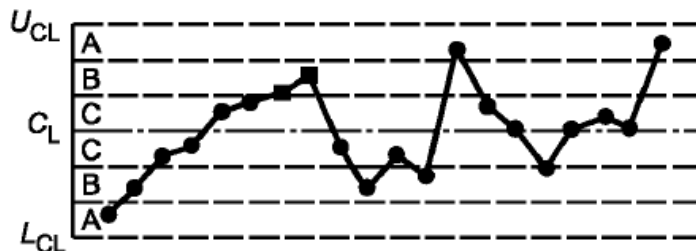
Критерии КК для выявления типовых структур точек



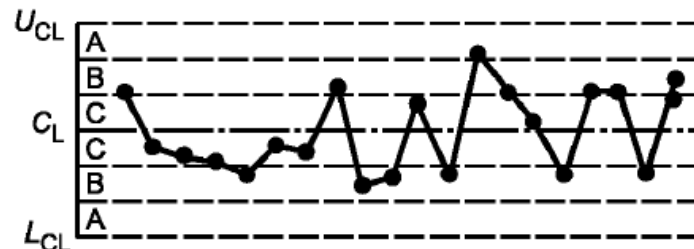
Критерий 1: Одна точка вне зоны А
(вне контрольных границ)



Критерий 2: Семь или более последовательных точек
расположены по одну сторону от центральной линии



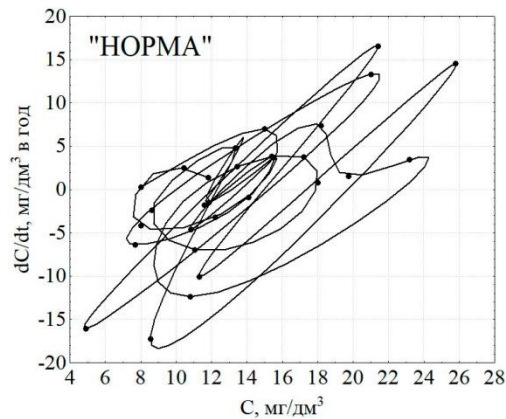
Критерий 3: Тренд — семь последовательно
возрастающих или убывающих точек



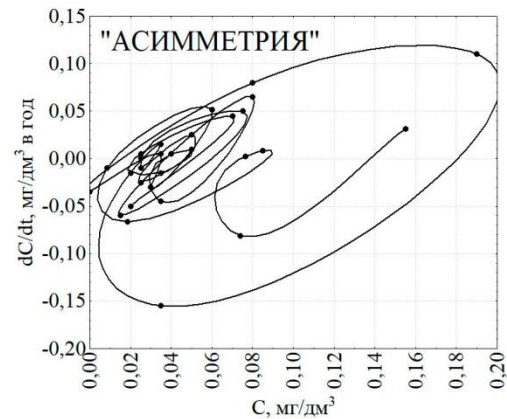
Критерий 4: Участок с явно неслучайным
изменением значений



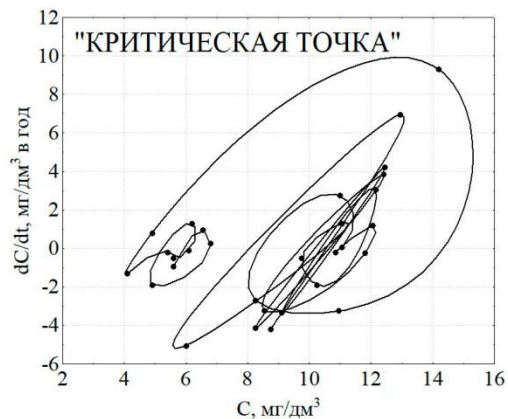
Типы динамических фазовых портретов



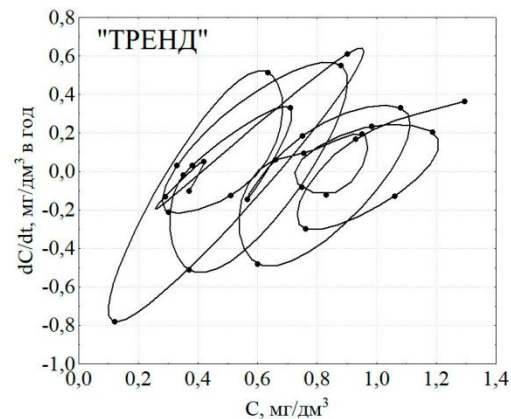
р. Золотица, д. Золотица (кальций)



р. Тосна, п. Усть-Тосно (азот аммонийный)

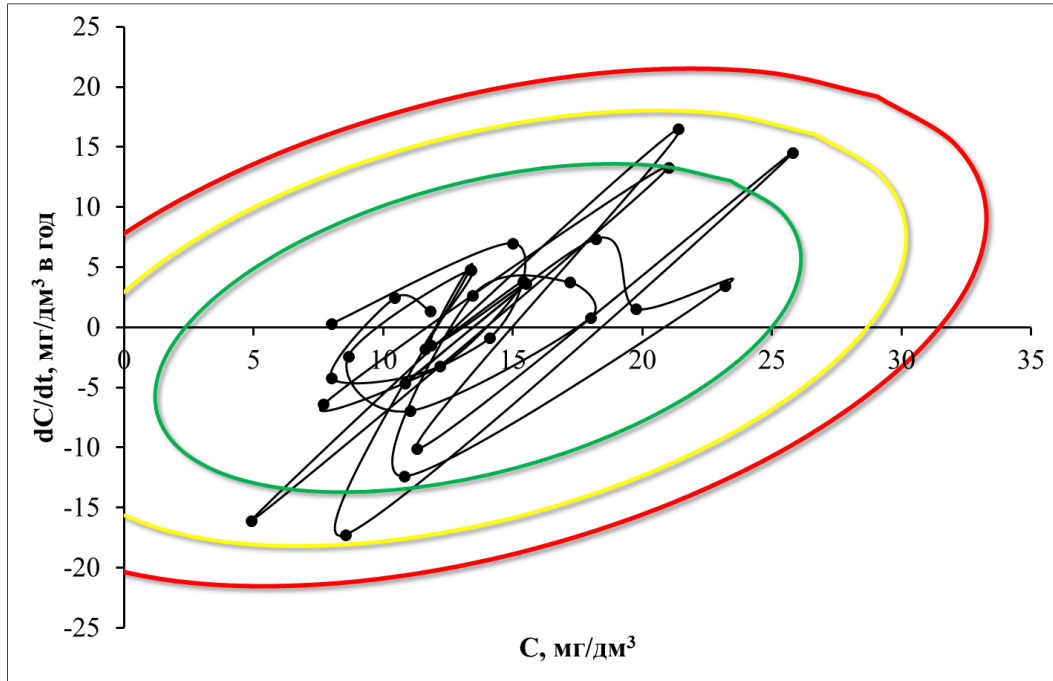


р. Ледь, д. Зеленинская (магний)



р. Вирма, с. Ловозеро (соед. железа общ.)

Результаты применения критериев контрольных карт при анализе ДФП



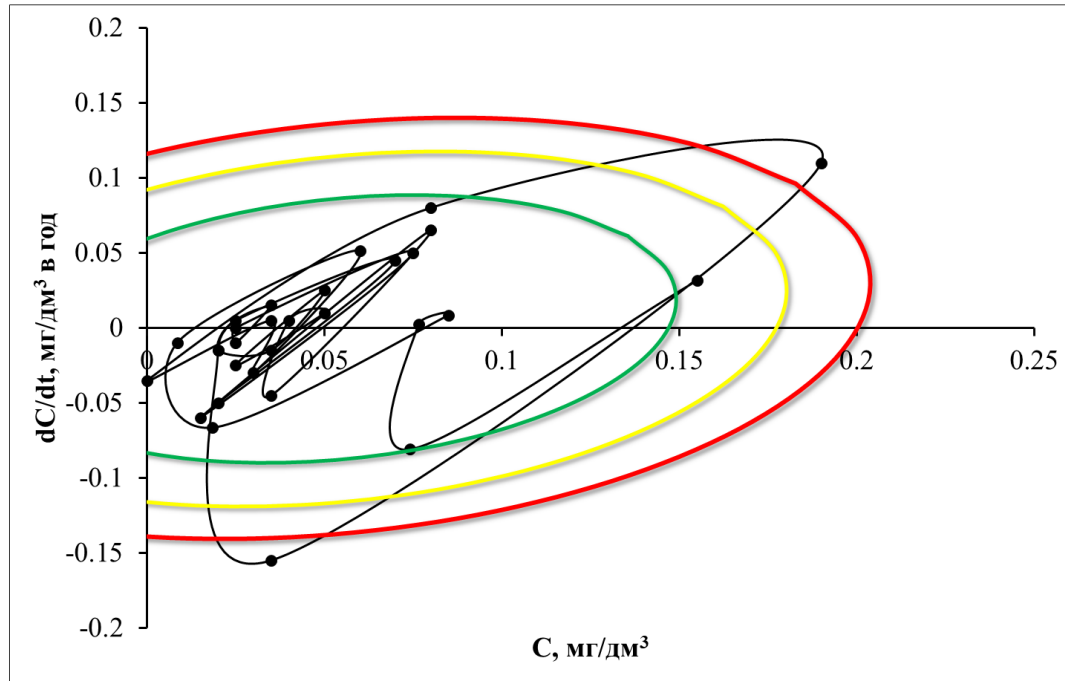
Водный объект:
Участок р.Золотица у д. В.
Золотица

Параметр: Кальций

Тип ДФП: «норма»

Критерий 1	Стационарное	Одна точка расположена выше верхней зоны А или ниже нижней зоны А
Критерий 2	Стационарное	Семь или более последовательных точек расположены по одну сторону от центральной линии
Критерий 3	Стационарное	Тренд — семь последовательно возрастающих или убывающих точек

Результаты применения критериев контрольных карт при анализе ДФП



Водный объект:
Участок р.Тосна у с. Усть-Тосно

Параметр: азот
аммонийный

Тип ДФП: «асимметрия»

Критерий 1

Нестационарное

Одна точка расположена выше верхней зоны А или ниже нижней зоны А

Критерий 2

Стационарное

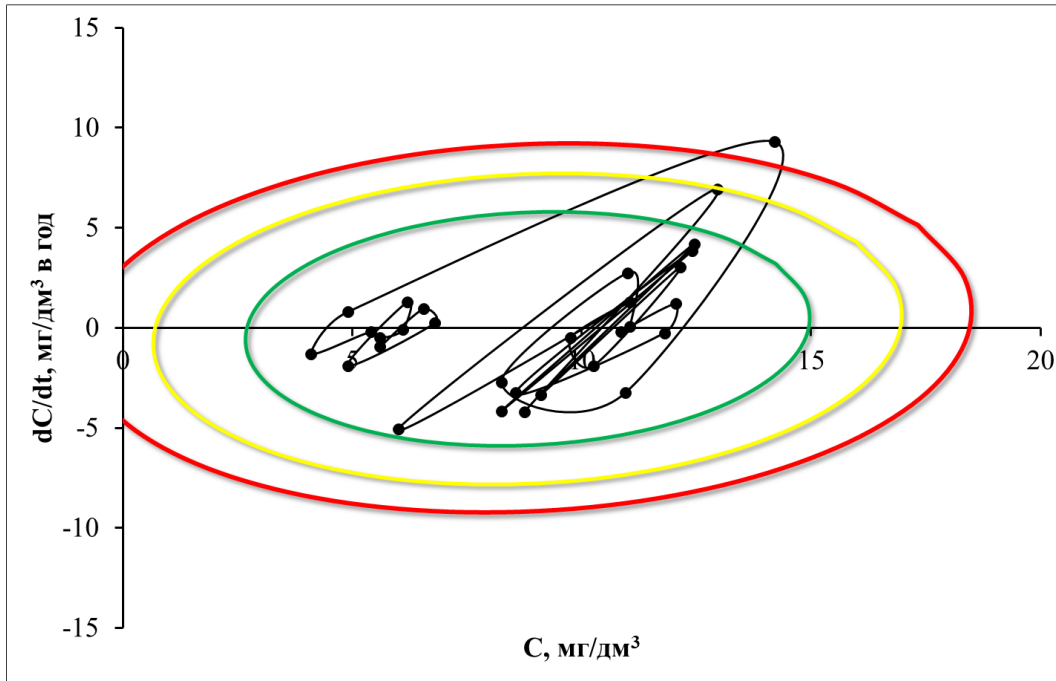
Семь или более последовательных точек расположены по одну сторону от центральной линии

Критерий 3

Стационарное

Тренд — семь последовательно возрастающих или убывающих точек

Результаты применения критериев контрольных карт при анализе ДФП



Водный объект:
Участок р. Ледь у д.
Зеленинская

Параметр: магний

Тип ДФП: «критическая
точка»

Критерий 1

Нестационарное

Одна точка расположена выше верхней зоны А или ниже нижней зоны А

Критерий 2

Нестационарное

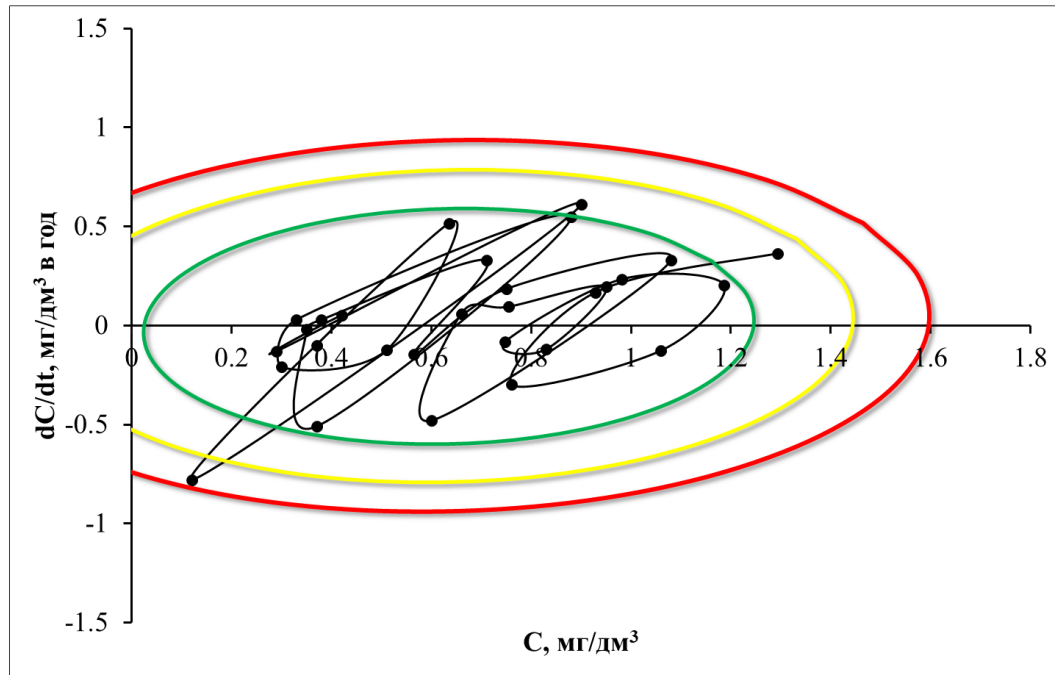
Семь или более последовательных точек расположены по одну сторону от центральной линии

Критерий 3

Стационарное

Тренд — семь последовательно возрастающих или убывающих точек

Результаты применения критериев контрольных карт при анализе ДФП



Водный объект:
Участок р.Вирма у с.
Ловозеро

Параметр: Соединения
железа общ.

Тип ДФП: «тренд»

Критерий 1	Стационарное	Одна точка расположена выше верхней зоны А или ниже нижней зоны А
Критерий 2	Нестационарное	Семь или более последовательных точек расположены по одну сторону от центральной линии
Критерий 3	Стационарное	Тренд — семь последовательно возрастающих или убывающих точек

Выводы



1. Устанавливать естественные концентрации растворенных веществ по ретроспективным наблюдениям целесообразно для водных объектов, состояние которых стационарно.
2. Для оценки стационарности состояния водного объекта по отдельному параметру предлагается использование такого инструмента визуализации, как динамический фазовый портрет. Однако многообразие формДФП затрудняет их применение.
3. ДФП является своеобразной двумерной контрольной картой, и для его анализа подходят критерии выявления типовых структур точек, которые свидетельствуют о неслучайных причинах изменчивости концентраций веществ



Всероссийская научно-практическая конференция
с международным участием
«Водные ресурсы в условиях глобальных вызовов:
экологические проблемы, управление, мониторинг»



20–22 сентября 2023, г. Ростов-на-Дону

ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ В ОЦЕНКЕ СТАЦИОНАРНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Даниленко А.О., Косменко Л.С. , Кондакова М.Ю. , Решетняк О.С.
ФГБУ «Гидрохимический институт», г. Ростов-на-Дону
E-mail: a.danilenko@gidrohim.mecom.ru