

**УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ  
ОПРЕДЕЛЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ПРОТЯЖЕННЫЕ ВОДОЕМЫ (НА  
ПРИМЕРЕ ПАВЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)**

**Хафизов А.Р., Камалетдинова Л.А., Низамова Р.А.,  
Гайсин И.З.**

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования  
и охраны водных ресурсов», Башкирский филиал, г. Уфа, Россия  
e-mail: lili-xa@yandex.ru

**Ключевые слова:** водохранилище, химический состав воды, концентрация химических веществ, химические нагрузки, створы, протяженные водоемы, акватория, водосборная площадь.

*Проанализирована современная тенденция изменения концентрации химических веществ по длине Павловского водохранилища. На основе результатов исследования разработана методика учета изменения концентрации химических веществ при определении химических нагрузок на протяженные водоемы.*

**ACCOUNTING OF THE CHEMICAL SUBSTANCES CONCENTRATION  
CHANGES IN DETERMINATION OF CHEMICAL LOADS UPON LENGTHY WATER  
BODIES (THE PAVLOVSK RESERVOIR AS A STUDY CASE)**

**Khafizov A.R., Kamaletdinova L.A., Nizamova R.A., Gaysin I.Z.**

Federal State Budget Institution «Russian Research Institute for Integrated Water  
Management and Protection», Bashkir Branch, Ufa, Russia  
e-mail: lili-xa@yandex.ru

**Keywords:** reservoir, chemical composition of water, concentration of chemicals, chemical loads, sections, extended reservoirs, water area, catchment area.

*The current tendency of changes in the concentration of chemicals along the length of the Pavlovsk reservoir is analyzed. Based on the results of the study, a methodology has been developed for taking into account changes in the concentration of chemicals when determining chemical loads on extended water bodies.*

Современная ситуация на водных объектах характеризуется возрастающей антропогенной нагрузкой. Сочетание множества факторов: активная деятельность человека, климатические изменения, усиление рекреационной нагрузки, природные факторы и т.д. – приводят к увеличению химических нагрузок на водоемы. Остро встает вопрос контроля за качеством воды. Одним из факторов, позволяющих отследить химическую нагрузку на водоемы, является учет изменения концентрации химических веществ по длине водоема, что позволит определять возможные источники загрязнений.

Работы, проведенные в 2018–2020 гг. Башкирским филиалом РосНИИВХ, позволяют разработать методику определения концентрации химических веществ на протяженных водоемах на примере Павловского водохранилища.

Цель работы – установление связи изменения концентрации химических веществ по длине протяженного водоема с целью разработки методики определения возможных источников химических нагрузок.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

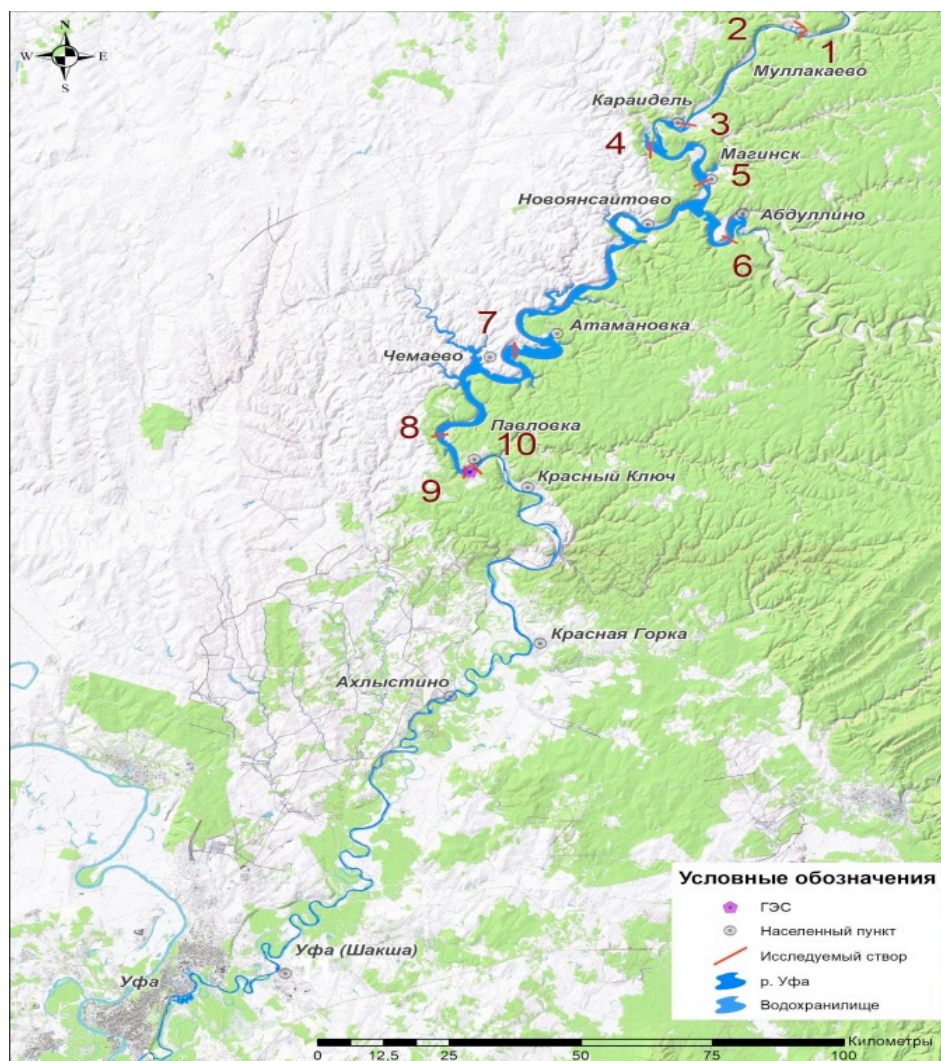
- проанализированы имеющиеся фондовые материалы по ранее проведенным исследованиям химического состава воды;

- определены створы для забора воды;
- проведены полевые и лабораторные исследования химического состава воды в весенний и осенний периоды (до паводков), в летнюю межень;
- построены графики изменения концентрации химических показателей в воде по длине водного объекта;
- проанализированы и сформулированы выводы о возможных путях поступления химических веществ в водный объект.

Проанализированы предыдущие исследования качества воды Павловского водохранилища, а также установлены за многолетний период притоки и сбросы воды водохранилища [1, 2].

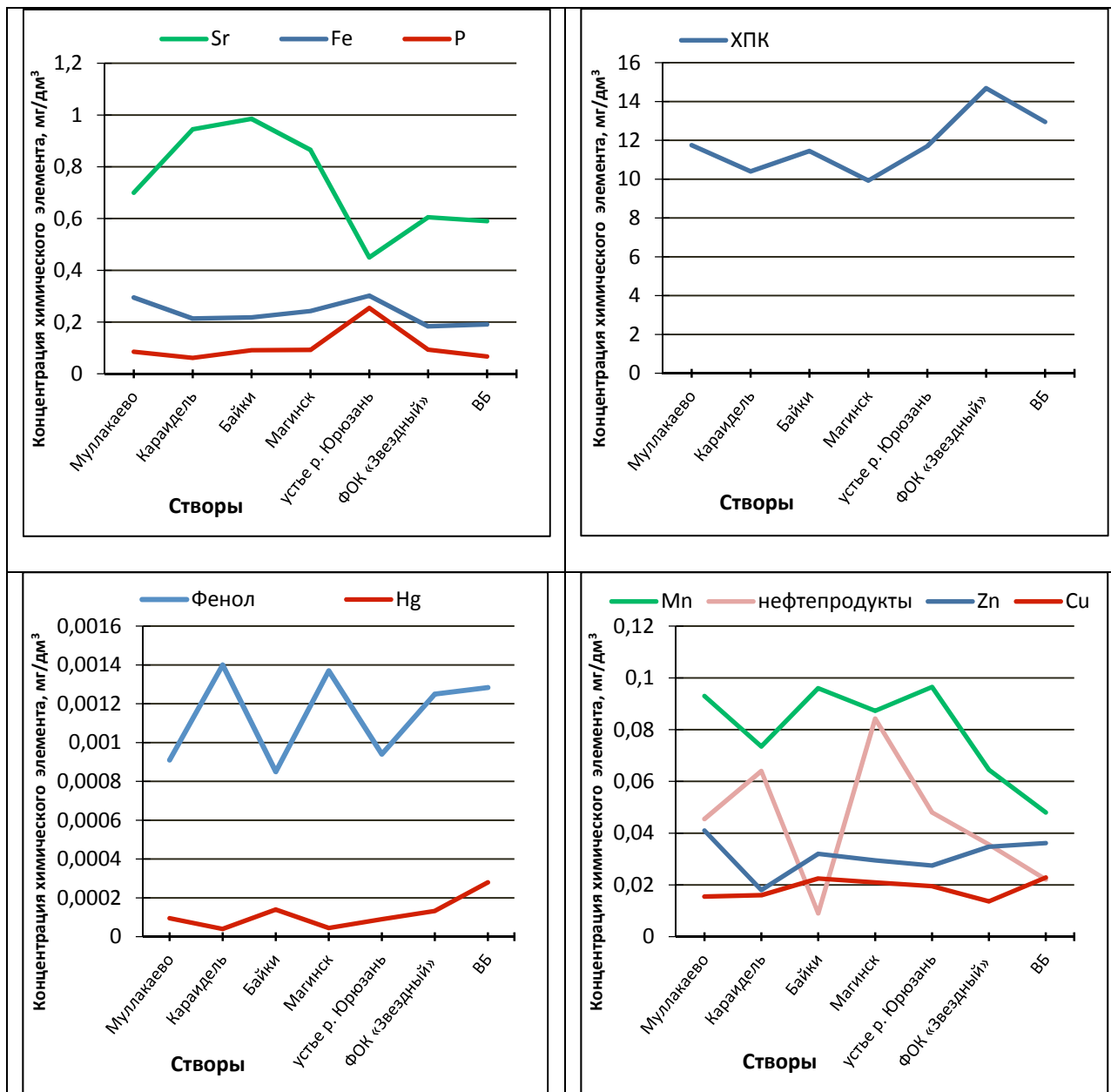
Собственные полевые исследования химического состава воды Павловского водохранилища Башкирским филиалом ФГБУ РосНИИВХ проводились в 2018–2019 гг. в весенний предпаводный, осенний и летний меженный периоды.

Расположение створов по отбору проб на Павловском водохранилище (рис. 1) выбиралось исходя из морфометрических особенностей водохранилища (речная, озерная и приплотинная части); на замыкающих участках рек притоков, впадающих в водохранилище; в районе населенных пунктов [3], также учитывалось местоположение створов действующей сети наблюдений ФГБУ «Башкирское УГМС», а также расположение створов по отбору проб ранее проведенных научных исследований [1,2,4,5].



1. с. Муллакаево
2. устье р. Тюй
3. с. Караидель
4. устье р. Байки
5. с. Магинск
6. залив р. Юрюзань
7. ФОК «Звездный»
8. СОЛ "Авиатор"
9. Верхний бьеф гидроузла
10. Нижний бьеф гидроузла

**Рис. 1.** Створы отбора проб воды в акватории Павловского водохранилища в 2018 г.



**Рис. 2.** Усредненные изменения концентраций химических показателей в воде по длине Павловского водохранилища по створам в межень 2018–2019 гг.

Современная тенденция изменения химического состава воды в акватории Павловского водохранилища проанализирована и установлена по усредненным результатам исследований проб воды в летнюю межень (июль) в 2018–2019 гг. по 10 показателям (Feобщий, Zn, Cu, Mn, Sr, Hg, P (общий), фенол, нефтепродукты и ХПК) и по 7 створам (Муллакаево, Караидель, Байки, Магинск, Юрюзань, ФОК «Звездный» и у верхнего бьефа плотины (ВБ)).

На основе данных полевых исследований построены графики изменения концентрации химических показателей в воде по створам от верховьев водохранилища к верхнему бьефу плотины (рис. 2). Анализ графиков выполнен в табличной форме (табл. 1).

По длине водохранилища линейные тренды концентрации химических показателей уменьшаются – Sr, Mn, нефтепродукты; увеличиваются – Zn, Hg, фенолы и ХПК. Равномерное распределение концентраций с незначительными отклонениями наблюдается у Feобщий, Pобщий, Cu.

**Табл. 1.** Современные тенденции изменения концентрации химических показателей в акватории Павловского водохранилища

Химические показатели	Изменение по длине водохранилища	Створы с пиковыми концентрациями	Возможные пути поступления
Железо общее – Fe <sub>общий</sub>	Равномерное распределение с незначительным уменьшением	Муллагаево, устье р. Юрюзань	По рекам Уфа, Тюй и Юрюзань, из акватории водохранилища
Стронций – Sr	Уменьшение	Байки	По реке Байки, из села Караидель и ФОК «Звездный»
Фосфор общий – P <sub>общий</sub>	Равномерное распределение с незначительным увеличением	Устье реки Юрюзань	По реке Юрюзань, из всей водосборной площади
Марганец – Mn	Уменьшение	Муллагаево, Байки, устье реки Юрюзань	По рекам Уфа, Тюй, Байки и Юрюзань
Медь – Cu	Равномерное распределение с незначительным уменьшением	Байки, у верхнего бьефа плотины (ВБ)	По реке Байки, и из района ВБ
Нефтепродукты	Уменьшение	Караидель, Магинск	Из сел Караидель и Магинск
Цинк – Zn	Незначительное увеличение	Муллагаево, Байки, ФОК «Звездный», ВБ	По рекам Уфа, Тюй, Байки, из ФОК «Звездный» и района ВБ
Ртуть – Hg	Увеличение	Муллагаево, Байки, ФОК «Звездный» и ВБ	По рекам Уфа, Тюй, Байки, из ФОК «Звездный» и района ВБ
Фенолы	Увеличение	Караидель, Магинск, ФОК «Звездный» и ВБ	Со дна водохранилища в районах сел Караидель, Магинск, ФОК «Звездный» и ВБ
ХПК	Увеличение	Муллагаево, Байки, устье р. Юрюзань и ФОК «Звездный»	Из рек Уфа, Тюй, Байки, Юрюзань и ФОК «Звездный»

Проанализировав полученные данные, можно выявить следующие закономерности для протяженных водоемов:

- уменьшение концентрации химических показателей по длине указывает на их поступление по главной реке или по ее притокам до водохранилища;
- увеличение поступления химических веществ по длине водохранилища указывает на их поступление в пределах водохранилища;
- при равномерном распределении химических показателей можно предположить их фоновый характер или равномерное поступление по длине водохранилища. Например, со дна или по всей водосборной площади в виде диффузного загрязнения.

Изучив пики концентраций химических веществ по длине Павловского водохранилища (рис. 2), можно предположить пути поступления химических веществ. Так, по рекам Уфа и Тюй возможно поступление  $Fe_{общий}$ , Mn, Zn, Hg, органических веществ; Байки – Sr, Mn, Hg, Zn и органических веществ; Юрюзань –  $Fe_{общий}$ ,  $P_{общий}$ , Mn и органических веществ. В акватории водохранилища источниками загрязнения Sr могут быть с. Караидель и ФОК «Звездный»; нефтепродуктами – с. Караидель и с. Магинск; Zn и Hg – ФОК «Звездный» и район ВБ; фенолов – с. Караидель, с. Магинск, ФОК «Звездный» и район ВБ (практически вся акватория); органических веществ – все реки и ФОК «Звездный».

Сопоставление многолетних данных концентраций химических веществ и притока водохранилища в работе [2] показало, что между ними, кроме нефтепродуктов, имеется прямая (при увеличении притока концентрация химического показателя увеличивается) или обратная (при увеличении притока концентрация химического показателя уменьшается) связь. Так,  $Fe_{общий}$  и Mn имеют прямую связь, а  $P_{общий}$ , Cu, Zn, фенолы и ХПК – обратную связь.

Таким образом, можно сформулировать обобщенные выводы об основных путях поступления химических веществ в водные объекты (на примере Павловского водохранилища):

- при поступлении химического вещества извне водоема концентрация данного химического вещества при увеличении притока – увеличивается, а по длине водоема уменьшается (напр.: Mn и  $Fe_{общий}$  при увеличении притока – увеличиваются, а по длине водохранилища – уменьшаются);
- при поступлении химического вещества из ложа водоема или из его водосборной площади концентрация данного химического вещества при увеличении притока – уменьшается, а по длине водоема увеличивается (напр.: фенолы и нефтепродукты поступают из ложа водохранилища и/или прилегающих территорий, а  $P_{общий}$  поступает из водосборной площади водохранилища. Данные вещества при увеличении притока – уменьшаются, а по длине водохранилища – увеличиваются);
- однако следует понимать, что поступление веществ может происходить как извне водоема, так и из ложа и/или прилегающих территорий, и в данном случае концентрация химического вещества по водохранилищу чаще всего равномерная с незначительным увеличением или уменьшением концентрации (напр.: Cu, Zn поступают как извне, так и из ложа водохранилища и/или прилегающих территорий. Преобладающее поступление Cu – из ложа водохранилища и/или прилегающих территорий, так при увеличении притока – уменьшается, а по длине водохранилища – увеличивается);
- пиковые концентрации химических веществ по длине водохранилища могут указывать на пути и источник поступления химического вещества в водный объект.

На основе результатов исследования изменения концентрации химических веществ по длине Павловского водохранилища разработана методика учета изменения концентрации химических веществ при определении химических нагрузок на протяженные водоемы. Основными этапами методики являются:

- изучение фондовых материалов по ранее проведенным исследованиям химического состава воды, а также сбор информации по расходам водоема за многолетний период;
- определение створов для забора воды с учетом морфометрических особенностей водоема (речная, озерная и приплотинная части); на замыкающих участках рек притоков, впадающих в водоем; в районе населенных пунктов. Также необходимо учитывать другие факторы, например, наличие действующих створов наблюдений;

- забор проб из водоема в весенний и осенний периоды (до паводков), в летнюю межень;
- лабораторный анализ забранных проб;
- на основе полученных результатов построение графиков изменения концентрации химических показателей в воде по длине водоема;
- анализ полученных графиков:
  - по изменению концентрации химических веществ по длине протяженного водоема;
  - по изменению концентрации химических веществ при разных расходах;
  - по пиковым концентрациям химических веществ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хафизов А.Р., Недосеко И.В., Валитов С.А., Камалетдинова Л.А., Низамова Р.А. Современный гидрологический режим и русловые процессы нижнего течения реки Уфа в районе водозаборов города Уфа // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 5. С. 4–20.
2. Хафизов А.Р., Валитов С.А., Камалетдинова Л.А., Низамова Р.А., Гайсин И.З. Многолетняя динамика и современные тенденции изменения химического состава воды в акватории Павловского водохранилища // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2020. № 4. С. 19–34.
3. Пособие по выбору приоритетных действий, направленных на реабилитацию водоемов (озера, водохранилища) / ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов». Екатеринбург: ФГБУ РосНИИВХ, 2017. 73 с.
4. Хафизов А.Р., Полева А.О., Валитов С.А., Шарафеева А.Б., Камалетдинова Л.А., Гайсин И.З. Оценка биогенного загрязнения воды Павловского водохранилища на реке Уфа // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 4. С. 196–207.
5. Хафизов А.Р., Кутляров А.Н., Шарафеева А.В. Динамика загрязнения Павловского водохранилища коммунально-бытовыми и животноводческими стоками // Наука молодых – инновационному развитию АПК: мат-лы XI Национальной научно-практической конференции молодых ученых. Башкирский государственный аграрный университет, 2018. С. 248–252.