

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСХОДОВ ВОДЫ, ПРОХОДЯЩИХ ЧЕРЕЗ  
ПЛОТИНУ ВОДОХРАНИЛИЩА, НА ИЗМЕНЕНИЯ МУТНОСТИ,  
ЦВЕТНОСТИ, ОКИСЛЯЕМОСТИ И ОБЩЕЙ ЖЕСТКОСТИ РЕЧНОЙ  
ВОДЫ\***

Ялалетдинова А.В., Малкова М.А., Еникеева Л.В., Кантор Е.А.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический  
университет», г. Уфа  
*e-mail: hawk22.89@mail.ru*

Расходы воды в реке существенно влияют на качество воды [1]. Так, сезонное регулирование стока водохранилищами значительно воздействует на водный режим рек приводя к качественным изменениям воды [2 - 7]. Ранее было выявлено, что в районе исследуемых водозаборов города концентрации макрокомпонентов в реке формируются преимущественно за счет вод водохранилища, а не подземными водами, разгружающимися в реку [8, 9].

Представляется интересным оценить связи между мутностью, цветностью, окисляемостью и общей жесткостью в створах водозаборов и расходами воды, вызванными попусками водохранилища.

Исследование проведено по среднемесячным значениям показателей в воде створов (створ 1, створ 2, створ 3) водозаборов ИВ1, ПВ и ИВ2 и среднемесячным расходам воды, прошедшей через плотину гидроэлектростанции (ГЭС) за 2011-2014 гг. Створ 1 находится выше черты города на расстоянии 106 км от ГЭС, створ 2 расположен в черте города на расстоянии 136 км от ГЭС, створ 3 размещен ниже промышленной зоны и города на расстоянии 170 км от водохранилища [10].

Оценка проведена с использованием метода корреляционного анализа, связь между исследуемыми параметрами оценена с помощью коэффициентов корреляции (КК) по шкале Чеддока [11].

КК, рассчитанные для определения закономерностей изменения показателей в створах разных водозаборов находятся в пределах 0,73 - 0,97, что соответствует высокой связи (табл.1).

**Таблица 1** – Коэффициенты корреляции между показателями по створам при уровне значимости нулевой гипотезы  $p < 0,05$

Створ/Створ	Показатель			
	Общая жесткость	Мутность	Цветность	Окисляемость
Створ 1/Створ 2	0,93	0,82	0,88	0,82
Створ 1/Створ 3	0,91	0,88	0,87	0,73
Створ 2/Створ 3	0,97	0,98	0,91	0,96

Выявление существования зависимостей между показателями в створах водозаборов показало наличие высокой связи между обобщенными показателями и заметной связи между органолептическими показателями (табл.2).

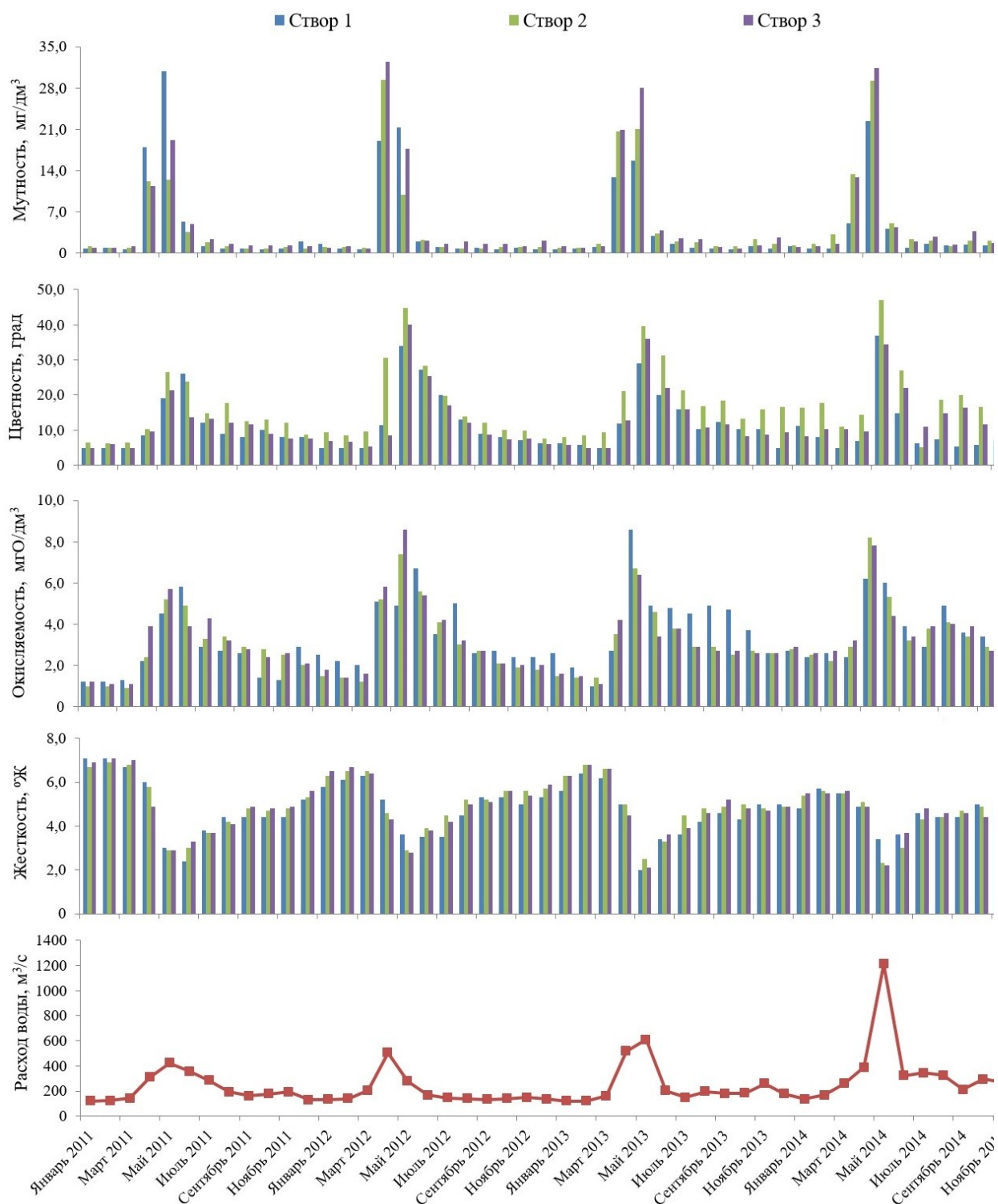
**Таблица 2** – Коэффициенты корреляции между обобщенными и органолептическими показателями в створах при уровне значимости нулевой гипотезы  $p < 0,05$

ВЗ	Показатели	Показатели			
		Мутность	Цветность	Окисляемость	Общая жесткость
ИВ1	Мутность		0,60	0,42	-0,37
	Цветность	<b>0,60</b>		0,76	-0,76
	Окисляемость	<b>0,42</b>	<b>0,76</b>		-0,79
	Общая жесткость	<b>-0,37</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,79</b>	
ПВ	Мутность		0,66	0,64	-0,46
	Цветность	<b>0,66</b>		0,95	-0,83
	Окисляемость	<b>0,64</b>	<b>0,95</b>		-0,92
	Общая жесткость	<b>-0,46</b>	<b>-0,83</b>	<b>-0,92</b>	
ИВ2	Мутность		0,58	0,75	-0,59
	Цветность	<b>0,58</b>		0,89	-0,84
	Окисляемость	<b>0,75</b>	<b>0,89</b>		-0,89
	Общая жесткость	<b>-0,59</b>	<b>-0,84</b>	<b>-0,89</b>	

Высокие коэффициенты корреляции (табл.1-табл.2) позволяют сделать вывод, что изменения показателей носят закономерный характер, не зависят

от расположения водозабора и происходят под влиянием одних и тех же факторов, способствующих как увеличению, так и уменьшению их значений.

Сравнение временных рядов мутности, цветности, окисляемости и общей жесткости в реке с пусками ГЭС указывают на возможность существования связи между ними (рис.).



**Рисунок** – Временные ряды мутности (а), цветности (б), окисляемости (в), общей жесткости (г) и расхода воды (д) с 2011 по 2014 гг.

Количественно оценить зависимость между показателями и попусками позволяют значения КК (табл.3).

**Таблица 3** – Коэффициенты корреляции показателей химического состава воды реки и попусков воды ГЭС в створах водозаборов при уровне значимости нулевой гипотезы  $p < 0,05$

Показатель	ИБ1	ПВ	ИБ2
Жесткость, °Ж	-0,42	-0,60	-0,63
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	0,70	0,86	0,83
Цветность, град	0,59	0,68	0,58
Окисляемость, мгО/дм <sup>3</sup>	0,50	0,70	0,70

КК между расходами воды и мутностью указывают на высокую связь. Для цветности характерна заметная связь. Между попусками ГЭС и окисляемостью в створе ИБ1 выявляется заметная связь, а в створах ПВ и ИБ2 – высокая связи. Общая жесткость имеющая отрицательные коэффициенты корреляции с расходами воды, характеризуется заметной связью в створах ПВ и ИБ2 и умеренной связью в створе ИБ1.

Таким образом, исследуемые показатели находятся во взаимосвязи с попусками водохранилища. КК между органолептическими показателями (0,58-0,66) указывают, что не все входящее в состав взвеси органическое вещество включается в цветность. Так, мутность в большей степени представлена количеством береговых и донных отложений, присутствующими в потоке, а цветность в большей степени определяется смывом гумусовых и дубильных веществ с ландшафта. Рост общей жесткости речной воды вследствие уменьшения расходов в реке вызван увеличением количества разгружающейся в реку более жесткой грунтовой воды. И наоборот, при повышении расходов в реке, создается подпор минерализованной подрусловой воде, в результате чего общая жесткость в реке уменьшается. Окисляемость в створах растет с увеличением расходов воды, сбрасываемой водохранилищем за счет транзита водой водохранилища в реку растворенных органических веществ и небольшого размыва донных

отложений. Увеличение расхода воды в реке способствует повышению мутности, тогда как для цветности, окисляемости и общей жесткости такой прямой зависимости не выявляется.

*\* Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России в сфере научной деятельности, номер для публикаций FEUR - 2020 - 0004 «Решение актуальных задач и исследование процессов в нефтехимических производствах, сопровождающихся течениями многофазных сред»*

### **Список литературы:**

1. Долгоносков Б.М., Власов Д.Ю., Дятлов Д.В., Сурачева Н.О., Григорьева С.В., Корчагин К.А. Статистические характеристики изменчивости качества воды, поступающей на водопроводную станцию // Инженерная экология. – 2004. – № 3. – С. 2-20.

2. Жигалова А.В. Системы «водохранилище – река» и роль Павловского водохранилища в формировании химического состава воды реки // Вестник молодого ученого УГНТУ. – 2017. - №1(09). – С. 30-35.

3. Жигалова А.В., Андреева В.А., Кантор Е.А. Сопоставление мутности воды реки Уфа в створах и резервуарах чистой воды городских водозаборов // Материалы 6-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов: Опыт прошлого – взгляд в будущее – 2016. - Тула: Издательство ТулГУ, 2016. - Том 2. – с. 42-45.

4. Жигалова А.В., Андреева В.А., Романовская С.Л. Ранжирование временных периодов по мутности воды в створах водозаборов г. Уфы // Материалы IX Международной научно-практической конференции молодых учёных: Актуальные проблемы науки и техники -2016. Том II. – Уфа: Издательство Нефтегазовое дело, 2016. – с. 221-223.

5. Вождяева М.Ю., Жигалова А.В., Кантор Л.И., Труханова Н.В., Мельницкий И.А., Холова А.Р., Кантор Е.А. Влияние декольматации русловых отложений р. Уфы на изменение качества воды из скважин

инфильтрационного водозабора // Экология и промышленность России. – 2017. – Т.21, №5. – С.21-27.

6. Ялалетдинова А.В., Еникеева Л.В., Вожаева М.Ю., Кантор Е.А. Статистические характеристики взаимосвязи мутности и расходов воды в реке, вызванных попусками водохранилища // Теоретическая и прикладная экология. – 2018. – №1. – С.33-42.

7. Ялалетдинова А.В., Еникеева Л.В., Белолипец И.И., Вожаева М.Ю., Кантор Е.А. Оценка взаимосвязи окисляемости и расходов воды, проходящей через плотину водохранилища // Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. – №8. – С.16-21.

8. Полева А.О., Шкундина Ф.Б. Оценка экологической уязвимости Павловского водохранилища // Материалы VIII Межрегиональной геологической конференции, 2010 – с. 268-270.

9. Романовская С.Л., Кантор Л.И., Кантор Е.А., Хабибуллин Р.Р. Зависимость качества воды реки павлов от качества воды Павловского водохранилища и сезонности // Башкирский химический журнал. - 2003 г. - Т. 10, № 3. - С. 84-87.

10. Харабрин А.В., Харабрин С.В., Кантор Л.И., Кантор Е.А., Клявлин М.С. Сопоставление показателей качества воды реки Уфа по мутности, цветности, окисляемости и рН в створах городских водозаборов // Башкирский химический журнал. – 2003. – Т. 10. – № 3. – С. 82-83.

11. Якушев А.А. Многомерные статистические методы и нейросетевые модели в экономическом анализе / А.А. Якушев, С.А. Горбатов, Н.Т. Габдрахманова. – Уфа: Издательский центр «Башкирский территориальный институт профессиональных бухгалтеров», 2001. – 266 с.