

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОХИМИИ И МОНИТОРИНГА  
КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД**

**СБОРНИК СТАТЕЙ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ  
ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА**

**Часть 1**



**Ростов-на-Дону  
2020**

## СОДЕРЖАНИЕ

ТРОФИМЧУК М.М. Гидрохимический институт – 100 лет науки и практики: итоги и перспективы.....	7
--	---

### СЕКЦИЯ 1. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, ТРАНСФОРМАЦИЯ И МИГРАЦИЯ РАСТВОРЕННЫХ И ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

АБДУЕВ М.А. Исследование химического состава и солевого стока речных вод Нахичеванской Автономной Республики .....	19
ГРИГОРЬЕВА И.Л., КУЗОВЛЕВ В.В. Пространственно-временная изменчивость содержания нитратов и фосфатов в воде Иваньковского водохранилища и его основных притоков .....	24
ДАНИЛЕНКО А.О., ГЕОРГИАДИ А.Г. Изменения ионно-солевого состава воды р. Северная Двина в период современного потепления климата.....	28
ДАНИЛЕНКО А.О., КОВАЛЕНКО А.А., КОСМЕНКО Л.С., КОНДАКОВА М.Ю., РЕШЕТНЯК О.С. Метод оценки стационарного состояния водных объектов на примере рек полуострова Камчатка .....	34
ДОЛГОВ С.В., КОРОНКЕВИЧ Н.И., БАРАБАНОВА Е.А. Современные особенности водно-биогенного баланса речных водосборов в северной части лесостепной зоны в бассейне Волги.....	39
ДРЕЕВА Ф.Р., РЕУТОВА Н.В., РЕУТОВА Т.В. Динамика содержания алюминия в основных реках Центрального Кавказа при изменении абсолютных высот .....	44
ЗАХАРОВА М.В. Факторная модель состава речных вод Оки в фоновом створе города Калуги .....	49
ЗУБКОВ Е.А., ГАРЬКУША Д.Н., БАРЦЕВ О.Б. Массоперенос главных ионов при разгрузке подземных вод четвертичного водоносного комплекса в Азовское море ..	54
КЕРИМОВ А.М., КУРАШЕВА О.А. Деградация оледенения Центрального Кавказа с конца XIX века и характеристика химического состава речных вод ледникового питания.....	59
КЛЕЩЕНКОВ А.В., КОРШУН А.М. Изменения ионного состава Цимлянского водохранилища в маловодный период .....	65
КОНДАКОВА М.Ю., ДАНИЛЕНКО А.О., РЕШЕТНЯК О.С., КОСМЕНКО Л.С., КОВАЛЕНКО А.А. Сток растворенных химических веществ для рек Западно- и Восточно-Сибирской частей Российской Арктики: пространственная неоднородность и основные тенденции многолетней изменчивости .....	70

# АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕКИ ДОНХОВКА – ПРИТОКА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.Е. Лапина, В.В. Кудряшова

*Иваньковская научно-исследовательская станция – филиал ФГБУН  
«Институт водных проблем РАН», Конаково, shtriter\_elena@rambler.ru*

Водосбор реки Донховка приурочен к Верхневолжской низине – северо-восточной части бассейна Иваньковского водохранилища, одного из питьевых источников Московского мегаполиса.

Средняя густота речной сети для низины составляет 0,6-0,7 км/км<sup>2</sup>, в ее пределах модули поверхностного стока – 5,0-8,5 л/с·км<sup>2</sup>. В геологическом строении территории принимают участие современные болотные и четвертичные отложения (общая мощность последних от 40 до 100 м), представленные аллювиальными и флювиогляциальными песками и моренными суглинками, которые перекрывают юрские глины, залегающие на каменноугольных породах [2]. По карте подземного стока Б. И. Куделина на изученной территории среднегодовой модуль подземного стока составляет 1,5-2,0 л/с·км<sup>2</sup>. Регион характеризуется превышением осадков над испарением примерно на треть, количество осадков в среднем составляет 600 - 720 мм в год [3].

Река Донховка – правый приток Иваньковского водохранилища, длиной 27 км, ширина русла меняется от 1,7 м в верховьях до 5 м в устье, глубина 0,25 – 2,5 м; по берегам, начиная от с. Селихово, выходят восходящие родники. Одним из них родников является Ильинский родник, расположенный в 35 м ниже автомобильного моста, на пойме реки.

Донховка начинается в болотном массиве Моховое, в Московской области.

В заболоченной части водосбора река служит водоприемником дренажных болотных вод, выше д. Поречье русло канализовано. Подпор от водохранилища распространяется на 3 км вверх, в устье располагается город Конаково. Водосбор Донховки испытывает значительную антропогенную нагрузку различного характера [5].

В основе работы лежат режимные наблюдения авторов на створе в с. Селихово (автомост) перед Ильинским родником, а также результаты собственных экспедиционных работ по изучению процессов самоочищения реки от истоков до устья.

Отбор проб и замер расхода Донховки на створе проводится с 1997 года с частотой 1 раз в два месяца и более, то есть за год отбирается на створе от 6 до 11 проб. Пробы в день отбора привозят на анализ, который выполняется в аттестованной гидрохимической лаборатории Иваньковской станции по стандартным методикам [4]. В пробах определяются физико-химические показатели, солевой состав, содержание биогенных и органических веществ.

На химический состав водотоков большое влияние оказывает водность года. В таблице 1 представлена многолетняя динамика среднегодового ионного состава, электропроводности и общей минерализации с учетом водности года.

Таблица 1 – Динамика среднегодового химического состава, общей минерализации (М) и электропроводности (ЭПР) реки Донховка (створ Селихово) с учетом фазы водности года (n – число данных)

Годы	n	М, мг/дм <sup>3</sup>	ЭПР, мS/m	Ионный состав, % - ммоль/дм <sup>3</sup>
Многоводные годы				
1998	11	336	44,0	HCO <sub>3</sub> 79 SO <sub>4</sub> 19 Cl11 NO <sub>3</sub> 2/Ca69Mg32(Na+K)9
2000	7	486	54,5	HCO <sub>3</sub> 66 SO <sub>4</sub> 24 Cl9 NO <sub>3</sub> 1/Ca 62 Mg36(Na+K)2
2013	11	342	45,5	HCO <sub>3</sub> 77 SO <sub>4</sub> 14 Cl7 NO <sub>3</sub> 1/Ca60Mg28(Na+K)12
Маловодные годы и близкие к норме				
2002	11	376	50,7	HCO <sub>3</sub> 71 SO <sub>4</sub> 17 Cl13 NO <sub>3</sub> 1/Ca 61 Mg34(Na+K)4
2015	7	419	54,4	HCO <sub>3</sub> 77 SO <sub>4</sub> 12 Cl9 NO <sub>3</sub> 2/Ca 69 Mg30(Na+K)1
2019	7	363	41,5	HCO <sub>3</sub> 75 SO <sub>4</sub> 13 Cl9 NO <sub>3</sub> 3/Ca 62 Mg32(Na+K)6

Солевой состав воды за все время наблюдений имеет устойчивый характер, тип воды – гидрокарбонатный кальциево-магниевый (по Курлову) меняется незначительно. Величина ЭПР варьирует в пределах 40 – 55 мS/m. Повышенная общая минерализация в 2000 г. объясняется поступлением с ливневыми стоками большого количества сульфатов; в настоящее время по сравнению с концом XX века доля сульфат-иона снизилась.

В большей степени изменчивы концентрации биогенных соединений: нитратного и аммонийного азота, минерального и общего фосфора, что связано со спадом и последующим ростом сельскохозяйственной нагрузки, с увеличением площади селитебной застройки.

Статистические характеристики содержания биогенных веществ во внутригодовом разрезе в маловодной серии лет представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Статистические характеристики концентраций биогенных веществ в отдельные годы в Донховке (Селихово), серия маловодных лет

Год	Показатель	Характеристики			
		Min	Max	Медиана	Среднее
2002	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,07	0,04	0,04
	P-P <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,09	0,07	0,06
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,27	0,65	0,38	0,44
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,1	1,59	0,55	0,59
2015	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,52	0,04	0,05
	P-P <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,23	0,08	0,1
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,11	0,67	0,33	0,34
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,21	0,41	0,32	0,32
2019	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,36	0,04	0,09
	P-P <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,17	0,09	0,1
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,06	0,47	0,23	0,23
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,17	5,91	0,45	1,66

Среднегодовые содержания аммонийного азота в маловодные годы с конца прошлого века по настоящее время уменьшаются. Максимальные содержания нитратного азота возрастают почти в три раза. Большая разница в медианных и средних значениях его концентрации в 2019 г. свидетельствует о залповом сбросе загрязняющих веществ. Наблюдается тенденция возрастания среднегодовых концентраций соединений фосфора в 1,7-2,3 раза.

В таблице 3 показана динамика тех же биогенных веществ в реке в многоводные периоды в створе Селихово по отдельным годам.

Таблица 3 – Статистические характеристики концентраций биогенных веществ в отдельные многоводные годы в Донховке (число данных - таблица 1)

Год	Показатель	Характеристики			
		Min	Max	Медиана	Среднее
1998	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,1	0,06	0,06
	P-P <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,15	0,09	0,1
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,19	1,14	0,57	0,6
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,54	2,27	0,93	1,11
2000	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,08	0,04	0,05
	P-P <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,04	0,4	0,07	0,07
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,32	0,71	0,54	0,54
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,07	6,11	0,61	1,33
2013	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,27	0,09	0,09
	P-P <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,08	0,38	0,12	0,17
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,61	1,56	1,09	1,08
	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,22	1,08	0,52	1,61

В серии многоводных лет в 2013 году отмечается увеличение поступления в водоток соединений фосфора, среднегодовые концентрации которых по сравнению с периодом 1998-2000 гг. возросли в 1,5-1,7 раз. Значительная разница между средними и медианными значениями нитратного азота свидетельствует о его импульсном поступлении в русло.

Водосборный бассейн Донховки в своей средней части, от д. Марьино до южной околицы г. Конаково, приурочен к местам размыва в результате ледниковой деятельности юрских глин. Здесь известняки карбона залегают под моренными суглинками, что создает предпосылки разгрузки напорных водоносных горизонтов в вышележащие горизонты. Таким образом, питание грунтовых вод в долине Донховки связано с положительным перетеканием из межпластовых вод [1].

На участках, где размыты юрские глины либо имеются тектонические нарушения, происходит разгрузка вод верхнего и среднего карбона. Разгружаются воды клязьминского С<sub>3к1</sub>, касимовского С<sub>3к</sub>, подольско-мячковского С<sub>2рd-m</sub> водоносных горизонтов, а в отдельных местах – залегающих значительно глубже вод хлоридного типа.

Напорные воды верхнего и среднего карбона имеют низкую цветность, в них следовые количества нитратного азота, отмечаются повышенные концентрации аммонийного азота.

Разгружающиеся по берегам Донховки родники характеризуются водой умеренной жесткости, реже жесткой, имеют относительно повышенную минерализацию, содержат необходимые водной биоте микроэлементы [3].

В маловодные годы отсутствует сток с верховых болот, летом за счет испарения грунтовых вод и значительного летнего разбора воды из колодцев становится более заметным приток в русло водотока глубоких напорных вод, благодаря чему в воде Донховки снижается количество растворенных органических веществ. На рисунке показана динамика статистических характеристик цветности в описываемые годы.

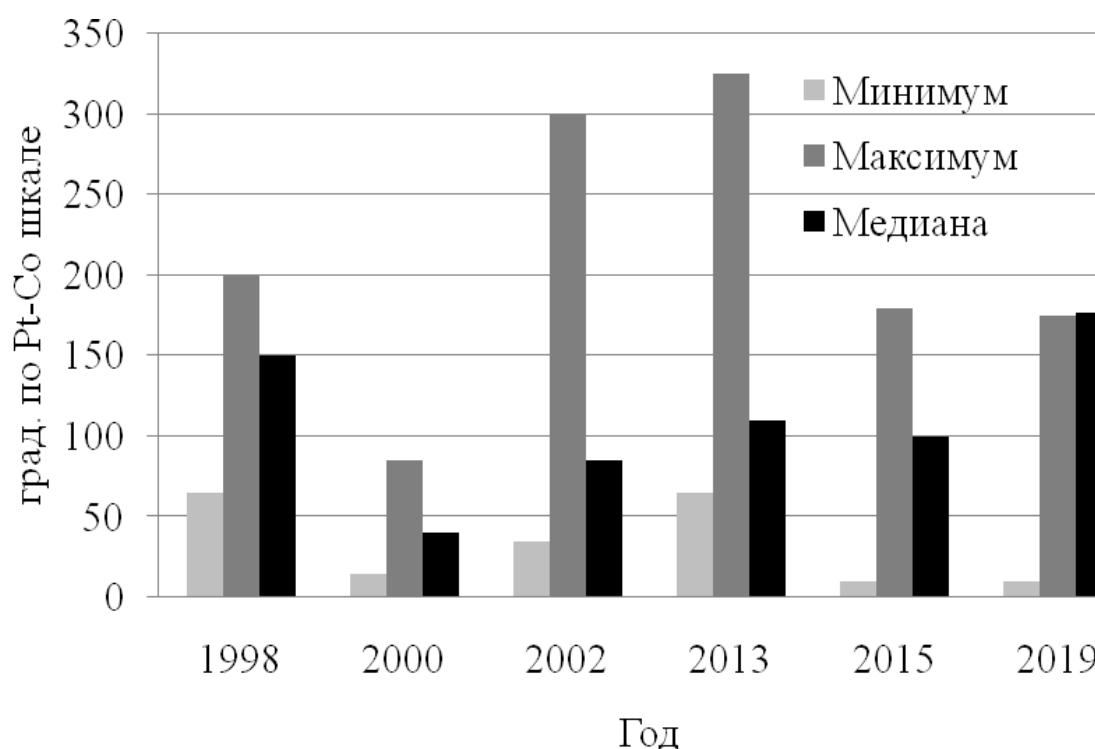


Рисунок – Многолетняя динамика статистических характеристик величин цветности в Донховке, створ Селихово, в отдельные годы

Минимальные цветности (10 – 15 град.) во внутригодовом разрезе свидетельствуют о том, что в маловодные годы на створе Селихово значительно возрастает приток подземных вод, что способствует улучшению качества речных вод.

Установлено, что химический состав вод реки Донховка за многолетний период (1998 – 2019 гг.) характеризуется устойчивым характером, относится к гидрокарбонатному кальциево-магниевому типу, несмотря на высокий уровень антропогенной нагрузки. Скорее всего, такая стабильность обусловлена тем, что часть водосбора реки приурочена к «гидрогеологическому окну»: поступающие в русло закрытым стоком напорные воды способствуют интенсификации процессов самоочищения воды.

В последние годы, когда зимой повысилась температура, участились оттепели, увеличилась сельскохозяйственная нагрузка на водосборной площади, возросло поступление с поверхностным и внутрипочвенным стоком биогенных веществ.

Почти трехкратная разница в медианных и средних за год значениях нитратного азота свидетельствует о его залповых поступлениях в реку.

В маловодные годы содержание аммонийного азота снижается, в многоводные – повышается почти в 1,8 раза. Это может быть связано с вымыванием из почв сельскохозяйственных угодий компонентов минеральных и органических удобрений, размыванием отстойников на животноводческих фермах водосборной площади Донховки.

Независимо от водности года по сравнению с концом прошлого века в воде Донховки увеличились среднегодовые концентрации минерального и общего фосфора в 1,5-2,3 раза, что указывает на дополнительный постоянный источник его поступления.

#### Список литературы

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. Учебник. М., МГУ.1991. 351 с.
2. Ковалевский В.С. Комбинированное использование ресурсов поверхностных и подземных вод. М.: Научный мир, 2001. 332 с.
3. Лапина Е.Е., Ахметьева Н.П., Кудряшова В. В. Родники долины верхней Волги и ее притоков: условия формирования, режим, охрана. Тверь: ООО «Купол», 2014. 256 с.
4. Методы исследования качества воды водоемов // Новиков Ю.В. и др. М.: Медицина, 1990. 400 с.
5. Чекмарева Е.А. Влияние современных агрохолдингов на содержание биогенных элементов в водных объектах // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах. Труды VI Всероссийского симпозиума с международным участием. Барнаул. 2017 г. С. 259-264.