ISSN 2411-7374

Учредитель

Академия наук Республики Татарстан

Издатель

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ

Главный редактор

Р.Р. Шагидуллин
д.х.н., член-корреспондент АН РТ, директор Института проблем экологии и недропользования АН РТ

Заместитель главного редактора

В.З. Латыпова
д.х.н., профессор, член-корреспондент АН РТ, профессор кафедры прикладной экологии Казанского (Приволжского) федерального университета

Ответственный редактор

Д.В. Иванов
к.б.н., заместитель директора по научной работе Института проблем экологии и недропользования АН РТ

Редакция

Ответственный секретарь: к.с.-х.н. Э.Х. Рупова
e-mail: elmira.rupova@mail.ru
Компьютерная верстка А.Ю. Бородовской

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации в СМИ ПИ № ФС77-67305 от 30.09.2016

Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Периодичность выпуска: 4 раза в год
Электронная версия журнала содержится на сайте eLIBRARY.ru

Подписной индекс: 80380. Цена свободная

Адрес редакции:
420087 г. Казань, ул. Даурская, 28
Тел/факс: (843) 275-96-95

e-mail: rjaeco@mail.ru
www.rjae.ru

Редакционная коллегия

А.Н. Бармин – д.г.н., проф., декан геолого-географического факультета, заведующий кафедрой экологии, природопользования, землеустройства и БЖД Астраханского государственного университета;
В.Д. Богданов – член-корреспондент РАН, зав. лабораторией экологии рыб и биоразнообразия водных экосистем Института экологии растений и животных УРО РАН;
Ю.А. Горшков – д.б.н., директор Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника;
В.А. Даувальтер – д.г.н., проф., главный научный сотрудник Института проблем промышленной экологии Севера РАН;
В.В. Законнов – д.г.н., главный научный сотрудник Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН;
Е.Ю. Колбовский – д.г.н., проф., ведущий научный сотрудник кафедры физической географии материков и геоэкологии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова;
А.А. Лукин – д.б.н., начальник Федерального селекционно-генетического центра рыбоводства филиала ФГБУ «Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов»;
Ю.П. Переведенцев – д.г.н., проф., зав. кафедрой метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского (Приволжского) федерального университета;
С.А. Поддубный – д.г.н., зав. лабораторией гидрологии и гидрохимии Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН;
В.А. Румянцев – академик РАН, научный руководитель Института озероведения РАН;
Р.Н. Салиева – д.ю.н., проф., зав. лабораторией правовых проблем недропользования, экологии и топливно-энергетического комплекса Института проблем экологии и недропользования АН РТ;
В.И. Сафарова – д.х.н., проф. кафедры аналитической химии Башкирского государственного университета, начальник управления государственного аналитического контроля Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан;
В.В. Снакин – д.б.н., проф., зав. сектором музея землеведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; зав. лабораторией ландшафтной экологии Института фундаментальных проблем биологии РАН;
А.М. Смирнов – академик РАН, научный руководитель Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии;
Ю.А. Тунакова – д.х.н., проф., зав. кафедрой общей химии и экологии Казанского национального исследовательского технического университета им А.Н. Туполева.

Ответственность за содержание статей несут авторы.
Перепечатка допускается только с разрешения редакции и с обязательной ссылкой на «Российский журнал прикладной экологии»

© Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан

Подписано в печать 25.06.2020. Дата выхода в свет 30.06.2020.
Общий тираж 1000 экз. Первый завод 100 экз.
Отпечатано в типографии издательства АН РТ
420111, г. Казань, ул. Баумана, 20

СОДЕРЖАНИЕ

Экология природных систем

С.В. Бердник, Р.П. Токинова
Новые для фауны Волжского бассейна виды макростоморфных и прямокишечных ресничных червей (Plathelminthes: Rhabditophora). . . 3

Д.Н. Вавилов, Р.А. Суходольская, Т.А. Гордиенко, Ю.А Лукьянова
Воздействие прокладки инженерных коммуникаций на крупных почвенных беспозвоночных. 8

Гидроэкология

Е.Е. Лапина, И.Л. Григорьева
Ретроспективный анализ и прогнозные оценки изменения качества подземных вод вокруг Иваньковского водохранилища в зимний период . . . 16

Д.В. Иванов, В.С. Валиев, И.И. Зиганшин, Д.Е. Шамаев, Э.Е. Паймикина, А.А. Марасов, В.В. Маланин, Р.Р. Хасанов, М.А. Унковская
Структурная взаимосвязь гранулометрического состава, содержания органического вещества и тяжелых металлов в донных отложениях 23

В.С. Валиев, Р.Р. Хасанов, Д.В. Иванов
Нейросетевая коррекция интерполяционных узлов метода обратных взвешенных расстояний с использованием вспомогательных данных на примере построения батиметрических карт водных объектов 31

О.Н. Урбанова, А.Т. Горшкова, Д.А. Семанов, Ю.В. Мутыгуллина, Н.В. Бортникова
Методология расчётов водного и водохозяйственного балансов для некоторых водных объектов Республики Татарстан 36

Экспериментальная экология

В.И. Кулагина, А.М. Хисамова, А.Н. Грачев, С.А. Забелкин, С.С. Рязанов, Р.Р. Шагидуллин, Л.М. Сунгатуллина
Оценка воздействия жидких продуктов пиролиза на всхожесть семян петрушки и укропа 42

Экологическое картографирование

А.П. Гусев, И.И. Козюлев, И.А. Шаврин
Использование спектральных индексов для оценки эродированности почв в природно-антропогенных ландшафтах Беларуси 48

Экологическая безопасность

Ю.А. Тунакова, А.Р. Шагидуллин, В.С. Валиев
Разработка модели оценки интегрального риска в урбоэкосистеме 53

Правила для авторов 58

CONTENTS

Ecology of natural systems

Berdnik S.V., Tokinova R.P.
New species of Macrostomorpha and Rhabdocoela (Plathelminthes: Rhabditophora) for the Volga Basin. 3

Vavilov D.N., Sukhodolskaya R.A., Gordienko T.A., Lukyanova Yu.A.
Influence of engineering communications installment on soil macroinvertebrates.. 8

Hydroecology

Lapina E.E., Grigorieva I.L.
Retrospective analysis and forecast assessments of change of underground water quality around Ivankovsky reservoir during the winter period 16

Ivanov D.V., Valiev V.S., Ziganshin I.I., Shamaev D.E., Paimikina E.E., Marasov A.A., Malanin V.V., Khasanov R.R., Unkovskaya M.A.
Structural relationship of granulometric composition, content of organic matter and heavy metals in sediments 23

В.С. Валиев, Р.Р. Хасанов, Д.В. Иванов
Нейросетевая коррекция интерполяционных узлов метода обратных взвешенных расстояний с использованием вспомогательных данных на примере построения батиметрических карт водных объектов 31

О.Н. Урбанова, А.Т. Горшкова, Д.А. Семанов, Ю.В. Мутыгуллина, Н.В. Бортникова
Методология расчётов водного и водохозяйственного балансов для некоторых водных объектов Республики Татарстан 36

Experimental ecology

Kulagina V.I., Hisamova A.M., Grachev A.N., Zabelkin S.A., Ryazanov S.S., Shagidullin R.R., Sungatullina L.M.
Assessment of the effect of liquid pyrolysis products on the germination of parsley and dill seeds 42

Environmental mapping

Gusev A.P., Kozulev I.I., Shavrin I.A.
The use of spectral indices for assessing soil erosion in natural and anthropogenic landscapes of Belarus 48

Ecological safety

Tunakova Yu.A., Shagidullin A.R., Valiev V.S.
Development of an integral risk assessment model in urban ecosystem 53

Rules for authors 58

УДК 556.3: 551.435.36

Е.Е. Лапина, И.Л. Григорьева

Иваньковская научно-исследовательская станция – филиал ФГБУН «Институт водных проблем РАН», Irina_Grigorieva@list.ru

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОКРУГ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Исследовано изменение гидрохимических параметров подземных вод на территории, примыкающей к Иваньковскому водохранилищу. Сопоставлены периоды зимней межени 1997/1998 и 2018/2019 гг. За 20 лет в грунтовых водах повсеместно снизились концентрации сульфатов, хлоридов и величины цветности. В грунтовых водах при условии песчаной зоны аэрации произошло снижение концентраций ионов гидрокарбонатов, кальция и магния, что обусловлено проникновением талых вод на зеркало грунтовых. В очагах высокой антропогенной нагрузки в колодцах и родниках произошел рост концентраций гидрокарбонатов и магния, в меньшей степени − концентраций кальция, что может быть связано с перетеканием из других водоносных горизонтов. Наблюдается понижение уровня грунтовых вод в диапазоне от 0.6 до 3.2 м.

Ключевые слова: ретроспективный анализ; смешение; подземные воды; Иваньковское водохранилище; зимний период; климат.

Введение

Климатические изменения на Европейской территории России начали фиксироваться с середины 70-х годов прошлого века. Так, температура воздуха здесь повышалась со средней скоростью 0.43/10 лет, что более чем в 2.5 раза превышает скорость глобального потепления (Оценочный …, 2014).

В публикациях последних десятилетий большое внимание уделяется связи климатических изменений с возрастанием инфильтрационного питания грунтовых вод в холодный период года из-за роста числа оттепелей и уменьшения глубины промерзания почвенного слоя. Повышение температур и осадков в зимнюю межень года при возрастании влажности почв и пород зоны аэрации ускоряет поступление талых вод на зеркало грунтовых (Ковалевский, 1994; Боревский, Марков, 2014).

Целью работы является анализ динамики химического состава и уровенного режима подземных вод вокруг Иваньковского водохранилища в зимний период за последние 20 лет и прогнозные оценки дальнейшего возможного изменения.

Материалы и методы исследования

Иваньковское водохранилище – крупный водоем комплексного назначения, один из источников питьевого водоснабжения г. Москвы. Основными притоками водохранилища являются р. Волга (58% от общего объема притока) и Тверца (24% от общего объема притока). В зимний период реки переходят преимущественно на подземное питание.

В географическом отношении регион приурочен к Верхневолжской низине. Верхняя часть низины сложена современными и четвертичными болотными, аллювиальными, флювиогляциальными и моренными отложениями мощностью 25-60 м. Они залегают на плотных юрских глинах мощностью до 30 м, ниже лежат известняки верхнего карбона. Изученная территория занимает северо-западную часть Московского артезианского бассейна.

В основу статьи положены результаты гидрогеологических съемок одних и тех же колодцев и родников, проводившихся авторами в зимнюю межень 1997/1998 и 2018/2019 гг. на территории, примыкающей к Иваньковскому водохранилищу (Григорьева и др., 2000; Ахметьева и др., 2008).

Сопоставимость сравниваемых временных периодов обусловлена аналогичным ходом увлажненности предшествующих лет (табл. 1).

В бассейне Иваньковского водохранилища (метеостанция Тверь) с наблюдается значимое повышение температуры воздуха в последние 30 лет в сравнении с периодом с 1944 по 1974 гг. в зимний период: в январе на 0.6°С, в феврале на 0.67°С , в марте на 0.77°С (Григорьева и др., 2018).

В работе (Гриневский, Поздняков, 2017) показано, что в юго-западной части Московского артезианского бассейна с 1988 по 2012 гг. произошло увеличение ресурсов подземных вод на 9%. Одним из источников возрастания ресурсов является

Таблица 1. Годовые суммы атмосферных осадков (метеостанция Тверь)

Год	Осадки, мм	Год	Осадки, мм
1995	548	2015	594
1996	526	2016	692
1997	751	2017	772
1998	672	2018	644

инфильтрация талых вод во время оттепелей на зеркало грунтовых вод. В таблице 2 представлена характеристика климатических изменений на изученной территории в периоды съемок по данным метеостанции Старица (1997/1998 и 1998/1999 гг.) и метеостанции Тверь (2017/2018 и 2018/2019 гг.).

Большинство обследованных колодцев и родников приурочено ко II и III надпойменным террасам Иваньковского водохранилища и берегам его притоков. Всего обследовано 41 колодец и 8 родников.

На рисунке представлена карта-схема фактического материала по состоянию на 2018/2019 гг.

В процессе работ уровень грунтовых вод (УГВ) измеряли уровнемером с хлопушкой, расходы родников определяли объемным методом. Пробы воды отбирали в соответствии с ГОСТ 31861-2012. Определение химических параметров проб осуществлялось в аккредитованной химической лаборатории ИвНИС ИВП РАН по аттестованным методикам. Содержание Cl^--иона определено аргентометрически, SO_4^{2-} – турбидиметрически, HCO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+} – титриметрически, цветность – колориметрическим методом по Pt–Co шкале.

Подземные воды зоны активного водообмена территории относятся преимущественно к гидрокарбонатному кальциевому, реже гидрокарбонатному кальциево-магниевому типу, с общей минерализацией 0.1–0.6 мг/дм^3. Глубины колодцев в среднем составляют 4.0–8.0 м, колодцы вскрывают аллювиальные водоносные горизонты (с дебитами порядка 0.2–1.0 л/с), аллювиально-флювиогляциальные и флювиогляциальные водоносные горизонты (дебиты 0.02–0.11 л/с). Расходы обследованных родников составляют 0.04–0.4 л/с. В таблице 3 представлен химический состав снеговых, надморенных (fIIms), межморенных флювиогляциальных (fIIdn-ms) и напорных вод верхнего карбона (клязьминско-ассельский C_3k и касимовский C_3ksm).

Региональный поток грунтовых вод направлен к водохранилищу (Лапина и др., 2014).

Результаты и их обсуждение

Формирование химического состава грунтовых вод территории обусловлено процессами смешения, испарения и выщелачивания в совокупности со значительным влиянием антропогенной нагрузки. В зимний период с поверхности грунтовых вод практически нет испарений, значительно уменьшается антропогенная нагрузка. Процессы смешения здесь в основном заключаются в поступлении на зеркало первых от дневной поверхности безнапорных водоносных горизонтов талых вод и перетекании более минерализованных подземных вод в силу изменения соотношения напоров через литологические окна или слабопроницаемый водоупор.

По данным предыдущих исследований выделены маркеры, характеризующие смешение подземных вод с талыми водами при оттепелях и с перетекающими из подстилающих толщ водами – это гидрокарбонаты, кальций, магний и цветность (Лапина и др., 2014; Лапина, Чекмарева, 2018).

Разные сочетания маркеров указывают на источник поступления разбавителя подземных вод. Воды карбона отличаются диапазоном концентраций иона HCO_3^- от 350 до 480 мг/дм^3 и небольшой цветностью. Талые воды имеют близкую

Таблица 2. Среднемесячные температуры воздуха (t) и количество дней с оттепелями (n) в период исследований

Годы	Ноябрь		Декабрь		Январь	
	t	n	t	n	t	n
1997/1998	-1.1	12	-8.2	3	-4.9	7
1998/1999	-9.6	6	-7.0	9	-5.8	6
2017/2018	-0.1	15	-0.9	12	-4.6	5
2018/2019	-0.8	13	-6.5	1	-7.3	0

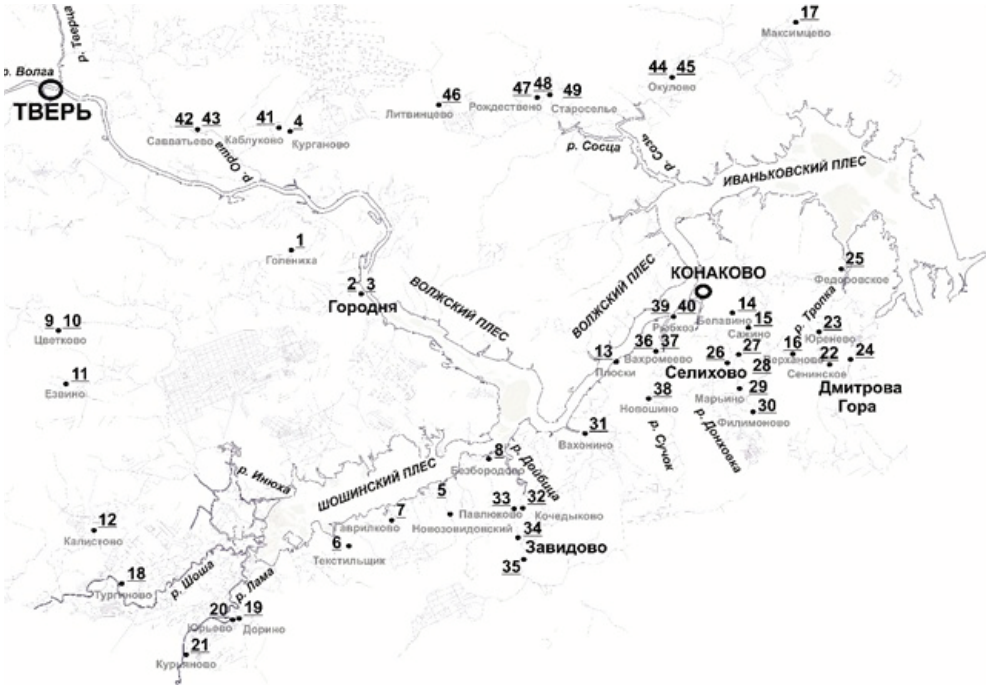

Рис. Карта-схема местоположения опробованных колодцев и родников на примыкающей к Иваньковскому водохранилищу территории

к нулю цветность и мало минерализованы, межморенные воды содержат значительное количество кальция, магния и гидрокарбонатов, цветность их не менее 15-20 град. Pt-Co шкалы.

Практически везде по правому берегу водохранилища сравнение данных съемок с временным разрывом в 20 лет показывает падение УГВ. Амплитуды колебаний УГВ по правобережью водохранилища составляют 0.1-2.5 м, кроме междуречья Донховка–Тропка (рис.), где наблюдается увеличение УГВ на 1.4-1.7 м. По левобережью водохранилища отрицательные амплитуды колебаний УГВ составляют 0.11-3.05 м. На междуречье Орша–Созь (рис.), где породы зоны аэрации выполнены флювиогляциальными песками, а глубины колодцев не более 4 м, наблюдаются положительные амплитуды УГВ, которые составляют 0.88-1.24 м (д. Курганово – №4, д. Литвинцево – №46) (рис.).

В таблице 4 представлены характеристики уровенного и гидрохимического режимов грунтовых вод отдельных колодцев различного местоположения.

Повсеместно наблюдается значительное снижение величины цветности. Амплитуды колебаний цветности составили в родниках и ключевых колодцах 6–15 град., в колодцах правобережья – 10-75 град., левобережья – 18-45 град.

Амплитуды колебаний концентраций иона HCO_3^- находятся в пределах 15- 140 мг/дм^3 для отрицательных значений и 49-116 мг/дм^3 для положительных. На центральном междуречье рек Орша и Созь (рис. 1) единично отмечено значительное снижение концентраций (в д. Курганово от 781 мг/дм^3 в 1998 г. до 610 мг/дм^3 в 2019 г.).

На водосборах отдельных притоков водохранилища имеет место возрастание концентраций гидрокарбонатов (долины рек Шоша и Лама) (рис.).

Амплитуды колебаний концентраций иона кальция в грунтовых водах левобережья водохранилища в целом отрицательные и меняются от 0 до 77 мг/дм^3, по правобережью от о. Низовка до канала им. Москвы – от 2 до 49 мг/дм^3. Положительные амплитуды колебаний концентраций

Таблица 3. Химический состав различных природных вод региона, зимняя межень, мг/дм^3

Параметр	Снег, г. Конаково	Подземные воды (индексы водоносных горизонтов)			
		fIIms	fII dn-ms	C_3k	C_3ksm
HCO_3^-	6	203	323	311	329
Ca^{2+}	1	57	72	57	56.4
Mg^{2+}	0.6	22.3	26.8	30.1	36.2
SO_4^{2-}	4	15	4	4.0	54.0
Cl^-	1.9	3	1	1.3	26.0
Цветность*	7	18	30	10	27
М**	20	305	429	443	543

* градусы, по Pt-Co шкале; ** общая минерализация;

Таблица 4. Динамика УГВ и маркеров смешения в колодцах, съемки 1998/2018 гг.

Параметр	Междуречье				Речная терраса					
	Курганово (№4)		Цветково (№10)		Дубровка (№28)		Вахромеево (№36)		Вахонино (№31)	
	1998	2018	1998	2018	1998	2018	1998	2018	1998	2018
УГВ, м	2.5	1.26	2.7	3.9	5.5	5.4	2.8	1.32	2.9	3.7
Цветность, град.	40	5	60	30	17	5	33	10	30	7
HCO_3^-, мг/дм^3	781	610	348	226	366	397	525	464	506	464
Ca^{2+}, мг/дм^3	188	122	104	54	148	91	114	118	164	118
Mg^{2+}, мг/дм^3	60	64	44	15	41	15	26	27	38	27

иона кальция встречены здесь локально в колодцах, расположенных на высокой пойме р. Сучок в д. Новошино – №38 (32 мг/дм^3) и в воде родника базы отдыха Раздолье – №13 (8.1 мг/дм^3). В бассейне р. Дойбицы амплитуды колебаний преимущественно отрицательные (в пределах 38-112 мг/дм^3).

Прибрежная часть Шошинского плеса водохранилища характеризуется положительными амплитудами колебаний концентраций иона кальция от 6.0 до 74 мг/дм^3. На междуречье Волга–Шоша амплитуды колебаний носят отрицательный характер (от 19.0 до 50 мг/дм^3 в населенных пунктах Цветково – №9, Голениха – №1). В большинстве родников изученной территории произошло снижение концентраций иона кальция в диапазоне 4-27 мг/дм^3, за исключением родников в зоне влияния крупного агрохолдинга «Агропромкомплектация» (Сенинское – №22, Дмитрова Гора – №24), где содержание кальция увеличилось на 6–22 мг/дм^3.

Амплитуды колебаний концентраций иона магния составляют 2-37 мг/дм^3 для положительных величин и 2-29 мг/дм^3 для отрицательных. Его концентрации наиболее значительно возросли в глубоких колодцах (свыше 10.0 м) – в с. Завидово (№ 34), пос. Езвино (№11) и д. Кочедыково (№ 32).

В подземных водах повсюду уменьшилось содержание сульфатов. Амплитуды отрицательных значений лежат в диапазоне 10-400 мг/дм^3.

Снизилось и содержание хлоридов. Отрицательные амплитуды колебаний концентраций хлорид-иона составляют 7-330 мг/дм^3, кроме очагов локального загрязнения, где содержание хлоридов осталось относительно высоким: с. Городня – №2 (90 мг/дм^3) и с. Завидово – №34 (600 мг/дм^3). Эти села находятся в зоне влияния федеральной трассы М-10, где против гололеда используют песчано-соляные смеси. О снижении количества хлоридов в грунтовых водах свидетельствует его повсеместное круглогодичное уменьшение в воде родников, интегрально характеризующих состояние подземной гидросферы (Злобина и др., 2017). В таблице 5 показана сравнительная динамика компонентов основного состава и цветности (Цв) в колодцах и родниках в 1998 и 2018 гг. (декабрь).

Падение УГВ в регионе может носить локальный характер, присущий особенностям функционирования Иваньковского водохранилища. После того, как с марта по ноябрь 2014 г. уровень воды в водохранилище составлял 123.0 м, что на один метр меньше НПУ (124.0 м), из большинства колодцев прибрежной зоны вода ушла, пруды пересохли. Наиболее катастрофически сложилась ситуация в прибрежной зоне Шошинского плеса, где после 2014 г. вода в пересохших колодцах на момент съемок 2018/2019 г. не появилась. Меньшее падение УГВ отмечено в колодцах, в которых бьют ключи.

Заключение

Разбавление грунтовых вод талыми во время оттепелей происходит вследствие гидроклиматических изменений, что подтверждается трансформацией химического состава грунтовых вод и повышением УГВ при сравнении зимних периодов 1997-1998 гг. и 2018-2019 гг.

Талые воды поступают на поверхность грунто-

Таблица 5. Динамика маркеров смешения, сульфатов и хлоридов в колодцах (к) и родниках (р) 1998/2018 гг., мг/дм³

Параметр	Год	Водоносные горизонты							
		Аллювиальные				Флювиогляциальные			
		Конаково (№39)		Савватьево (№№42, 43)		Окулово (№№44, 45)		Городня (№№2, 3)	
		к	р	к	р	к	р	к	р
Цветность, град.	1998	40	20	23	33	95	23	37	20
	2018	10	5	17	3	30	10	22	5
HCO_3^-	1998	140	153	207	146	220	220	256	409
	2018	183	165	244	128	171	177	214	458
Ca^{2+}	1998	55	58	80	44	42	54	60	180
	2018	70	40	53	39	40	40	46	126
Mg^{2+}	1998	12	8	29	14	16	16	24	38
	2018	17	9	19	8	8	12	15	50
SO_4^{2-}	1998	45	31	24	48	50	47	73	212
	2018	35	20	37	14	12	17	19	91
Cl^-	1998	56	6	35	4	4	8	42	9
	2018	11	2	14	3	3	14	16	49

вых вод преимущественно там, где зона аэрации сложена песками.

В местах интенсивной техногенной нагрузки наблюдается рост притока в грунтовые воды вод нижезалегающих межморенных и каменноугольных водоносных горизонтов. Приток определяется по одновременному возрастанию концентраций ионов гидрокарбонатов, кальция и магния.

Снижение промышленной и сельскохозяйственной нагрузки на исследуемой территории повлекло за собой снижение концентраций сульфатов и хлоридов.

Дальнейшее потепление климата в регионе исследований, очевидно, приведет к увеличению продолжительности и интенсивности оттепелей. Следствием этого может быть не локальное, как сейчас, а повсеместное разбавление грунтовых вод талыми, проникновение в них загрязнителей на отдельных участках, активизация оползней на приречных склонах.

Полученные выводы носят предварительный характер и могут быть подтверждены или опровергнуты при дальнейших исследованиях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Тверской области в рамках научного проекта №18-45-690001.

Список литературы

1. Ахметьева Н.П., Лапина Е.Е., Лола М.В. Экологическое состояние природных вод водосбора Иваньковского водохранилища и пути по сокращению их загрязнения. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 240 с.

2. Боревский Б.В., Марков М.Л. Является ли меженный расход рек мерой питания подземных вод или общего подземного стока // Разведка и охрана недр. М.: ФБГУ «ВИМС», 2014. №5. С. 10–16.

3. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 1008 с.

4. Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Кузовлев В.В., Лапина Е.Е., Лапина Л.Э., Чекмарева Е.А. Предварительные результаты исследования закономерностей и факторов формирования зимнего гидрохимического режима поверхностных и подземных вод Тверской области // Сборник трудов региональных научных проектов Тверской области 2018 г. в сфере фундаментальных исследований / Под ред. В.М. Самсонова, С.В. Жукова. Тверь: Изд-во ТГУ, 2018. С. 10–16.

5. Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Иваньковского водохранилища и его водосбора. Конаково, 2000. 248 с.

6. Гриневский С.О., Поздняков С.П. Ретроспективный анализ влияния климатических изменений на формирование ресурсов подземных вод // Вестник Моск. ун-та. сер. 4. Геология. 2017. №2. С. 42–51.

7. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.

8. Злобина И.Л., Медовар Ю.А., Юшманов И.О. Трансформация состава и свойств подземных вод при изменении окружающей среды. М.: Изд-во «Мир науки», 2017. http://izd-mn.com/PDF/21MNNPM17.PDF.

9. Ковалевский В.С. Влияние изменений гидрогеологических условий на окружающую среду. М.: Наука, 1994. 138 с.

10. 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.

11. Лапина Е.Е., Чекмарева Е.А. Оценка современного со-

стояния подземных вод в береговой зоне Иваньковского водохранилища и его притоков в зимний период // Вестник ТвГУ. Сер. «География и геоэкология». 2018. №3. С. 45–60.

References

1. Akhmet`eva N.P., Lapina E.E., Lola M.V. E`kologicheskoe sostoyanie prirodnykh vod vodosbora Ivan`kovskogo vodokhranilishha i puti po sokrashheniyu ikh zagryazneniya [The ecological state of the natural waters of the Ivankovo reservoir and ways to reduce their pollution]. M.: Izdatel`stvo LKI, 2008. 240 p.

2. Borevskij B.V., Markov M.L. Yavlyaetsya li mezhenny`j raskhod rek meroj pitaniya podzemnykh vod ili obshhego podzemnogo stoka [Is low-flow river flow a measure of groundwater supply or total groundwater flow?] // Razvedka i okhrana nedr [Subsoil exploration and protection]. M.: FBGU «VIMS», 2014. No 5. P. 10–16.

3. Vtoroj ocenochny`j doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossijskoj Federacii [The second assessment report of Roshydromet on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation]. M.: Rosgidromet. 2014. 1008 s.

4. Grigor`eva I.L., Komissarov A.B., Kuzovlev V.V., Lapina E.E., Lapina L.E`., Chekmareva E.A. Predvaritel`ny`e rezul`taty` issledovaniya zakonomernostej i faktorov formirovaniya zimnego gidrokhimicheskogo rezhima poverkhnostnykh i podzemnykh vod Tverskoj oblasti [Preliminary results of the study of the patterns and factors of the formation of the winter hydrochemical regime of surface and underground waters of the Tver region] // Sbornik Trudov regional`ny`kh nauchny`kh proektov Tverskoj oblasti 2018 g. v sfere fundamental`ny`kh issledovanij / Ed. V.M. Samsonov, S.V. Zhukova. Tver`: TGU, 2018. P. 10–16.

5. Grigor`eva I.L., Lanczova I.V., Tulyakova G.V. Geoe`kologiya Ivan`kovskogo vodokhranilishha i ego vodosbora [Geoecology of the Ivankovo reservoir and its catchment]. Konakovo, 2000. 248 p.

6. Grinevskij S.O., Pozdnyakov S.P. Retrospektivnyj analiz vliyaniya klimaticheskikh izmenenij na formirovanie resursov podzemnykh vod/Vestn. Mosk. Un-ta.. ser. 4. Geologiya [Bulletin of the Moscow University. ser. 4. Geology]. 2017. No 2. P. 42–51.

7. GOST 31861-2012. Voda. Obshhie trebovaniya k otboru prob [Water. General sampling requirements].

8. Zlobina I.L., Medovar Yu.A., Yushmanov I.O. Transformaciya sostava i svojstv podzemny`kh vod pri izmenenii okruzhayushhej sredy` [The transformation of the composition and properties of groundwater during environmental changes]. M.: Izd-vo «Mir nauki», 2017. http://izd-mn.com/PDF/21MNNPM17.PDF.

9. Kovalevskij V.S. Vliyanie izmenenij gidrogeologicheskikh uslovij na okruzhayushhuyu sredu [The environmental impact of changes in hydrogeological conditions]. M.: Nauka, 1994. 138 p.

10. Lapina E.E., Akhmet`eva N.P., Kudryashova V.V. Rodniki doliny` verkhnej Volgi i ee pritokov: usloviya formirovaniya, rezhim, okhrana [Springs of the upper Volga valley and its tributaries: formation conditions, regime, protection]. Tver`: «Kupol», 2014. 256 p.

11. Lapina E.E., Chekmareva E.A. Ocenka sovremennogo sostoyaniya podzemny`kh vod v beregovoj zone Ivan`kovskogo vodokhranilishha i ego pritokov v zimnij period [Оценка современного состояния подземных вод в береговой зоне Иваньковского водохранилища и его притоков в зимний период] // Vestnik TvGU. Seriya «Geografiya i Geoe`kologiya» [Bulletin of the Tver University. Ser. «Geography and geoecology»]. 2018. No 3. P. 45–60.

Lapina E.E., Grigorieva I.L. **Retrospective analysis and forecast assessments of change of underground water quality around Ivankovsky reservoir during the winter period**.

The change in the hydrochemical parameters of groundwater in the territory adjacent to the Ivankovo reservoir was investigated. Winter low-water periods of 1997/1998 and 2018/2019 are compared. Concentration of sulfates, chlorides and color values decreased everywhere in groundwater over 20 years. The decrease in concentration of bicarbonate, calcium and magnesium ions occurred in the groundwater under the condition of the sandy aeration zone due to penetration of meltwater onto the groundwater table. In centers of high anthropogenic load in wells and springs was observed an increase in bicarbonates and magnesium concentration, and to a lesser extent, concentration of calcium, which may be associated with overflow from other aquifers. A decrease in groundwater level from 0.6 to 3.2 m was observed.

Keywords: retrospective analysis; mixing; groundwater; Ivankovo reservoir; winter; climate.

Информация об авторах

Лапина Елена Егоровна, старший научный сотрудник, кандидат геолого-минералогических наук, Иваньковская НИС – филиал ФГБУН Институт водных проблем РАН, 171251, Россия, Тверская обл., г. Конаково, ул. Белавинская, 61а, E-mail: shtriter_elena@rambler.ru.

Григорьева Ирина Леонидовна, ведущий научный сотрудник, кандидат географических наук, Иваньковская НИС – филиал ФГБУН «Институт водных проблем РАН», 171251, Россия, Тверская обл., г. Конаково, ул. Белавинская, 61а, E-mail: Irina_Grigorieva@list.ru.

Information about the authors

Elena E. Lapina, Senior Researcher, Ph.D. in Geology, Ivankovskaya SIS – Branch of FSBI «Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences», 61a, Belavinskaya st., Konakovo, Tver region, 171251, Russia, E-mail: shtriter_elena@rambler.ru.

Irina L. Grigoryeva, Leading Researcher, Ph.D. in Geography, Ivankovskaya SIS – Branch of FSBI «Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences», 61a, Belavinskaya st., Konakovo, Tver region, 171251, Russia, E-mail: Irina_Grigorieva@list.ru.