

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

УДК 556.114.6

Исследование влияния родниковой разгрузки на параметры химического состава и температуру поверхностных вод верхнего течения р. Вишеры

С.С. Ваганов, П.А. Белкин, Е.В. Дробинина, И.К. Габов

Пермский государственный национальный исследовательский университет

614068, Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: vaganov_ss@mail.ru

(Статья поступила в редакцию 02.08.2025 г.)

Представлены результаты исследования влияния родниковой разгрузки на химический состав и температуру поверхностных вод верхнего течения р. Вишеры. Исследования проводились в летнюю межень с 2018 по 2022 г. Анализ данных показал, что качество воды соответствует нормам ПДК, что, по-видимому, обусловлено удаленностью района от крупных населенных пунктов, промышленных предприятий и транспортных магистралей. Установлено, что субаквальные карстовые источники играют значительную роль в формировании речного стока, обеспечивая 22–36 % его общего объема. Изменения химического состава вод связаны с растворением карбонатных пород, формирующих состав подземных вод, а также с особенностями миграции химических элементов в исследуемом районе. Полученные данные расширяют представления о гидрогеологических, гидрологических и гидрогеохимических процессах на территории заповедника «Вишерский». Подчеркивается важность мониторинга подземных вод, скрытно разгружающихся в русло реки, для оценки состояния водных объектов как на охраняемых, так и на урбанизированных территориях.

Ключевые слова: *р. Вишера, заповедник «Вишерский», химический состав, субаквальный источник, речной сток, подземные и поверхностные воды.*

DOI: 10.17072/psu.geol. 24.3.202

Введение

Гидрогеохимический анализ водных систем играет ключевую роль в изучении качества воды и ее воздействия на окружающую среду. При проведении такого анализа исследуется влияние разнообразных факторов на изменение химического состава изучаемых водных объектов.

Формирование химического состава природных вод происходит благодаря ряду факторов, среди которых выделяют следующие группы: физико-географические, геологические, физико-химические, биологические и антропогенные (Двинских, 2020).

Целью данной работы является установление факторов формирования химического состава верхнего течения р. Вишеры, а также

обобщение данных обследований, проведенных в течение 2018–2022 гг., и характеристика влияния родниковой разгрузки на параметры химического состава и температуру поверхностных вод.

Исследуемый объект

Исследуемый объект (верхнее течение р. Вишеры) характеризуется сложными геологическими условиями, распространением карстующихся пород и существенной ролью субаквальной разгрузки подземных вод в формировании стока реки, достигающей 22–36 % (Vaganov, 2022). На этом участке сотрудниками геологического факультета ПГНИУ проводятся ежегодные наблюдения за составом и характеристиками поверхност-

© Ваганов С.С., Белкин П.А., Дробинина Е.В., Габов И.К., 2025



Работа лицензирована в соответствии с CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ных вод р. Вишеры и подземных вод карстовых субаквальных источников (Белкин, 2016; Блинов, 2005).

Река Вишера является одной из крупнейших рек Пермского края. Она берет свое начало в государственном заповеднике «Вишерский» на северо-востоке Пермского края, на границе с Республикой Коми и Свердловской областью. Площадь водосбора р. Вишеры составляет 31200 км², длина реки – 415 км. Река имеет весьма извилистое течение. В верховьях, т.е. на территории Вишерского заповедника, река носит горный характер и имеет узкую долину с крутыми скалистыми склонами (рис. 1). Питание реки смешанное, преимущественно снеговое.

В пределах Вишерского заповедника на протяжении всего течения в р. Вишеру впадает множество притоков, русла которых приурочены к межгорным понижениям. Наиболее крупными из них являются (вниз по течению): Хальсория (правый), Ниолс (левый), Лопья (правый), Муравей (левый), Мойва (левый) и Лыпя (правый). Реки имеют типично горный характер и отличаются быстрым течением, наличием в русле порогов, перекатов и отдельных камней, достигающих двух метров в поперечнике. Речные долины глубоко врезаны, берега крутые, в большинстве случаев представляющие собой скальные обнажения высотой 80–100 и более метров.

В таблице 1 приводятся гидрологические характеристики водосборов рек в исследуемых створах, полученные по данным топографической съемки масштаба 1:5000, данным космической съемки с использованием программного комплекса Google Earth.

Климат района умеренно-континентальный с продолжительной зимой и коротким прохладным летом. Среднегодовые температуры отрицательные, температура самого холодного месяца (января) – 20,6° С, самого теплого месяца (июля) – +16,7° С.

По количеству выпадающих за год осадков (850–950 мм) в районе р. Вишеры район относится к зоне избыточного увлажнения. Осадки теплого периода оказывают существенное значение в питании подземных вод, которые обеспечивают высокие расходы рек в меженный период.

Тектоника, геологические и гидрогеологические условия

В тектоническом отношении территория заповедника целиком входит в состав складчатых структур Урала. Горные породы собраны в крупные линейные складки, осложненные разрывами. Наиболее крупной тектонической единицей в пределах заповедника «Вишерский» является Гошемский (водораздельный) разлом, падающий на восток под углом 30 градусов и отделяющий Салатимскую козырьковую структуру от комплексов Центрально-Уральского поднятия. Салатимская структура, сложенная интенсивно катаклазированными вулканическими породами саранхапнерской свиты с глаукофаном, кросситом, располагается на Уральском водоразделе и к востоку от него – за пределами заповедника. К западу от разлома в Колпаковско-Мансипальской линейной структуре развиты образования чувальской свиты.

Таблица 1. Гидрографические характеристики рек в исследуемых створах

№ створа	Река-пункт	Площадь водосбора, км ²	Длина реки, км	Уклон, м/км	Залесенность, %	Заболоченность, %
1	Хальсория – устье	79,2	16,6	22,8	53,6	4,4
2	Ниолс – устье	183	26,3	10,9	77,0	4,8
3	Лопья – устье	212	28,2	20,8	68,3	5,2
4	Муравей – устье	89,5	19,0	25,4	86,4	1,6
5	Мойва – устье	567	52,1	10,6	63,3	2,6
6	Лыпя – устье	392	52,2	3,4	94,1	4,7
7	Вишера – 2 км ниже устья р. Лыпя	2005	82,4	9,0	74,0	1,8



Рис. 1. Местоположение территории исследований

Многие элементы рельефа территории заповедника «Вишерский», а также химический состав подземных и поверхностных вод теснейшим образом связаны с геологическим строением, которое здесь имеет сложную структуру и чьи многие детали еще не выяснены (Попов, 1997).

В геологическом отношении район представлен рифейскими, ордовикскими, силурийскими, девонскими и пермскими породами, а также четвертичными отложениями (Попов, 1997; Ракшин, 1974; Вихтер, 1997). В тектоническом отношении исследуемый район входит в состав складчатых структур Урала (Геология СССР, 1969).

Исследуемая территория характеризуется весьма сложными и разнообразными гидрогеологическими условиями (гидрогеологическая карта Красновишерского района). Территория относится к бассейну грунтовых вод зон трещиноватости в породах нижнего палеозоя и протерозоя Центрально-Уральского поднятия (Шимановский, 1973).

Подземные воды приурочены здесь к верхней трещинной зоне выветривания древних пород, зонам тектонических нарушений и контактов различных литологических разновидностей пород, жильным полям, а также к рыхлым покровным отложениям, гидравлически взаимосвязанным между со-

бой, и представляют единый подземный поток преимущественно безнапорных вод, питание которых происходит за счет атмосферных осадков, а разгрузка – по долинам рек и горным склонам. По условиям циркуляции они подразделяются на четыре типа: пластово-поровые, трещинные, трещинно-карстовые и трещинно-жильные (Шимановский, 1973).

Карст

Территория заповедника относится к Верхневишерскому району карбонатного карста (Горбунова, 1992). Район расположен в бассейнах верховьев р. Вишеры и ее притоков Лыпы и Улса. Здесь закарстованы карбонатные породы среднего ордовика и силура. Наиболее распространены неглубокие блюдцеобразные, заполненные элювиально-делювиальным материалом и задернованные воронки, некоторые из них заполнены водой. Реже встречаются конусообразные формы с выходами коренных пород на стенках и понорами на дне. В мраморах лудловского яруса (силур) плотность воронок достигает 12 штук на км². На левобережье р. Вишеры поноры в руслах ее притоков поглощают поверхностный сток, в основном в зоне Таборского надвига.

Суходолы имеются в бассейнах рек Таборная, Зырянновка, Ивановка, Чувалка, Пропашая, Верхняя Паниха, Нижняя и Верхняя Юбрьшка, а также на правом берегу р. Вишеры – Сухая Лыпя и Гладкий Лог. Кольматированный карст установлен на водоразделе рек Велса и Вишеры, Лыпя и Вишеры, на северном окончании хребта Тулымский Камень, по левобережью р. Велс в нижнем течении. Карстовые воронки глубиной от 10 до 40 м и диаметром 50–100 м заполнены олигоценовыми гравийно-песчаными аллювиальными отложениями с линзами белых глин. В устье р. Сухая Лыпя мелкие полости вскрыты скважинами до глубины 106 м, причем до отметки 96 м они заполнены аллювием. Попов И.Б. и другие относят карст в верховьях р. Вишеры к кольскому типу. Он проявляется в виде воронок диаметром 3–25, глубиной 1,5–2,0 м, реже до 8 м, расположенных цепочками (Блинов, 2005).

Наиболее интенсивный карст установлен на восточном склоне хр. Ольховский Камень, на северо-западе и севере массива горы Ишерим, на южном перевале хр. Молебный Камень и на западном склоне хр. Муравьиный Камень.

Исследование влияния родниковой разгрузки

Исследуемый участок реки расположен в верхнем течении в пределах границ государственного природного заповедника «Вишерский» (рис. 2).

По результатам данных наблюдений построен график изменения параметров химического состава и температуры воды по течению реки (рис. 3). На график нанесены результаты исследований 2018, 2020–2022 гг.

Температурный режим р. Вишеры на исследованном участке напрямую зависит от климатических условий, а также от стока подземных вод, температура которых не более 5 °С. Температура в летнюю межень в год исследования варьировала от 11 до 15,3 °С (рис. 3).

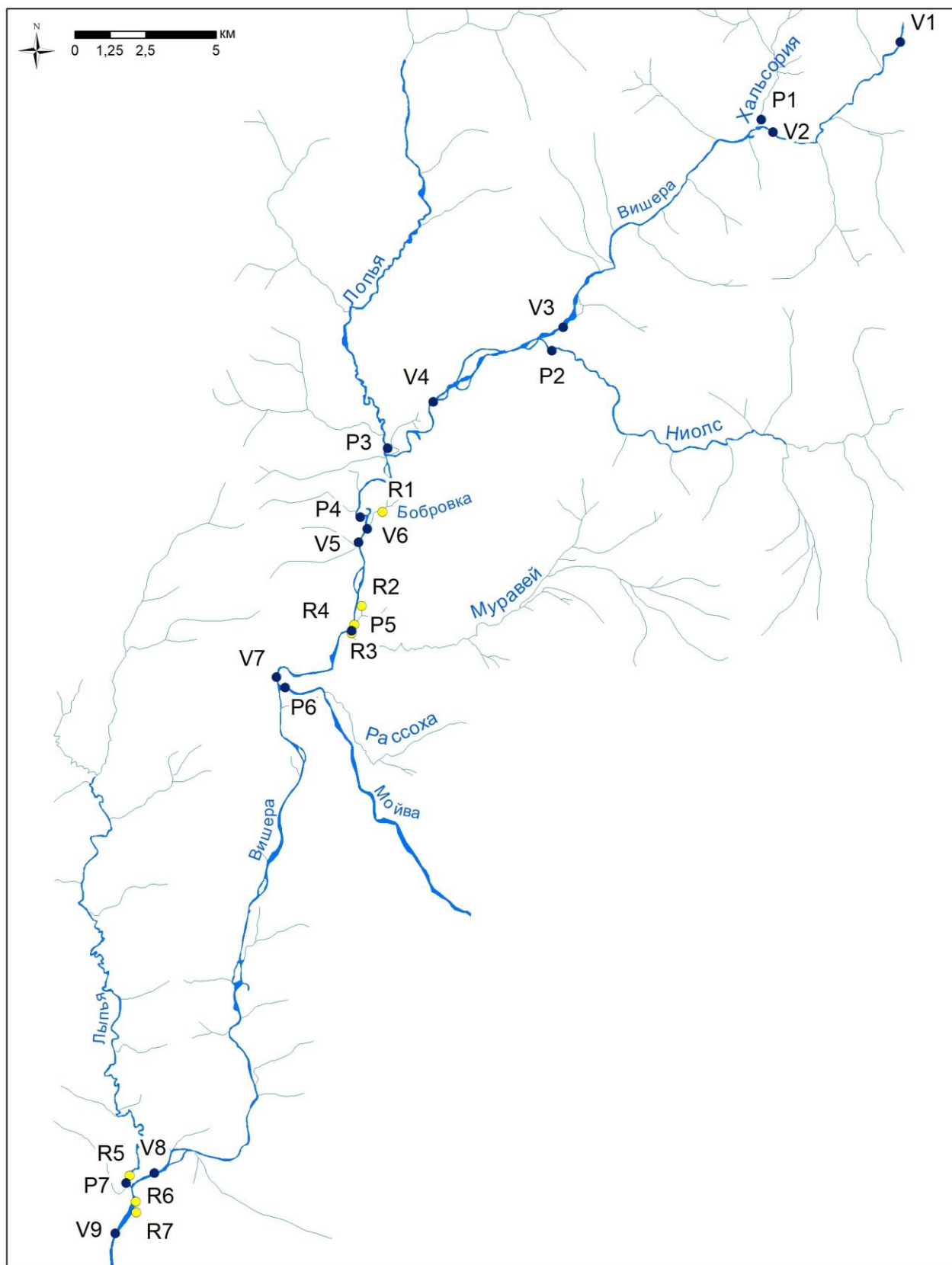
Вода р. Вишеры на протяжении всего участка наблюдений ультрапресная, с минерализацией менее 100 мг/дм³. Состав воды гидрокарбонатно-кальциевый. Отмечается постепенный рост минерализации воды от начала исследованного участка к его окончанию по средним значениям от 28 до 73 мг/дм³. Рост минерализации воды происходит в основном за счет повышения содержания гидрокарбонатного иона и иона кальция (рис. 3), в значительно меньшей степени это обусловлено повышением содержания сульфат-иона, ионов магния и натрия.

Такие изменения в химическом составе связаны как с особенностями химического состава карстующихся карбонатных пород, вследствие растворения которых формируется состав подземных вод, так и с условиями миграции химических элементов в исследуемом районе р. Вишеры (Блинов, 2005; Белкин, 2016; Ваганов, 2017).

Водородный показатель воды р. Вишеры в начальной точке исследованного участка (верховья р. Вишеры) имеет нейтральное значение (6,9). Ниже по течению от мест разгрузки субаквальных карстовых источников значения рН в речных водах повышаются до 7,8, а в конце изучаемого участка составляют 7,5 (рис. 4).

Таким образом, выявлена общая закономерность роста показателя рН речных вод р. Вишеры, обусловленного поступлением вод карстовых источников. Это связано с тем, что большую роль в формировании химического состава подземных вод закарстованных массивов играет растворение карбонатных пород. В результате растворения карбонат-ионов вода субаквальных источников становится слабощелочной со значениями рН 7,9–8,2.

Крупный приток р. Вишеры – р. Бобровая, питание которой практически полностью осуществляется за счет многочисленных карстовых источников подземных вод, разгружающихся из субгоризонтальной трещины в скальном выходе карбонатных горных пород. Большую часть года трещина располагается ниже уреза воды р. Бобровой, и разгрузка происходит субаквально (рис. 5А).



Условные обозначения

- Пункты отбора поверхностных вод
- Пункты отбора проб подземных вод

Рис. 2. Схема расположения отбора проб подземных и поверхностных вод

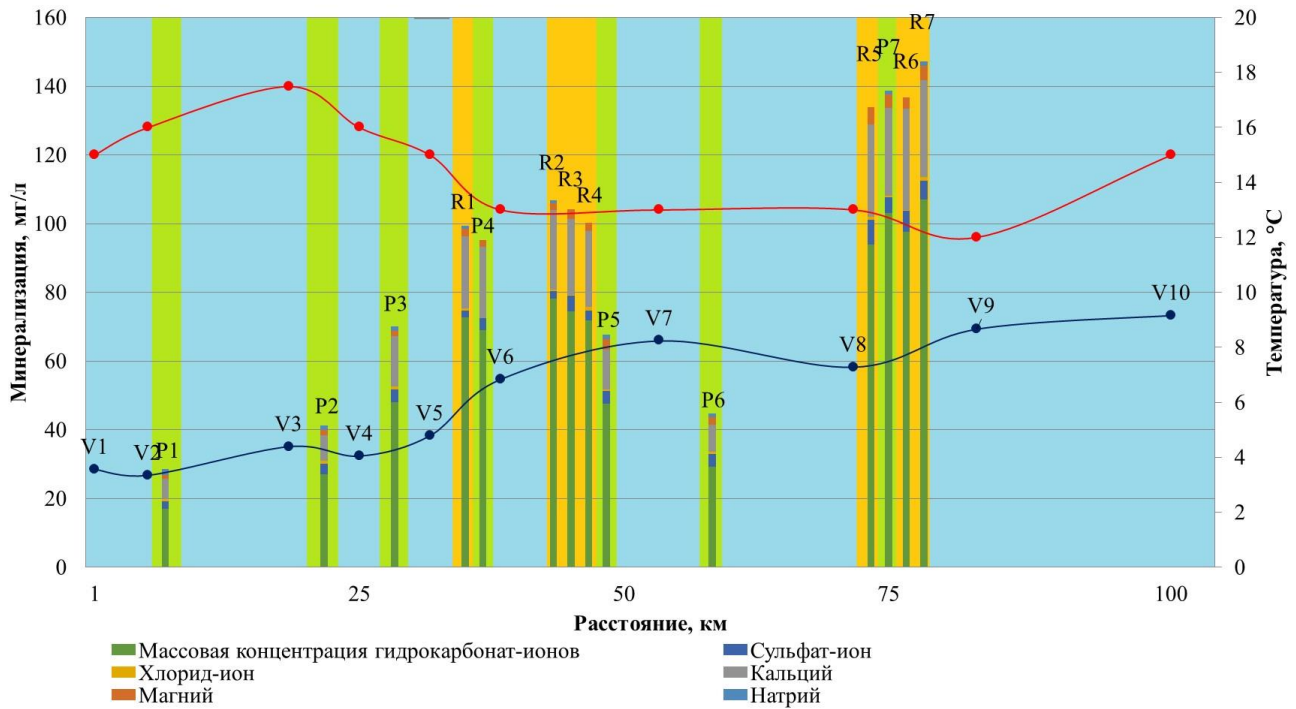


Рис. 3. График изменения минерализации и температуры поверхностных вод верхнего течения р. Вишеры

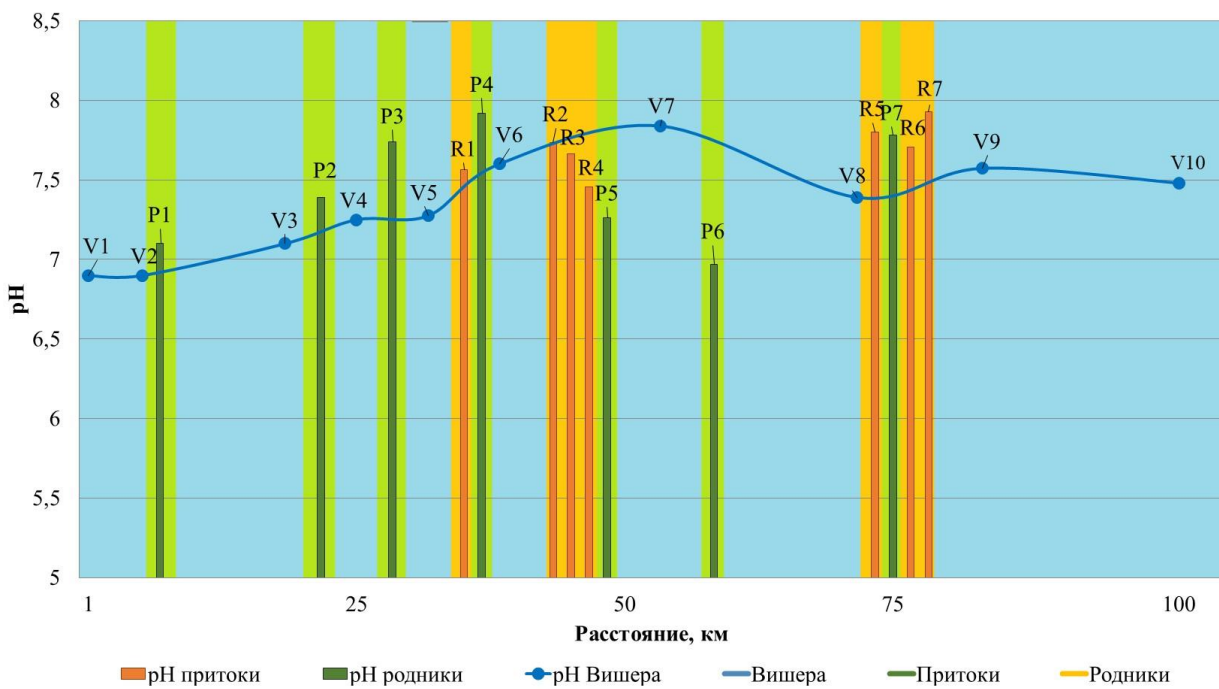


Рис. 4. График изменения минерализации и температуры поверхностных вод верхнего течения р. Вишеры

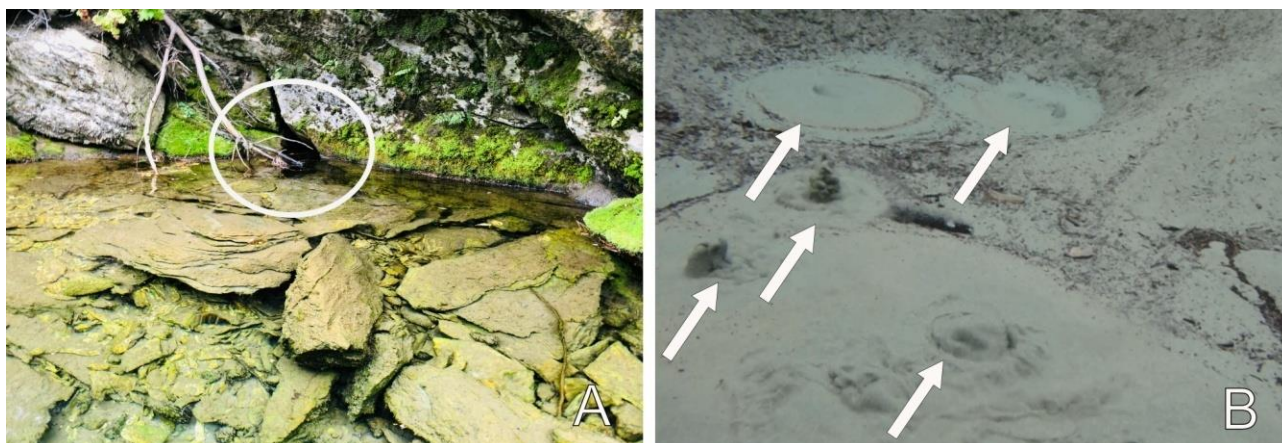


Рис. 5. Разгрузка из трещины (А); разгрузка со дна, через слой (В)

Ниже по течению р. Вишеры в формировании расхода воды участвуют несколько крупных карстовых источников в районе устья р. Муравей (рис. 5В). Они разгружаются субаквально в образуемые ими карстовые озера, сток из которых поступает в р. Вишеру. Суммарный средний расход – 1300 л/с.

Еще один крупный субаквальный карстовый источник расположен в устье р. Сухая Лыпя, которая на большом участке имеет только подземный сток. Здесь разгрузка происходит со дна карстовой воронки, образуя озеро, вода из которого переливается в р. Лыпью со средним расходом 450 л/с и в дальнейшем попадает в р. Вишеру.

Всего при проведении работ описано 7 крупных субаквальных карстовых источников, разгрузка которых осуществляется в русло р. Вишеры.

Сводная информация по результатам химического анализа проб воды представлена в табл. 2.

Расход воды р. Вишеры, притоков и источников

Средний расход рек и источников подземных вод рассчитан в период летней межени 2018, 2020–2022 гг. Измеренные расходы и температура воды рек и источников подземных вод приведены в табл. 3.

В начальной точке участка исследований, которая расположена выше по течению зоны выхода на поверхность закарстованных карбонатных пород, средний расход р. Вишеры составлял 3115 л/с. В 4 км ниже в р. Вишеру

впадает р. Лопья, расход которой в устье на период измерений составлял 949 л/с.

Следовательно, р. Лопья на достаточно протяженном участке имеет только подземный сток и химический состав воды, которой формируется за счет растворения карбонатных горных пород. Еще один крупный субаквальный карстовый источник расположен в устье р. Сухая Лыпя, которая на большом участке имеет только подземный сток. Здесь разгрузка происходит со дна карстовой воронки, образуя озеро, вода из которого переливается в р. Лыпью с расходом 434 л/с и в дальнейшем попадает в р. Вишеру. Измерение расхода воды в замыкающем створе в условиях проведения работ было невозможно из-за значительной глубины и скорости потока реки.

Заключение

Анализируя данные о химическом составе воды, можно сделать вывод, что воды соответствуют нормам ПДК. Авторы предполагают, что это связано с удаленностью района от крупных населенных пунктов, предприятий и дорог.

Изучение свойств и состава подземных и поверхностных вод на 100-километровом участке в верховьях р. Вишеры показало, что мощная разгрузка субаквальных карстовых источников играет значительную роль в формировании речного стока. Вклад крупнейших родников в формирование речного стока составляет 22–36 % от общего стока р. Вишеры.

Таблица 2. Сводная таблица по результатам химического анализа отобранных проб воды

Шифр	Точка отбора	Температура, °С	Минерализация, мг/л	Содержание, мг/л					
				Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
V0.1	р. Вишера	1,17	28,534	1,91	1,17	5,87	1,12	3,63	13,9
V0.2	р. Вишера	1,18	26,75	1,73	1,18	5,74	0,9	3,34	13,3
P1	приток	1,15	28,59	1,68	1,15	6	0,56	2,3	16,9
V0.3	р. Вишера	0,91	35,125	2,65	0,91	4,69	1,24	4,11	15
P2	приток	1,45	52,06	1,35	1,45	7,48	0,99	3,05	27
V1	р. Вишера	0,76	32,385	0,99	0,76	3,9	0,5	1,41	15
P3	приток	1,5	87,41	1,31	1,5	14,7	0,85	3,71	48,1
V2	р. Вишера	1,06	38,3175	0,7	1,06	8,4	0,5	1,52	33,8
R1	родник	2,12	101,9875	0,88	2,12	21,1	0,5	1,97	72,8
P4	приток	1,9	100,012	0	1,9	20,8	0,1	3,5	68,9
V3	р. Вишера	1,37	54,73	0,76	1,37	8,89	0,5	2,07	33
R2	родник	1,99	112,91	0,9	1,99	23,1	0,5	2,15	78,2
R3	родник	2,7	109,956	0	2,7	22,1	0,2	4,6	74,5
R4	родник	2,4	110,034	0	2,4	22	1,2	2,8	71,8
P5	приток	3,17	72,57333	1,21	3,17	11,5	0,5	3,66	47,6
V4	р. Вишера	1,26	65,95	0,66	1,26	12,8	0,5	1,72	45,8
P6	приток	2,15	47,51333	1,1	2,15	7,9	0,77	3,56	29,3
V5	р. Вишера	2,33	58,28	1,52	2,33	10,7	1,23	5,47	36,3
R5	родник	5,1	133,736	0	5,1	26,9	0,7	7,2	94
P7	приток	4,01	147,71	1,07	4,01	25,5	0,5	4,68	103
R6	родник	3,3	137,53	0	3,3	29,5	0,2	6,2	97,6
R7	родник	4,21	147,58	1,31	4,21	28,2	0,96	5,53	107
V6	р. Вишера	1,43	69,3825	1,99	1,43	12,9	3,2	2,03	42,8
V7	р. Вишера	2,89	73,34	1,71	2,89	14,3	1,38	6,63	50,1
V8	р. Вишера	4,12	82,38	1,12	4,12	17,8	0,5	3,55	71,6
V9	р. Вишера	5,56	199,75	21,6	5,56	28,2	28,7	16,2	91,1

Таблица 3. Измеренные расходы и температура воды р. Вишеры, ее притоков и субаквальных источников (период летней межени)

№ п/п	Описание	Средний расход воды, л/с	Средняя температура воды, °С
1	р. Вишера, 4 км выше устья р. Лопья	3115	16
2	р. Лопья, устье	949	18,5
3	р. Вишера, выше устья р. Бобровая	5325	15
4	р. Бобровая, устье	3114	5
5	Родник 1 (400 м выше устья р. Бобровая)	10	4
6	Родник 2 (900 м выше устья р. Муравей)	829	4
7	Родник 3 (450 м выше устья р. Муравей)	298	4
8	Родник 4 (200 м выше устья р. Муравей)	188	4
9	р. Вишера, выше устья р. Мойва	16420	13
10	Родник 5 (300 м выше устья р. Лыпя)	434	5
11	Родник 6 (900 м ниже устья р. Лыпя)	10	4
12	р. Вишера, ниже устья р. Лыпя	–	12

Изменения в химическом составе связаны как с особенностями химического состава карстующихся карбонатных пород, вследствие растворения которых формируется состав подземных вод, так и с условиями миграции химических элементов в исследуемом районе р. Вишеры.

Полученные результаты существенно дополняют и расширяют знания о гидро-

геологических, гидрологических и гидро-геохимических особенностях территории заповедника «Вишерский». В то же время результаты исследования показывают, что мониторинг состава и свойств подземных вод, скрытно разгружаемых в русле реки, является важной частью контроля водных объектов как охраняемых и застроенных территорий.

Исследование выполнено при поддержке Пермского края, соглашение № С-26/1872.

Библиографический список

Белкин П.А., Ваганов С.С. Результаты исследования зон субаквальной разгрузки подземных вод в верхнем течении р. Вишеры // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: сб. ст. юбилейной конф., посвящ. 100-летию Перм. ун-та и 85-летию геол. ф-та. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2016. С. 187–189.

Блинов С.М., Лавров И.А., Батулин Е.Н. Изучение субаквальных карстовых источников: задачи, перспективы, методы // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы региональной научно-практической конференции. Пермь, 2005. С. 287–290.

Ваганов С.С. Комплексные исследования субаквальных карстовых источников в бассейне реки Шаква // Шестнадцатая Международная Молодежная научная конференция «Экологические проблемы недропользования». СПб, 2016. С. 207–209.

Вихтер Б.Я., Ревякин П.С. Тектоника заповедника «Вишерский» // Тезисы докл. научн.

конф. «Геология и полезные ископаемые Западного Урала». Пермь, 1997. С. 134–139.

Геология СССР. Урал. М.: Изд-во Недра, 1969. Т. 12. 688 с.

Горбунова К.А., Андрейчук В.Н., Костарев В.П., Максимович Н.Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992. 200 с.

Двинских С.А. Факторы формирования и элементы химического состава поверхностных вод. Пермь, 2020. 77 с.

Попов И.Б. О средних составах стратифицированных комплексов заповедника «Вишерский» // Тезисы докл. научн. конф. «Геология и полезные ископаемые Западного Урала». Пермь, 1997. С. 107–112.

Ракицин П.П., Золотова В.П., Девингталь В.В., Проворов Ю.А. Ассельский ярус среднего течения реки Вишеры // Геология и петрография Западного Урала. Пермь, 1974. Вып. 6. С. 88–96.

Шимановский Л.А., Шимановская И.А. Пресные подземные воды Пермской области. Пермь, 1973. 196 с.

Vaganov S., Blinov S., Belkin P., Perevoshchikov R. The role of subaquatic springs in the formation of flow, temperature and chemical composition of river water in the reserve. *Journal of Ecological Engineering*. 2022. Т. 23, № 3. С. 39–48. DOI: 10.12911/22998993/145465 EDN: GIHVHG

Study of the Influence of Spring Discharge on the Chemical Composition and Temperature of Surface Waters in the Upper Reaches of the Vishera River

S.S. Vaganov, P.A. Belkin, E.V. Drobinina, I.K. Gabov

Perm State University

15 Bukireva Str., Perm 614068, Russia

E-mail: vaganov_ss@mail.ru

The article presents the results of study of the impact of spring discharge on the chemical composition and temperature of surface waters in the upper reaches of the Vishera River. The research was conducted during the summer low-water period from 2018 to 2022. Data analysis showed that the water quality complies with MPC standards, which is apparently due to the remoteness of the area from large settlements, industrial enterprises, and transport routes. It has been established that subaquatic karst springs play a significant role in the formation of river flow, providing 22–36% of its total volume. Changes in the chemical composition of water are associated with dissolution of carbonate rocks that form the composition of groundwater, as well as with the peculiarities of the migration of chemical elements in the study area. The data obtained expand our understanding of the hydrogeological, hydrological, and hydrogeochemical processes in the Visherskiy Conservation area. The importance of monitoring the clandestine groundwater that discharges into the riverbed is emphasized for assessing the state of water bodies in both protected and urbanized areas.

Key words: *Vishera River; Vishera Nature Reserve; chemical composition; subaquatic source; river flow; groundwater; surface water.*

Reference

- Belkin P.A., Vaganov S.S.* 2016. Rezultaty issledovaniya zon subakvalnoy razgruzki podzemnykh vod v verkhnem techenii r. Vishery [Results of research into zones of subaquatic discharge of groundwater in the upper reaches of the Vishera River]. *In: Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala*. Perm, pp. 187-189. (in Russian)
- Blinov S.M., Lavrov I.A., Baturin E.N.* 2005. Izuchenie subakvalnykh karstovykh istochnikov: zadachi, perspektivy, metody [Study of subaquatic karst springs: tasks, prospects, methods]. *In: Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala*. Perm, pp. 287-290. (in Russian)
- Vaganov S.S.* 2017. Kompleksnye issledovaniya subakvalnykh karstovykh istochnikov v bassejne reki Shakva [Comprehensive studies of subaquatic karst springs in the Shakva River basin]. *In: Shkola ekologicheskoy geologii i ratsionalnogo nedropolzovaniya*. Perm, pp. 207-209 (in Russian)
- Vihter B.Ya., Revyakin P.S.* 1997. Tektonika zapovednika «Visherskiy» [Tectonics of the Visherskiy Nature Reserve]. *In: Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala*. Perm, pp. 134-139. (in Russian)
- Geologiya SSSR. T.12 Ural* [Geology of the USSR. Vol.12. Urals]. Moskva, p. 688. (in Russian)
- Gorbunova K.A., Andreychuk V.N., Kostarev V.P., Maksimovich N.G.* 1992. Karst i peshchery Permskoy oblasti [Karst and caves of the Perm region]. Perm, p. 200. (in Russian)
- Dvinskiy S.A.* 2020. Faktory formirovaniya i elementy khimicheskogo sostava poverkhnostnykh vod [Factors influencing the formation and chemical composition of surface waters]. Perm, p. 77. (in Russian)
- Popov I.B.* 1997. O srednikh sostavakh stratifitsirovannykh kompleksov zapovednika «Visherskiy» [On the average compositions of stratified complexes in the Visherskiy Nature Reserve]. *In: Geologiya i poleznye iskopaemye Zapadnogo Urala*. Perm, pp. 107-112. (in Russian)
- Rakshchin P.P., Zolotova V.P., Devingtal V.V., Provorov Yu.A.* 1974. Asselskiy yarus srednego techeniya reki Vishery [The Asselian Formation of the Middle Reaches of the Vishera River]. *In: Geologiya i petrografiya Zapadnogo Urala*. 6:88-96. (in Russian)
- Shimanovskiy L.A., Shimanovskaya I.A.* 1973. Presnye podzemnye vody Permskoy oblasti [Fresh groundwater of the Perm region]. Perm, p. 196. (in Russian)
- Vaganov S., Blinov S., Belkin P., Perevoshchikov R.* 2022. The role of subaquatic springs in the formation of flow, temperature and chemical composition of river water in the reserve. *Journal of Ecological Engineering*. 23(3):39-48.