

9. Pererva V. M. O neftegazonosnosti mezozoyskikh otlozheniy severnogo sklona Severo-Zapadnogo Kavkaza [About Petroleum Mesozoic northern slope of the North-West Caucasus]. *Geologiya nefii i gaza* [Oil and Gas Geology], 1975, no. 5, pp. 32–34.
10. Pererva V. M. Perspektivy neftegazonosnosti i metody vyyavleniya zon razryvnykh struktur Severo-Zapadnogo Kavkaza [Petroleum prospects and methods for identifying zones of discontinuous structure of the North-West Caucasus]. *Geologiya nefii i gaza* [Oil and Gas Geology], 1981, no. 1, pp. 39–43.
11. Popkov I. V. Novye predstavleniya o stroenii i perspektivakh neftegazonosnosti Severo-Zapadnogo Kavkaza po dannym seysmorazvedki [New Ideas on the seismic Structure and Petroleum Potential of the Northwest Caucasian Region] *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2012, no. 4 (47), pp. 46–51.
12. Popkov V. I. Cheshuychato-nadvigovoe stroenie Severo-Zapadnogo Kavkaza [Squamous-thrust structure of the North-West Caucasus]. *Doklady Akademii nauk* [Proceedings of the Academy of Sciences], 2006, vol. 411, no. 2, pp. 223–225.
13. Popkov V. I., Solovev V. A., Soloveva L. P. Gryazevoy vulkanizm, seysmichnost i neftegazonosnost [Mud volcanism seismicity and oil and gas content]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Geology, Geophysics, and Development of Oil and Gas Fields], 2010, no. 6, pp. 27–32.
14. Popkov V. I., Popkov I. V., Dementeva I. Ye. Novyy regionalnyy neftegazoperspektivnyy obekt Skifskoy plity [The new regional oil and gas facility Scythian plate] *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2011, no. 2, pp. 111–114.
15. Popkov V. I., Popkov I. V., Dementieva I. E. Struktura i istoriya razvitiya Zapadno-Kavkazskikh kaynozoykskikh progibov [The structure and evolution of the Western Caucasus Cenozoic depressions]. *Sovremennye problemy geodinamiki i geoekologii vnutrikontinentalnykh orogenov. Materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma* [Modern Problems of Geodynamics and Geo-locked Orogens. Proceedings of International Symposium], Bishkek, The Scientific Council of the Russian Academy of Sciences, 2012, vol. 2, pp. 266–271.
16. Pustilnikov M. R. O tektonike Zapadnogo Predkavkazya [On the tectonics of the Western Caucasus]. *Sovetskaya geologiya* [Soviet Geology], 1957, no. 57, pp. 88–94.
17. Shardanov A. N. Novye dannye o tektonike zapadnogo pogruzheniya Kavkaza i Tamani [New data on the tectonics of the western plunge of the Caucasus and Taman]. *Trudy Krasnodarskogo filiala vserossiyskogo neftyanogo nauchno-issledovatel'skogo instituta* [Proceedings of the Krasnodar Branch of the All-Russian Petroleum Research Institute], Moscow, State Scientific and Technical Publishing Oil, Mining and Fuel Literature, 1961, issue 6, pp. 204–221.

ОПЫТ КОРРЕКТИРОВКИ ПАРАМЕТРОВ РЕГИОНАЛЬНОГО ПОДЗЕМНОГО ПРИТОКА В РЕКИ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Яковлев Петр Иванович, гидролог 1 категории

НПНИ «Геоэкология»
170008, Россия, г. Тверь, ул. 15 лет Октября, 63
E-mail: akva-petr.1947@mail.ru

В статье рассматриваются проблемы региональной оценки подземного притока в реки. Было показано, что точность определения приращения подземного стока в реки зависит от погрешности измерения расходов воды и изменения величины подруслового стока. Для корректировки приращения подземного притока на

расчетных участках реки, особенно на тех, где резко изменяется литология подрусловых отложений, необходимо комплексное использование гидрометрических и гидрохимических методов. В данной статье показано, что с точки зрения организации водоснабжения из подземных и поверхностных источников наиболее перспективны участки рек, где линейные модули разгрузки подземных вод в несколько раз или на порядок выше фоновых значений. Описаны методы выявления участков интенсивной разгрузки подземных вод гидрохимическими и гидрологическими методами, что значительно упрощает проведение ГРП на подземные воды. Для более точного определения количественной характеристики подземного притока используется управление руслового гидрохимического баланса, основанное на известном законе сохранения массы. Исследуемый район Верхней Волги является областью повышенной разгрузки подземных вод из глубоких водоносных горизонтов. Известно, что содержание отдельных макрокомпонентов – кальция, магний, натрий, хлор, сульфаты, гидрокарбонаты, а также суммарная минерализация в подземных водах – в 2–3 раза больше, чем в речных водах Верхней Волги, в период низкого стока. Это обстоятельство позволяет точнее определить приращение ионного стока отдельных макрокомпонентов или их суммы, а также параметры регионального подземного притока на речных участках. Причем измеряемый меженный сток не должен превышать более 30–40 м³/сек.

Ключевые слова: подземные, речные, поверхностные воды, очаг, участок разгрузки, геолого-структурный анализ, гидрохимическое опробование, термометрическая, гидрометрическая съемка, ионный сток, водпост, комплексный метод

THE EXPERIENCE OF CORRECTION OF REGIONAL UNDERGROUND INFLOW ACCORDING TO HYDROCHEMICAL AND HYDROGEOCHEMICAL DATA THROUGH

Yakovlev Petr I.

Hidrologist of 1st category

SPIC «Geoecology»

15 years October st., 63. Tver, Russia, 170008

E-mail: akva-petr.1947 @ mail.ru

The article deals with the problems of regional estimation of groundwater to rivers. It was shown, that the exactness of definition of increase of underground flow to rivers very often depends on the mistake water expenditure measuring, and the changing of underbed flow parametre. For the correction of groundwater discharge at certain river sections the complex use of hydrometrical and hydrochemical methods are necessary especially at those where lithology of underflow deposits changes sharply. This article shows that in the context of opening up of water supply from underground and surface sources those river stretches where linear modulus of underground water discharge are several times as many as background values or a sequence higher of such values are the most perspective ones. Methods of detection of areas of intensive underground water discharge with the use of hydrochemical and hydrological methods are described, thus significantly simplifying the conduct of geological prospecting work with respect to underground waters. For the purpose of more precise determination of quantitative characteristics of underground water inflow the equation of channel hydrochemical balance is used, which is based in the well-known law of conversation of mass. The Upper Volga Region that is under research is the region of higher underground water discharge from deep underground reservoirs. It is known, that the concentration of separate macro-components – calcium, magnesium, sodium, chlorine, sulphates, hydrocarbons and also total mineralizing in underground water that is 2-3 times more than in river water of the Upper Volga during the period of low

drain. This circumstance allows defining more exactly the ion flow increment of some macro-components and their sum and also the parameters of regional underground onflow at river sections. At that, the measured low-water flow must not be more than 30-40 m³/sec.

Keywords: underground waters, river waters, surface waters, source area, discharge area, geological and structural analysis, hydrochemical testing, thermometric, hydrometric survey, ion flow, hydrometric complex method

Введение

Как известно, большинство рек Европейской части России в меженный период переходят на подземное питание. Гидрохимические показатели речных вод в это время отличаются повышенным содержанием отдельных ионов или их суммы – Na⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, Mg²⁺, Ca²⁺, ρ_{общ}, которое характерно для глубоких подземных вод [9], исключая воды четвертичных и аллювиальных отложений, не смешанных с напорными водами. Параметры подземного притока в реки зависят от многих гидрологических, геологических и гидрогеологических факторов [14, 15]. А именно, от водообильности водоносных горизонтов, интенсивности их питания, глубины эрозионного вреза водотоков и долин и дренирующего их воздействия, литологических и геолого-структурных условий (рис. 1). Причем отдельные геологические факторы могут значительно изменить общий фон разгрузки подземных вод в реки. В последние годы в качестве его нормы используются среднееголетние минимальные 30-дневные расходы зимней межени. Эти расчетные данные часто приводятся в гидрологических монографиях и отчетах и характеризуют подземный сток всего речного бассейна [5, 11].

При проведении геологоразведочных работ на подземные воды в речных долинах обязательным является выполнение детальной гидрометрической съемки в период низкого меженного стока. В комплекс сопутствующих работ входят геолого-структурный анализ бассейна реки, термометрия, гидрохимическое опробование речных и подземных вод. Проводимые исследования позволяют выявить местоположение перспективных участков повышенного подземного притока в реки – возможных очагов разгрузки напорных и грунтовых вод, стоковые характеристики которых наиболее интересны для специалистов-гидрогеологов и гидрологов.

Как показывает практика, меженная гидрометрическая съемка не всегда позволяет с достаточной точностью определить параметры подземного стока из-за стандартной ошибки измерения расхода воды – 3,5÷5,0 %. По расчетам Государственного гидрологического института «на реках с минимальным расходом более 10 м³/сек погрешность определения притока подземных вод по методу руслового баланса (при погрешности разницы в 7 %) на трехкилометровом участке может составлять около 60 тыс. м³/сутки, а это величина крупного месторождения». Кроме этого технического фактора на точность расчета приращения подземного стока ($\Delta Q_{\text{подз}}$) может влиять изменение подруслового стока, которое связано с различием в литологии подрусловых отложений (рис. 3).

Следует отметить, что подрусловый сток – трудно определяемая гидро-геологическая характеристика, особенно на средних и больших реках. И его изменения – в сторону увеличения или уменьшения – искажают истинную

картину интенсивности разгрузки подземных вод при проведении анализа результатов меженной гидрометрической съемки.

В частности, при значительном возрастании подруслового стока его подпитывание в период низкого стока происходит за счёт подземного притока, сформированного на расчётном участке реки или за его пределами [15]. В другом случае при выклинивании подруслового стока происходит завышение минимальных расходов воды при проведении меженной гидрометрической съёмки.

Во всех подобных ситуациях, чтобы минимизировать погрешность определения подземного притока в реки, предлагается для его корректировки применять комплексный гидрологический метод, в котором в тесной взаимосвязи используются гидрометрические и гидрохимические данные.

В этой статье приводятся примеры использования новой методики в Тверской области, для самого верхнего участка р. Волги, исток – г. Старица, $L \approx 350$ км, где естественный гидрологический режим наблюдался до строительства Вазузской гидросистемы в 1977 г. при минимальных сбросах с Верхневолжского водохранилища ($Q_{сбр} < 1$ куб/сек), расположенного в истоковой части бассейна (рис. 4).

Как известно, из-за значительного эрозионного вреза, более 100 м., волжский водоток ниже села Ельцы дренирует глубокие водоносные горизонты, которые характеризуются большей минерализацией, чем грунтовые и речные воды (табл. 1).

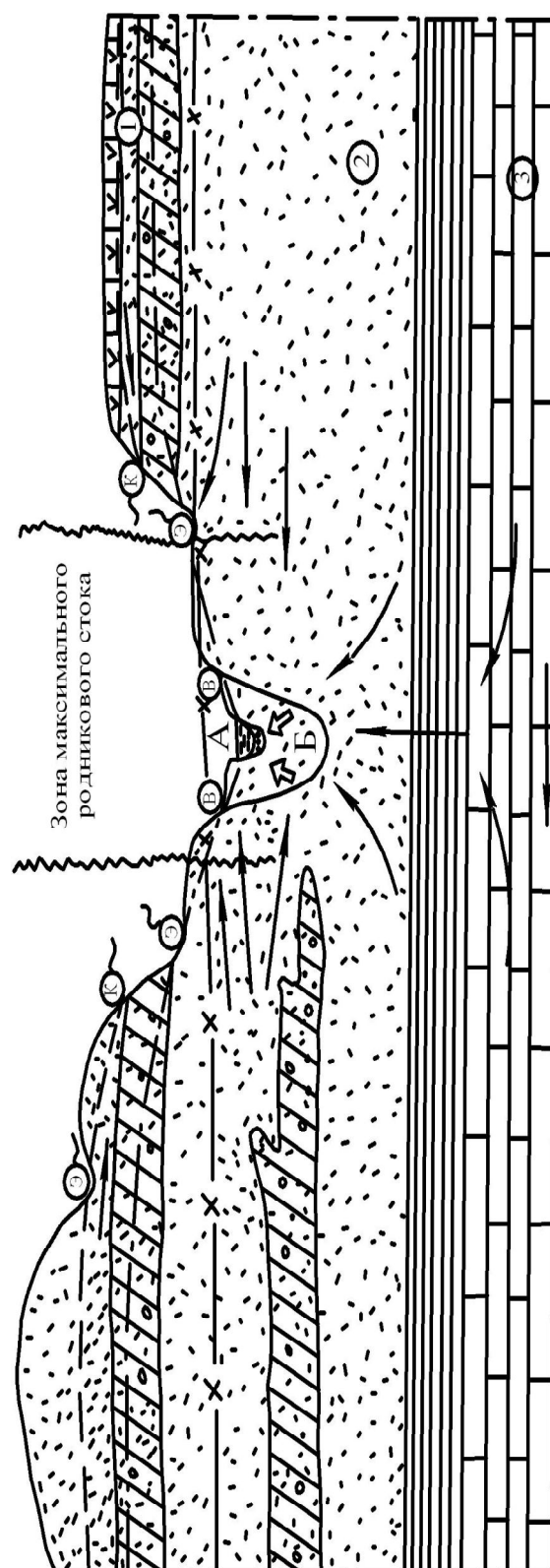
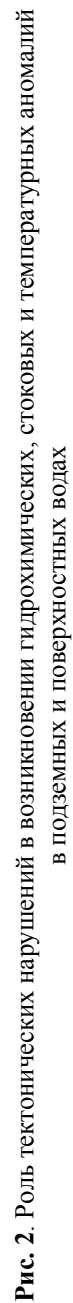


Рис. 1. Схема подземного питания рек Тверской области. пренирующихся верхние и глубокие водоносные горизонты

- 1) литологический состав водовмещающих пород
- торф
 - глины
 - пески
 - известняки, доломиты
 - моренные суглинки
- 2) Родники по гидродинамическим признакам:
- нисходящие
 - восходящие
 - эрозионные
 - контактные
 - склоновое высачивание
 - субаквальная разгрузка подземных вод
- 3) Уровни подземных вод (УПВ)
- УПВ 1 водоносного горизонта
 - УПВ 2 водоносного горизонта
 - УПВ 3 водоносного горизонта
 - Направление движения подземных вод
- Номер водоносного горизонта
- А - река; Б - палеодолина



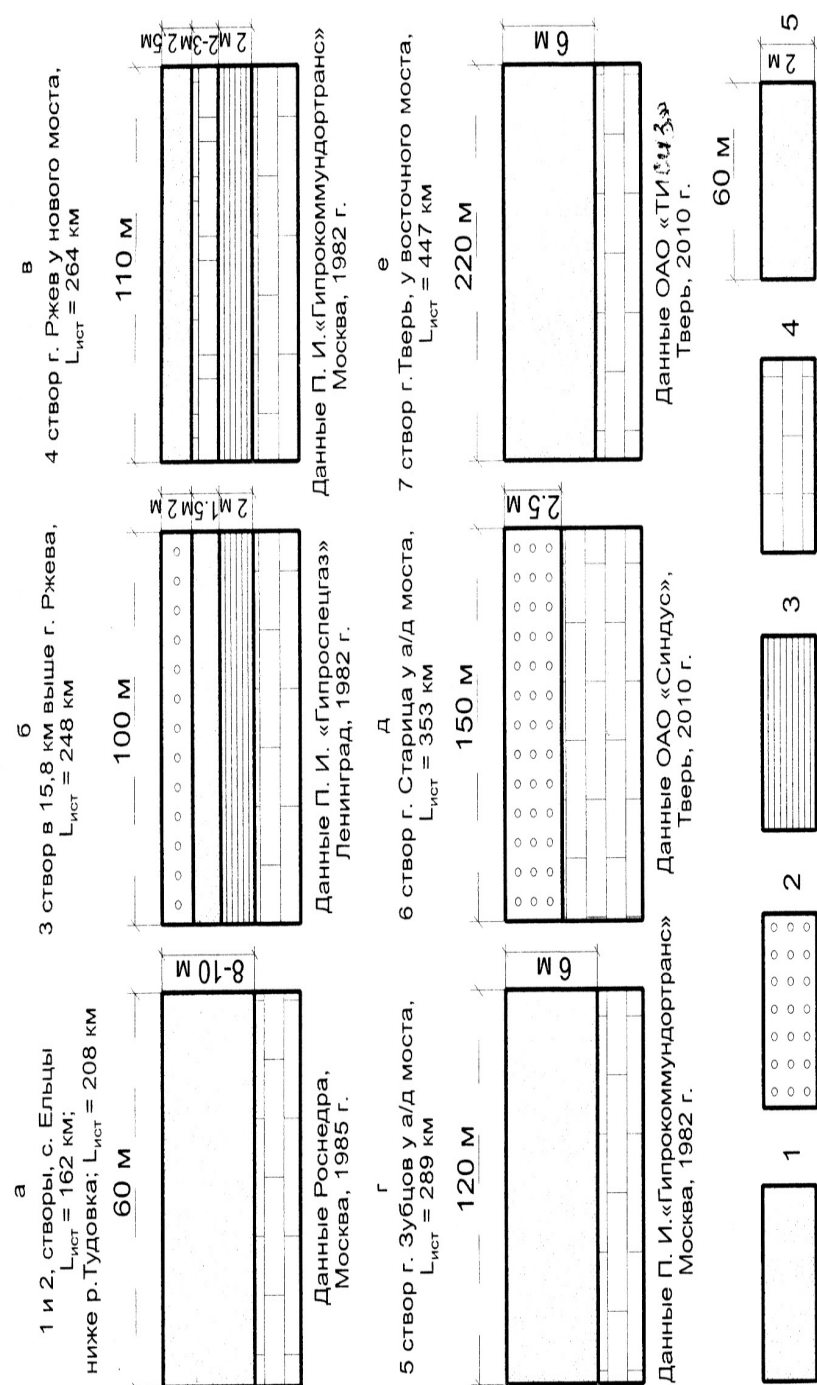


Рис. 3 Литологические характеристики подрусловых аллювиальных отложений в отдельных речных створах по длине р. Волги, от с. Ельцы до г. Твери.

1 — пески; 2 — щебень и гравий; 3 — глины; 4 — известняки; 5 — ширина реки (пунктир) и мощность отложений, в метрах.



1, 2 - действительные и запертые стационарные течения; 3 - эквивалентные течения п.п. Гурзопровета, 1976-1986 г.г.; 4 - течения-аналоги на соседних реках с расчетными параметрами подмороженного стока (ПТИ, 1980 г.); 5 - общая нумерация тисстов Гурзопровета и п.п. Гурзопровета; 6 - естественные измерения меженистого стока в Устьях рек: Звонков, Выпуклов, Радужный, Озвонков, и др.; 7 - общая нумерация рек-притоков; 8 - гидроузлы, плотины; 9 - существующие реки до заполнения водохранилищ; 10 - каналы южнее Москвы (КИМ); 11 - расстояние от истока (км).

Теоретические основы предлагаемой методики

Теоретической основой предлагаемого метода является известное аналитическое выражение баланса растворенных веществ в речных водах до и после их взаимодействия с более минерализованным подземным водным потоком на расчетном участке реки:

*Уравнение руслового ионного (солевого) баланса
 для исследуемого участка реки на дату измерения меженного стока*

$$\Delta P_{\text{КС-НС}}^i = P_{\text{КС}}^i - P_{\text{НС}}^i - \sum P_{\text{прит.}}^i \quad (1)$$

где $\Delta P_{\text{КС-НС}}^i$ – приращение ионного стока одного или группы макрокомпонентов на расчетном участке реки, г/сек; $P_{\text{НС}}^i$, $P_{\text{КС}}^i$ – ионный сток одного или группы макрокомпонентов в начальном и конечных створах реки, г/с; $\sum P_{\text{прит.}}^i$ – суммарный ионный сток одного или суммы макрокомпонентов по всем притокам, г/с.

Далее с уравнением (1) проводим следующие преобразования:

$$\Delta P_{\text{КС-НС}}^i = \Delta Q_{\text{ГХ}}^{\text{подз.}} \times \bar{p}_{\text{подз.}}; \quad P_{\text{КС}}^i = Q_{\text{КС}}^i \times \bar{p}_{\text{КС}}; \\ \sum P_{\text{прит.}}^i = \sum Q_{\text{прит.}}^i \times \bar{p}_{\text{прит.}}; \quad P_{\text{НС}}^i = Q_{\text{НС}}^i \times \bar{p}_{\text{НС}};$$

где $Q_{\text{НС}}^i$; $Q_{\text{КС}}^i$; $\sum Q_{\text{прит.}}^i$ – измеренные расходы воды в начальном и конечном створах реки и сумма частных расходов всех боковых притоков, м³/с; $\Delta Q_{\text{ГХ}}^{\text{подз.}}$ – приращение меженного стока между конечным и начальным створами рек, вычисленное по гидрометрическим и гидрохимическим данным, м³/сек; $\bar{p}_{\text{НС}}$; $\bar{p}_{\text{КС}}$; $\bar{p}_{\text{прит.}}$ – средневзвешенное содержание отдельных ионов или их суммы в начальном и конечном створе главной реки и на боковых притоках мг/л или г/м³; $\bar{p}_{\text{подз.}}$ – средневзвешенное содержание отдельных ионов или их суммы в подземных водах, мг/л или г/м³.

Затем уравнение (1) можно представить в следующем виде:

$$\Delta Q_{\text{ГХ}}^{\text{подз.}} \times \bar{p}_{\text{подз.}} = Q_{\text{КС}}^i \times \bar{p}_{\text{КС}} - \sum Q_{\text{прит.}}^i \times \bar{p}_{\text{прит.}} - Q_{\text{НС}}^i \times \bar{p}_{\text{НС}}; \\ \Delta Q_{\text{ГХ}}^{\text{подз.}} = (Q_{\text{КС}}^i \times \bar{p}_{\text{КС}} - \sum Q_{\text{прит.}}^i \times \bar{p}_{\text{прит.}} - Q_{\text{НС}}^i \times \bar{p}_{\text{НС}}) / \bar{p}_{\text{подз.}} \quad (1a) \\ \text{или} \quad \Delta Q_{\text{ГХ}}^{\text{подз.}} = \Delta P_{\text{КС-НС}}^i / \bar{p}_{\text{подз.}} \quad (16)$$

Важной задачей в этих расчётах является выделение речных участков с повышенным подземным притоком. Их возникновению часто способствуют очаги разгрузки напорных вод, генезис которых и их геохимическое значение рассматривались в научных работах А.М. Овчинникова [10] и А.А. Дзюбы [7].

**Некоторые особенности использования комплексного
гидрологического метода в исследованиях подземного стока**

а) Региональная оценка подземного притока в реки

Региональные исследования подземного стока проводятся на протяженных участках рек – от нескольких десятков до ста километров и более. При этом часто используются материалы наблюдений за меженным минимальным стоком на стационарных и временных гидропостах разных ведомств. При проведении экспедиционных гидрометрических работ в период низкой межени, в качестве аналогов используются ближайшие стационарные водпосты; на зарегулированных реках – опорные участки с известными параметрами подземного притока.

Гидрохимические характеристики речных и подземных вод, заимствованные из гидрологических и гидрогеологических справочников [2, 3, 5, 8] очень часто приводятся для одиночных проб, которые не всегда являются репрезентативными для всего руслового, водного или подземного потоков. Поэтому рекомендуется выполнять несколько выборок этих данных. Причем выписка гидрохимических характеристик рек должна производиться для меженных периодов близкой низкой водности за разные годы.

При расчётах подземного притока в реки с использованием гидрогеохимических характеристик напорных вод необходимо учитывать только те артскважины, где отметки дна (забоя) и горизонта их опробования близки к глубине дренирования водоносных горизонтов волжским водоохраной. Результаты гидрогеохимического опробования родникового стока также могут служить основой корректировки параметров подземного стока. При этом водно-солевые характеристики этих источников несколько ниже, чем в артезианских водах, но довольно высокие по сравнению с речными водами (табл. 1). В конечном итоге ионометрические характеристики родникового стока или артскважин определяются как средневзвешенные величины для протяжённых участков рек:

$$\bar{p}^{\text{подз}} = [0,5 (p_1^n + p_2^n) l_{1,2} + 0,5 (p_2^n + p_3^n) l_{2,3} + \dots + 0,5 (p_{i-1}^n + p_i^n) l_{i-1,i}] : L \quad (2),$$

где $\bar{p}^{\text{подз}}$ – средневзвешенное содержание макрокомпонентов или их суммы в родниковом стоке или скважинах на расчётном участке реки, мг/л; г/м³; $p_1^n, p_2^n, \dots, p_i^n$ – содержание макрокомпонентов или их суммы в отдельных родниках или скважинах, расположенных в прирусловой и долинной частях расчётного участка реки, мг/л; г/м³; $l_{1,2}; l_{2,3}; \dots, l_{i-1,i}$ – длина отрезка реки между точками гидрогеохимического опробования, км; L – длина расчётного участка реки, км.

При определении гарантированного подземного притока в речные системы необходимо максимально учесть возможные погрешности измерения меженного стока. Для этого его расходные характеристики в начальном створе – $Q_{\text{НС}}^i$ и на боковых притоках – $\sum Q_{\text{прит.}}^i$ увеличиваем на 3,5 %, а в конечном створе измеренный сток – $Q_{\text{КС}}^i$ уменьшаем на 3,5 %, т.е. на стандартную ошибку измерения расхода воды (табл. 2а, 2б).

Полученное приращение подземного притока для расчетного участка реки – $\Delta Q_{\text{ГХ}}^{\text{подз.}}$ можно привести к обеспеченности – $\rho = 50, 75, 95 \%$, с помощью переходных коэффициентов, которые вычисляются по ближайшим водпостам – аналогам или опорным участкам рек – для зарегулированных рек. На протяжённых участках рек, более 50 км, из-за малого объёма гидрохимических и гидрогеохимических данных расчёты по предлагаемому методу являются приближёнными (табл. 2б), если не проводятся дополнительные полевые исследования минерального состава этих природных вод.

Таблица 1

Химический состав речных и подземных вод, ионный сток р. Волги и ее притоков в меженный период (март 1962 года и сентябрь 1976 года) по исходным данным Росгидромета и Роснедра
Естественный водный режим до строительства Вазузской гидросистемы в 1977 году

Водный режим до строительства водосекон гидросистемы в 1977 году																					
Водный объект, створ	Площадь водосбора в км ²	Расстояние от истока или до устья, для притоков, км	Измер. Q, м3/сек	Речные воды							Подземные воды										
				Концентрация ионов, мг/л онный сток г/сек							№ скважины или родника, лит-источник []	Местоположение скважин	Расстояние от истока, км	Глубина отбора проб, м	Концентрация ионов, мг/л						
				Caoo	Mgoo	Naoo+Ko	HC O'3	SO 4''	Cl'	Σpoбщ.					Caoo	Mgoo	Naoo+Ko	HC O'3	SO 4',	Cl'	Σpoбщ.
Исток р. Волга: оз. Пено в/п Пено	-	40	-	21,4	3,3	1,3	73,2	4,9	2,9	107,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Верхний приток из оз. Селигер р. Селижаровка в/п Яровик	2390	119 (22)	11,1	20,9232	3,438	8,898	77,5860	8,089	8,190	127,41414	скв.25[9]	п. Селижарово	119	33-35	72,1	16,0	0,4	300	1,0	0,5	380
р. Волга в/п Ельцы	9130	162	26,0	30,5793	6,5169	3,899	115,93013	7,3189	5,1133	170,14423	скв.35[9] родник 11a[8] родник	п. Мол. Туд., с. Першино	207214218	62-67- -	59,649,552,5	19,516,015,6	8,02,532,20	26823822	12,0- -	10,5- -	390307308

											116[8]	устье р. Млинга						7			
р. Волга в/п Ржев	12 20 0	264	32,8	36,6 1200	8,0 262	5,9 194	147 ,6 484 1	8,3 272	4,3 141	211, 3 6931	скв.4[1 0] родник 24[8]	г. Ржев	264	80,0 -	61,7 57,5	49,6 24,0	35,3 38,0	29 8 32 1, 0	13 5, 1 6, 6	41, 8 48, 0	640 500
р. Волга г. Зубцов	12 90 0	289	-	32,9 -	7,1 -	(10, 8) -	140 ,3 -	8,5 -	5,9 -	206, 2 -	скв.2[1 0] родник 34[8] родник 32[8]	г. Зубцов ниже г. Зубцова	289 306 316	90,0 - -	43,4 84,4 76,2	71,5 19,9 28,1	58,7 - 20,4	25 5 20 7 32 2	16 2, 0 2, 9 -	86, 8 85, 0 53, 0	700 400 500
Р. Вазуза в/п Золотилово	55 10	(24)	8,30	68,2 566	26, 6 221	8,2 68	337 ,2 280 0	8,8 73	7,0 58	456, 8 3791	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
р. Осуга, в/п Коротнево	12 30 13	(13)	0,69	68,1 47	23, 8 16	11,8 8	331 ,8 229	9,9 6,8	6,3 4,3	452, 1 312	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
р. Волга, в/п Старица	21 10 0	353	46,2	45,2 2088	10, 5 485	13,2 610	199 ,5 921 7	10, 4 480	5,0 231	284, 7 1315 3	скв.3[9] родник 7[8] родник 16[8]	г. Старица выше города г. Старица	353 338 353	50- 70 - -	33,1 29,0 77,1	30,8 14,0 17,1	13,1 5,0 8,4	28 6, 9 15 0 22 0	14 ,9 - -	5,5 10, 0 9,6	410 210 300

Таблица 2а

**Примеры корректировки приращения подземного притока Верхней Волги
по гидрохимическим данным на протяжённых речных участках. Летняя осенняя межень, август 1963 г. $K_{\text{водн}} = 0,75$
Расчетный участок р. Волги: п. Селижарово – в/п Ельцы, $L = 43$ км.
Отсутствие крупных боковых притоков**

Река, створ	Дата измерения стока и отбора проб воды	Расстояние от истока, Лист , км	Площадь водосбора, F _s , км ²	Измеренный расход, Q _{изм.} , м3/сек	Принятый расход, Q _{прин} , м3/сек	Речные воды						Подземные воды						Приближенный расчет $\bar{q}_{гх}$, м3/сек.		
						Концент-рация ионов ρ, мг/л		Ионный сток, ρ, г/сек		Прираще-ние ионного стока Δρ, г/сек.		№ скважины, литературный источник	Местополо-жение скважины	Концентрация ионов, мг/л						
						HCO ₃	общ. минер. рощ	HCO ₃	общ. минер. рощ	HCO ₃	общ. минер. рощ			HCO ₃		ρ _{общ}				
														в скважине	средн.	в скважине	средн.	по иону HCO ₃	по общей минер., рощ	средн.
1. р.Волга, п.Селижарово, ниже устья р.Селижаровки	20.08 1963	119	7400	14,0	14,5 (+3,5%)	74,6	119	1082	1726	P2-P1 114 1	P2-P1 149 5	25 [9]	п. Селижарово	27 0	285	38 0	385	1141:2 85 = 4,0	1495:38 5 = 3,9	3,9 1,6*
2.р.Волга, в/п Ельцы	– " –	162	9130	18,2	17,6 (3,5%)	126,3	183	2293	3221			35 [9]	в 45 км ниже в/п Ельцы	30 0		39 0				

Таблица 26

Расчетный участок р. Волги: в/п Ржев — в/п Старица (исключая р. Осугу и р. Вазузу), L = 89 км, март 1962 года, Кводн ≈ 1,0

Река, створ	Дата измерения стока и отбора проб воды	Расстояние от истока, Лист , или от устья Ly, км	Площадь водосбора, Fs, км2	Измерен- ный расход, $Q_{изм}$, м3/сек	Принятый расход, $Q_{прин.}$, м3/сек	Речные воды			Подземные воды				Приближен- ный расчет ΔQ_n , м3/сек по ионам (Na ⁺ +Cl ⁻) родник. стока		
						Концент- рация ионов (Na ⁺ +Cl ⁻) , мг/л	Ионный сток P, г/сек	Прираще- ние ионного стока на расчетном участке ΔP , г/сек исключая р. Вазузу и р. Осуга	№ род- ника	Местоположе- ние родника	Концентрация (Na+Cl), мг/л				
1. р.Волга в/п Ржев	31.03.1962	Лист = 264	12200	32,8	34,0 (+3,5%)	10,2	347	Р2-Р1-Р3-Р4= ΔP = 298						в родн ике	средн.
2. р.Волга в/п Старица	– " –	Лист = 353	21100	46,2	44,5 (-3,5%)	18,2	810		№24 №26	г.Ржев			86 80	63	
3. р.Вазуза в/п Золотилово	– " –	Ly = 24	5510	8,30	8,70 (3,5%)	15,2	132		№34 №32	ниже г. Зубцов			85 75		
4. р.Осуга в/п Коротнево	– " –	Ly = 13	1230	1,64	1,80 (+3,5%)	18,1	33		№7 №16	г.Старица			15 18		

Примечание: 1,6* и 1,1* - норма приращения подземного притока м3/сек, определения традиционными гидрометрическими методами, без учёта увеличения подруслового стока и изменениях в литологии [15].

Таблица 3

Электропроводность речных вод по длине Верхней Волги:
исток – г. Старица $K_{\text{водн}} = 1,5$; $t_{\text{воды}} = 18-190$
Данные Верхневолжской экспедиции на 1–23. VIII. 2005 года [15]

створы характеристики	выше п.Селижарово	ниже п.Селижарово	д.Тростино	ниже р.М.Коша	д.Балаша	выше р.Тудовка	выше г.Ржева	выше г.Зубцова	ниже с.Родня	ниже г.Старица
L, км от истока	17	25	38	44	75	06	50	87	32	56
Электропроводность, мкСм/см	00	32	40	45	57	63	88	00	23	29

б) Детальные исследования подземного притока в реки

Как известно, полевые гидрологические изыскания выполняются на начальном этапе геологоразведочных работ на подземные воды, и целью их проведения является выявление очагов интенсивного подземного притока в реки. Как правило, за некоторым исключением [14], организация береговых водозаборов из подземных водных источников производится на тех участках рек, где линейные модули разгрузки подземных вод довольно высокие и достигают значений $100 \div 200$ л/сек на 1 км длины водотока.

Такие зоны повышенного подземного притока в реки очень часто приурочены к тектоническим нарушениям [7, 10], где наблюдаются дробление и усиленная трещиноватость водовмещающих пород, а также температурные и гидрохимические аномалии (рис. 2). Большое значение для выявления зон интенсивной разгрузки подземных вод в реки имеет корректное проведение гидрохимического опробования речных и подземных вод, которое совместно со стоковыми и температурными измерениями позволяет выявить местоположение очагов разгрузки подземных вод [14].

Общие выводы

Предлагаемый комплексный гидрологический метод можно использовать как вспомогательный гидрохимический способ корректировки регионального подземного стока в реки, наряду с традиционными гидрологическими методами его определения [11]. И только в тех случаях, когда минимальный меженный сток рек не превышает $30 \div 40$ м³/сек, и существуют большие различия в химизме подземных и речных вод, более чем в 2 раза по отдельным ионам или их сумме.

Новую методику можно применять на тех участках рек, где резко изменяется литология подрусловых отложений, и вместе с этим наблюдается уве-

личение или уменьшение подруслового стока. Необходимо отметить, что минимальная абсолютная погрешность определения приращения подземного притока ($\Delta Q^{\text{подз}}$) по новому методу, на участках рек более 10 км и при измеренных меженных расходах – 10–30 м³/сек может составлять 1–2 м³/сек. В то время, как при использовании традиционного гидрометрического метода в неоднородных гидрологических условиях ошибка измерения $\Delta Q^{\text{подз}}$ значительно превосходит эту указанную величину (табл. 2а и 2б). Существенное значение в данных исследованиях имеет корректный отбор проб воды из поверхностных и подземных источников, которые должны быть осредненными по всему контуру живого сечения реки или по площади выклинивания подземных вод.

Независимо от степени детализации подземного стока рек, количество проб воды из поверхностных и подземных источников можно резко сократить, предварительно выделяя в них однородные участки по узким интервалам $E_{\text{мк}}$ См/см, путем частых измерений электропроводности водных масс, которые зависят от их общей минерализации и температуры. Детальные исследования подземного притока на коротких речных участках (3–10 км), когда фактическое $\Delta Q^{\text{подз}}$ менее 1 м³/сек, предполагают точные определения в водных пробах концентраций основных макрокомпонентов или их суммы, с оптимальной погрешностью их расчета – 0,1 мг/л и 1 мг/л соответственно. Но на практике современные лабораторные методы химанализа природных вод позволяют выявить содержание отдельных основных ионов и их суммы с относительно высокой ошибкой – 10–15 % [4]. По этой причине, а также из-за малого объема приращения ионного стока на небольших участках рек применение гидрохимических методов для количественной оценки подземного притока при детальных его исследованиях представляется весьма затруднительным. Но вместе с тем не исключается обязательное проведение ионометрии природных вод, с целью уточнения границ участков повышенного подземного притока.

В будущих исследованиях подземного притока на Верхней Волге, для контроля качества химанализов природных вод необходимо составление универсальных для речных и подземных вод тверского Верхневолжья региональных эмпирических формул связи общей минерализации с электропроводностью и концентрацией отдельных ионов, определяемых с высокой точностью. В свою очередь, эти «надежные» макрокомпоненты могут содержаться в природных водах в строгом соотношении или в ассоциации с другими ионами, измеряемыми с большой аналитической погрешностью, что позволяет контролировать их содержание в отобранных пробах воды по установленным уравнениям их связи [9]. Математические выражения соотношений отдельных основных ионов или с их суммой в речных водах для периода низкого стока могут быть получены по водопостам. Эти водостопы расположены вблизи расчётного участка водотока и имеют длительный ряд наблюдений за химическим стоком [9]. В подземных водах химические взаимосвязи макрокомпонентов определяются по всем скважинам, расположенным в районе проводимых исследований, в зависимости от глубины гидрогеохимического опробования.

В заключении следует отметить, что использование кондуктометрии, т.е. результатов измерений водной электропроводности ($E_{\text{мк}}$ См/см), часто дает

более надежные оценки химического режима подземных и поверхностных вод, до и после их взаимодействия, чем традиционные методы расчета общей минерализации (для природных вод одинакового гидрохимического класса [13], при $\Sigma_{\text{общ}} < 1$ г/л).

Список литературы

1. Гавич И. К. Сборник задач по общей гидрогеологии / И. К. Гавич, А. А. Лучшева, С. М. Семенова-Ерофеева. – Москва : Недра, 1985. – 412 с.
2. Гидрогеологические карты и пояснительные записки. Листы 0-36-XXXV, 0-36-XXXIV. – Мингео, 1970–80 гг.
3. Гидрогеология СССР / под ред. А. Т. Бобрышев, Д. С. Соколов, Е. Г. Чаповский. – Москва : Недра, 1966. – Т. 1. Московская и смежные области. – 423 с.
4. ГОСТ 27384-2002. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств воды. – Москва : Государственный стандарт Российской Федерации, 2002.
5. Государственный водный кадастр. Бассейн Верхней Волги. – Ленинград : Государственное гидрометеорологическое издательство, 1986. – Т. 1, вып. 23.
6. Грилехес М. С. Контактная кондуктометрия / М. С. Грилехес, Б. К. Филановский. – Ленинград : Химия, 1980. – 175 с.
7. Дзюба А. А. Разгрузка рассолов Сибирской платформы / А. А. Дзюба. – Новосибирск : Наука, 1984. – 156 с.
8. Красинцева В. В. Формирование минерального состава речных вод / В. В. Красинцева, Н. П. Кузьмин, М. М. Сенявин. М. Наука. 1977. – 176 с.
9. Никоноров А. М. Гидрохимия / А. М. Никоноров, Е. В. Посохов. – Ленинград : Государственное гидрометеорологическое издательство, 1985. – 232 с.
10. Овчинников А. М. Очаги разгрузки напорных вод и их геохимическое значение / А. М. Овчинников // Советская геология. – 1968. – № 7. – С.140–142.
11. Оценка подземного притока в реки Нечерноземной зоны РСФСР. – Ленинград, 1980. – Т. 1.
12. Чеботарев А. И. Гидрологический словарь / А. И. Чеботарев. – Ленинград : Государственное гидрометеорологическое издательство, 1979. – 308 с.
13. Экологический энциклопедический словарь. – Москва : Ноосфера, 1999. – 930 с.
14. Яковлев П. И. Выявление участков интенсивной разгрузки подземных вод в реки с использованием дистанционных и гидрологических методов // Разведка и охрана недр. – 2009. – № 7. – С. 43–49.
15. Яковлев П. И. Оценка подземного притока Верхней Волги гидрометрическими и гидрохимическими методами на участке реки от истока до г. Твери / П. И. Яковлев // Вода и экология. – 2012. – № 2–3. – С. 149–171.

References

1. Gavich I. K., Luchsheva A. A., Semenova-Yerofeeva S. M. *Sbornik zadach po obshchey gidrogeologii* [Summary look of problem on general hydrogeology], Moscow, Nedra, 1985. 412 p.
2. *Gidrogeologicheskie karty i poyasnitelnye zapiski. Listy 0-36-XXXV, 0-36-XXXIV* [Hydrogeological maps and explanatory notes. Sheets 0-36-XXXV, 0-36-XXXIV]. – Mingeo, 1970–80 gg.
3. Bobryshev A. T., Sokolov D. S., Chapovskiy Ye. G. (ed.) *Gidrogeologiya SSSR* [Hydrogeology of the USSR], Moscow, Nedra. 1966, vol. 1. Moscow and adjacent regions. 423 s.
4. *GOST 27384-2002. Voda. Normy pogreshnosti izmereniy pokazateley sostava i svoystv vody* [State Standart (SS) 27384-2002. Water. Norms of mistakes of index measuring of composition and water properties], Moscow, State Standard of the Russian Federation, 2002.

5. *Gosudarstvennyy vodnyy kadastr. Basseyn Verkhney Volgi* [State water cadastre. Basin of Upper Volga], Leningrad, State Hydrometeorological Publishing, 1986, vol. 1, issue 23.
6. Grilekhes M. S., Filanovskiy B. K. *Kontaktnaya konduktometriya* [Contact conductometry], Leningrad, Chemistry, 1980. 175 s.
7. Dzyuba A. A. *Razgruzka rassolov Sibirskoy platform* [Discharge of brines of Siberian platform], Novosibirsk, Science, 1984. 156 s.
8. Krasintseva V. V., Kuzmin N. P., Senyavin M. M. *Formirovanie mineralnogo sostava rechnykh vod* [Formation of mineral composition of river waters], Moscow, Science, 1977. 176 s.
9. Nikonorov A. M., Posokhov Ye. V. *Gidrokimiya* [Hydrochemistry], Leningrad, State Hydrometeorological Publishing, 1985. 232 s.
10. Ovchinnikov A. M. Ochagi razgruzki napornykh vod i ikh geokhimicheskoe znachenie [Hearths of discharge of pressure waters and his geochemical importance]. *Sovetskaya geologiya* [Soviet Geology], 1968, № 7, pp. 140–142.
11. *Otsenka podzemnogo pritoka v reki Nechernozemnoy zony RSFSR* [Estimation of groundwater discharge to rivers of Unchernozemous zones RSFSR], Leningrad, 1980, vol. 1.
12. Chebotarev A. I. *Gidrologicheskij slovar* [Hydrological dictionary], Leningrad, State Hydrometeorological Publishing, 1979. 308 s.
13. *Ekologicheskij entsiklopedicheskij slovar* [Ecological encyclopedical dictionary], Moscow, Noosphere, 1999. – 930 s.
14. Yakovlev P. I. Vyyavlenie uchastkov intensivnoy razgruzki podzemnykh vod v reki s ispolzovaniem distantsionnykh i gidrologicheskikh metodov [Some specifics of detection of areas of intensive underground water discharge into rivers with the use of remote-sensing and hydrological methods]. *Razvedka i okhrana nedr* [Exploration and protection of subsoil], 2009, no. 7, pp. 43–49.
15. Yakovlev P. I. Otsenka podzemnogo pritoka Verkhney Volgi gidrometricheskimi i gidrokhimicheskimi metodami na uchastke reki ot istoka do g. Tveri [Estimation of Upper Volga groundwater inflow (at the section from head water up to the city of Tver) by means of hydrometrical and hydrochemical technics]. *Voda i ekologiya* [Water and ecology], 2012, no. 2–3, pp. 149–171.

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О НЕФТЕНОСНОСТИ ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Попков Василий Иванович, профессор, доктор геолого-минералогических наук

Кубанский государственный университет
350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149
E-mail: geoskubsu@mail.ru.

Новиков Степан Юрьевич, аспирант

ЗАО «Кубаньнефть-Ресурсы»
350000, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Седина, 109
E-mail: s.u.novikof@gmail.com

В результате геологоразведочных работ на Таманском полуострове, поисково-оценочным бурением скважины № 1 установлен факт нефтеносности сарматских отложений структуры Ближнецы. Скважина была пробурена до глубины 953 м, достигла вехнемайкопских отложений и полностью вскрыла миоценовый разрез. Структура выявлена работами сейсмических партий «Краснодарнефтегеофизика» в 1979, 1982 гг. и «Ставропольнефтегеофизика» в 2006г. Структура была закартирована