

## Поиски и разведка месторождений пресных подземных вод в олигоценовых палеодолинах Южного Зауралья

А.В. Скалин, В.А. Скалин, А.А. Скалин

✉ inform@uralgeoecology.ru, uralgeo@bk.ru

Научно-производственное объединение «Уралгеоэкология», г. Екатеринбург, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** На современных водоразделах Южного Зауралья, находящихся в условиях полуаридного климата, основным источником централизованного водоснабжения являются месторождения олигоцен-четвертичного водоносного горизонта Тобольского артезианского бассейна. **Методы.** Исследован аazonально-интенсивный пресный подземный сток олигоцен-четвертичного водоносного горизонта в палеодолинах на Миасс-Уйском междуречье, а также соленые озера как местные базисы его дренирования. Произведена количественная оценка ресурсного потенциала аazonального стока в палеодолинах. **Результаты.** Доказана взаимосвязь пространственного размещения месторождений пресных подземных вод олигоцен-четвертичного горизонта в палеодолинах с наличием соленых озер. Сформулированы критерии выделения месторождений пресных подземных вод на современных водоразделах. Определены значения модуля эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод в олигоценовых палеодолинах. Даны рекомендации по ограничению водоотбора пресных подземных вод с целью предотвращения негативного воздействия на баланс лечебных соленых озер.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** месторождение пресных подземных вод, олигоценовые палеодолины, эксплуатационные ресурсы, Южное Зауралье.

**Для цитирования:** Скалин А.В., Скалин В.А., Скалин А.А., Поиски и разведка месторождений пресных подземных вод в олигоценовых палеодолинах Южного Зауралья // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2023. № 3. С. 102-113. DOI: 10.35567/19994508\_2023\_3\_7.

Дата поступления 14.02.2023.

### SEARCHING AND SURVEYING OF THE SWEET GROUNDWATER DEPOSITS IN OLILOCENE PALEOVALLEYS OF THE SOUTHERN TRANS-URAL

Anatoliy V. Skalin, Vladislav A. Skalin, Anton A. Skalin

✉ inform@uralgeoecology.ru, uralgeo@bk.ru

“Uralgeoekologia” Scientific/production Association, Ekaterinburg, Russia

### ABSTRACT

**Relevance.** At the currently existing watersheds of the southern Trans-Ural in the conditions of semi-arid climate, the Tobol artesian basin Oligocene/Quaternary aquifer deposits are the main source of centralized water supply. **Methods.** We have investigated the azonal/intensive sweet groundwater runoff of the Oligocene/Quaternary aquifer in the paleovalleys at the Miass-Uysk rivers interfluvium, as well as salty lakes as local bases of its drainage. The azonal runoff resources potential in paleovalleys has been quantitatively estimated. **Results.** We have

© Скалин А.В., Скалин В.А., Скалин А.А., 2023

proved the interrelation between spatial localization of the Oligocene/Quaternary aquifer sweet groundwater deposits in the paleovalleys and the salty lakes presence. We have formulated the criteria of identification of the sweet groundwater deposits at the contemporary watersheds. We have determined the values of the sweet groundwater operational resources module in the Oligocene paleovalleys. We have recommended to limit abstraction of sweet groundwater in order to prevent the negative impact on the balance of the medical salty lakes.

**Keywords:** sweet groundwater deposit, Oligocene paleovalleys, operational resources, Southern Trans-Ural.

**For citation:** Skalin A.V., Skalin V.A., Skalin A.A. Searching and surveying of the sweet groundwater deposits in Oligocene paleovalleys of the Southern Trans-Ural. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2023. No. 3. P. 102-113. DOI: 10.35567/19994508\_2023\_3\_7.

Received 14.02.2023.

## ВВЕДЕНИЕ

Современные водораздельные территории Южного Зауралья находятся в условиях полуаридного климата с годовой суммой осадков до 400 мм. В Курганской области и в юго-восточных районах Челябинской области основным источником водоснабжения населенных пунктов, расположенных на водоразделах, являются пресные подземные воды олигоцен-четвертичного водоносного горизонта (ОВГ) Тобольского артезианского бассейна, входящего в Западно-Сибирский сложный артезианский бассейн.

Для обоснования организации поисковых работ по обнаружению месторождений пресных подземных вод в 1965–1985 гг. производственным геологическим объединением «Уралгеология» была произведена гидрогеофизическая съемка в модификации вертикальных электрических зондирований в масштабе 1:100 000 на площади около 100 тыс. км<sup>2</sup> территории Зауралья. Эта работа была отмечена Государственной премией. На основе существующей в тот период теории и практики гидрогеологических изысканий, гидрогеофизическая съемка строилась на предпосылке о площадном распространении олигоценовых отложений преимущественно прибрежно-морского генезиса. Опыт проведения поисковых работ показал, что перспективные участки были приурочены, главным образом, к палеодолинам среднего олигоцена, являющимися ложбинами стока и регулирующими емкостями. Такие перспективные участки для производства поисково-разведочных работ источников централизованного водоснабжения с запасами до 2000 м<sup>3</sup>/сут соответствуют содержанию понятия «месторождение пресных подземных вод» (МППВ).

Предметом исследований на Миасс-Уйском междуречье являлся аazonально-интенсивный пресный подземный сток в олигоценовых прадолинах, а также соленые озера в местах его разгрузки (на примере соленого лечебного озера Горькое-Виктория).

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для разработки тактики поисково-разведочных работ использована методология геологоразведочных работ. Пресные подземные воды рассматривались в качестве полезного ископаемого, что в настоящее время носит дискус-

сионный характер в связи с действующей редакцией ФЗ «О недрах» [1]. Выбор методов исследования проведен с ориентацией на опыт работ гидрогеологических аналогов, выбираемых по типизации месторождений, разработанной А.С. Язвиным и Б.В. Боровским [2, 3]. Месторождения пресных подземных вод в олигоценовых палеодолинах можно отнести к типу «в ограниченных по площади структурах».

Согласно принципу иерархии, тип можно подразделить на региональные виды по генезису прадолин. Например, целесообразно выделять «североуральский вид» месторождений пресных подземных вод в ледниковых палеодолинах неоплейстоцена или «южнозауральский вид» в речных прадолинах среднего олигоцена на Миасс-Уйском междуречье [4, 5]. Общей поисковой предпосылкой формирования видов месторождений пресных подземных вод является азонально-интенсивный пресный подземный сток в палеодолинах.

Поиски и оконтуривание олигоценовых палеодолин целенаправленно не производились в ходе государственной гидрогеофизической съемки Зауралья. Одной из главных причин этого является сложность однозначной интерпретации материалов площадной электроразведки, поскольку изменение минерализации подземных вод ОВГ и увеличение глинистости отложений одинаково проявляются на показателях геоэлектрических полей. Кроме того, по степени изученности на тот период сформировалось представление, что отложения среднего и верхнего олигоцена преимущественно относятся к прибрежно-морской литофации и имеют региональное распространение [6–7]. В этой связи, интерпретация геоэлектрических полей производилась, главным образом, с использованием корреляционной зависимости удельного электрического сопротивления от минерализации подземных вод [8–10]. В качестве исходных данных использованы параметрические вертикальные электрические зондирования вблизи гидрогеологических скважин, в этом случае уравнение регрессии (при коэффициенте корреляции 0,8) имеет следующий вид:

$$\rho = 40 (M_0 + 0,3)^{-1} + 0,8, \quad (1)$$

где  $\rho$  – приведенное к условно однородному ОВГ кажущееся электрическое сопротивление, Ом·м;

$M_0$  – минерализация подземных вод из нижних водоносных слоев ОВГ, г/дм<sup>3</sup>.

Резистивиметрические наблюдения в пробах воды, выполненные В.Ф. Сомовым [8], при температуре 18 °С и одной и той же концентрации показали, что раствор поваренной соли является низкоомным, а гидрокарбоната натрия – высокоомным, отличаясь в 1,7 раза. Для установления зависимости между минерализацией и химическим составом грунтовых вод ОВГ были взяты 57 проб в конце опытных откачек из 57 кустов в Южном Зауралье [11]. Около большей части данного количества опытных кустов выполнены параметрические ВЭЗ, а остальные пробурены для оценки запасов. При  $M_0 < 1,5$  г/дм<sup>3</sup> воды относятся к I типу по классификации О.А. Алекина с дополнением Е.В. Посохова [12], при  $1,5 < M_0 < 2,1$  г/дм<sup>3</sup> – к II типу и при  $M_0 > 2,1$  г/дм<sup>3</sup> – к типу IIIа. Специфическими солями для первого типа является гидрокарбонат натрия, для второго – сульфат натрия, для типа IIIа – хлорид магния. Вследствие слоистого строе-

ния в ОВГ происходит нарастание минерализации воды от верхних водоносных слоев к нижним. По опытным кустам было установлено, что характерные значения градиентов изменения минерализации воды с глубиной составляют при  $M_0 < 1$  г/дм<sup>3</sup> около 0,01 г/дм<sup>3</sup> на 1 м, при  $M_0 > 1$  г/дм<sup>3</sup> около 0,1 г/дм<sup>3</sup> на 1 м.

В олигоценовых палеодолинах Южного Зауралья скорость водообмена определяет минерализацию подземных вод ОВГ. Для исследования корреляционной связи между минерализацией ( $M_0$ , г/дм<sup>3</sup>) подземных вод ОВГ и коэффициентом фильтрации ( $K$ , м/сут), средневзвешенным по мощности слоев ОВГ, была систематизирована информация по 70 опытным кустовым откачкам из скважин [13]. При коэффициенте корреляции 0,8 получено следующее уравнение регрессии:

$$M_0 = (0,7 + 0,7 K)^{-1}. \quad (2)$$

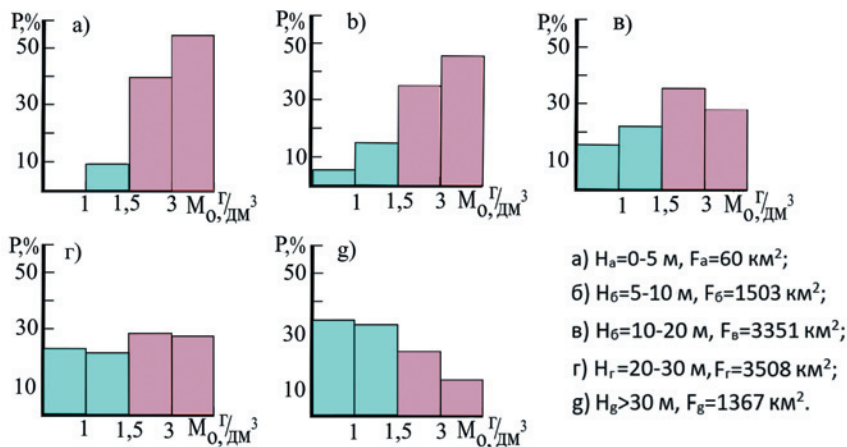
Реликты среднеолигоценовых погребенных речных долин, сохранившиеся от эрозии, не выражены в рельефе и могут иметь ширину 0,5–1 км, длину – около 10 км, мощность песчано-глинистых отложений – до 50 м при геоэлектрических сопротивлениях более 30 Ом·м. Наибольшие значения водопроницаемости (до 200 м<sup>2</sup>/сут) характеризуют тальвеговые зоны, ширина которых составляет первые десятки метров. Олигоцен-четвертичные отложения являются полифациальными, поэтому при смене аллювиальной песчаной фации на озерную или прибрежно-морскую происходит закономерное уменьшение водопроницаемости.

На современных водоразделах территории погребенных среднеолигоценовых речных долин в ограниченных по площади олигоценовых эрозионно-тектонических депрессиях занимают не более 10 %. Например, на Миасс-Уйском междуречье площадью ( $F$ ) 9729 км<sup>2</sup> было произведено совмещение гидрогеофизических карт масштаба  $M$  1:100 000 по ОВГ-минерализации ( $M_0$ ) и мощности ( $H$ ). В результате установлено, что вероятность обнаружения подземных вод ОВГ с минерализацией до 1,5 г/дм<sup>3</sup> составляет 65 % при мощности более 30 м и 20 % при мощности 5–10 м (рис. 1).

Азонально-интенсивный пресный подземный сток из олигоценовых палеодолин на Миасс-Уйском междуречье разгружается в бессточные соленые озера, являющиеся местными базами дренирования.

В качестве репрезентативного бассейна для гидрологических исследований был выбран водосбор площадью 33 км<sup>2</sup> бессточного соленого лечебного озера Горькое-Виктория в Щучанском районе Курганской области (рис. 2). Озеро Горькое-Виктория имеет площадь зеркала около 5 км<sup>2</sup>, минерализацию воды – около 36 г/дм<sup>3</sup>. Рапа и грязи озера применяются для лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата. Озеро Горькое-Виктория находится под многолетними наблюдениями гидрометеорологической службы. Оценка азонально-интенсивного стока ОВГ на водосборе бессточного озера Горькое-Виктория проведена методом составления многолетнего водного баланса озерной котловины в среднемноголетнем измерении:

$$Q_{\text{поА}} = Q_{\text{пов}} + W_{\text{ос}} + W_{\text{сн}} - W_{\text{п}}, \quad (3)$$



**Рис. 1.** Гистограммы выборок, полученных при совмещении гидрогеофизических карт минерализации ( $M_o$ ) подземных вод ОВГ и карт мощности ( $H$ ) на Миасс-Уйском междуречье.  
 Fig. 1. Bar chats of samplings obtained in superposition of the hydro/physical maps of the Oligocene/Quaternary aquifer water minerarlization ( $M_o$ ) and the capacity maps ( $H$ ) at the Miass-Uysk interfluve.

где  $Q_{\text{под}}$  – общий объем подземного питания озера,  $982 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  
 $Q_{\text{пов}}$  – объем поверхностного притока в озеро,  $363 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  
 $W_{\text{ос}}$  – объем выпадающих осадков на водное зеркало (за теплый период года),  $1515 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  
 $W_{\text{сн}}$  – объем воды в снеге на льду озера,  $425 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  
 $W_{\text{п}}$  – объем испарения с расчетной площади зеркала озера,  $3285 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Элементы водного баланса определяли по данным непосредственных наблюдений на озерном посту и близлежащей метеостанции. Примем допущение об основном участии в подземном питании этого озера грунтовых вод, поскольку олигоцен-четвертичный водоносный горизонт отделяется от первого межпластового горизонта в опоках нижнего эоцена относительно водупорными глинами мощностью более 60 м [14]. С некоторым приближением можно считать, что площади подземного и поверхностного водосборов (без учета реальной площади среднеолигоценовой прадолины) совпадают. Не рассматривая в деталях эту известную методику гидрологических расчетов, разработанную В.А. Всеволожским [14], дадим основные выводы. Модуль азонально-интенсивного годового подземного стока ОВГ 50 % обеспеченности, определенный методом многолетнего водного баланса озер, составляет  $0,9 \text{ дм}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ . Для сравнения, годовая норма зонального грунтового стока –  $0,01-0,3 \text{ дм}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ .

Целесообразно отметить, что с позиции социально-экологического критерия необходимо ограничивать водозабор пресных подземных вод на водосборе лечебного озера Горькое-Виктория во избежание его высыхания до уровня не более величины стока для года 95 % обеспеченности.

Для определения гидрогеодинамическим методом модуля азонально-интенсивного пресного подземного стока ОВГ в олигоценовой палеодолине на

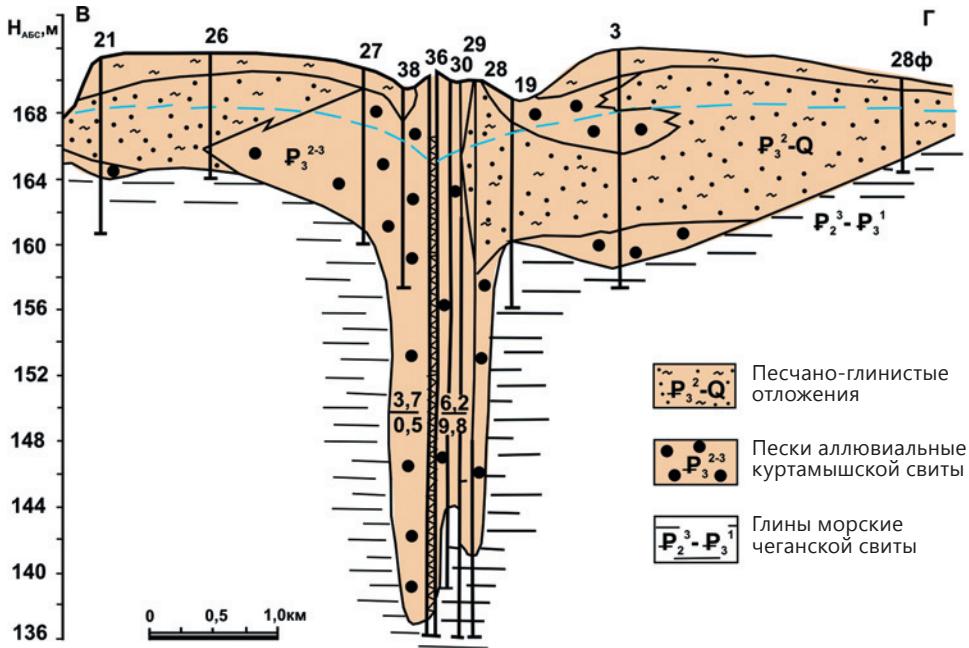
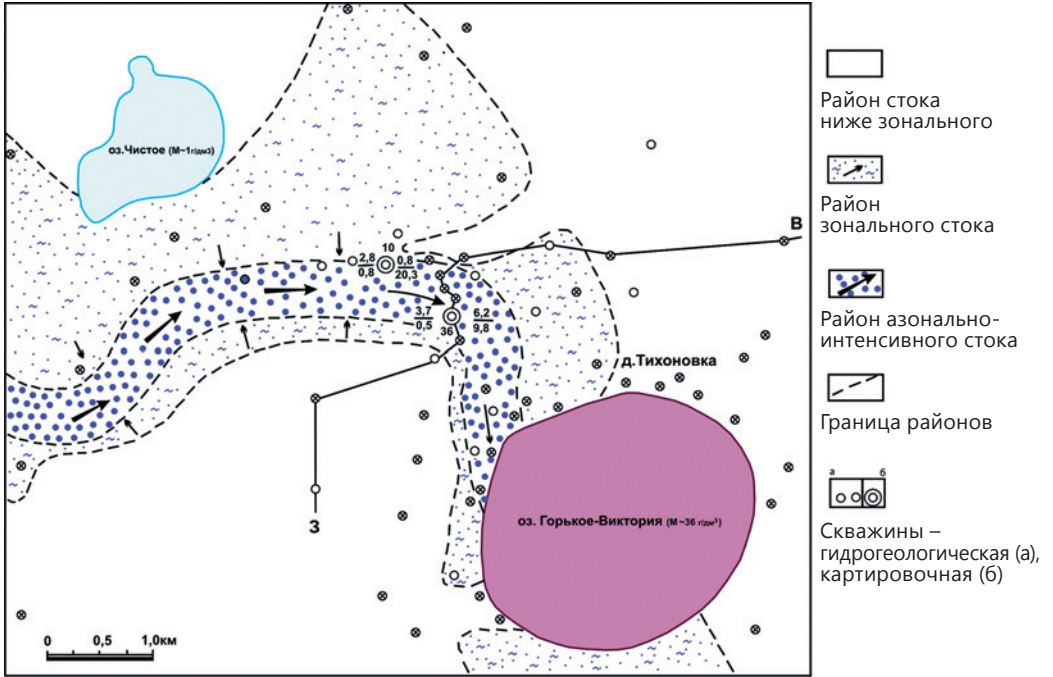


Рис. 2. Гидрогеологическая схема районирования по условиям формирования подземного стока ОВГ в олигоценовой палеодолине и за ее бровками на водосборе озера Горькое-Виктория.

Fig. 2. The hydro/geological scheme of zoning in terms of the Oligocene/Quaternary aquifer groundwater runoff formation conditions in an Oligocene paleovalley and outside its edges at the Lake Gorkoye-Victoria catchment.

водосборе озера (рис. 2) был проведен комплекс разведочных работ – буровых, геофизических исследований скважин (электрокаротаж и расходомерия при наливе), опытно-фильтрационных работ.

Технология разглинизации сетчатых фильтров скважин включала солянокислотную обработку, поскольку в разрезе ОВГ были обнаружены конкреции кальцита и сидерита. При воздействии 10 % раствором соляной кислоты на карбонатные стяжения происходит реакция выделения углекислого газа, который «взрывает» глинистую корку на стенках скважин и фильтров, устраняя «скин-эффект». Так, например, в центральной скважине 36 до обработки прифильтровых зон соляной кислотой удельный дебит откачки составлял  $0,2 \text{ дм}^3/\text{с}\cdot\text{м}$ , а через 34 сут после экспресс-налива  $0,7 \text{ м}^3$  10 % раствора HCl и откачки эрлифтом увеличился до  $0,6 \text{ дм}^3/\text{с}\cdot\text{м}$ .

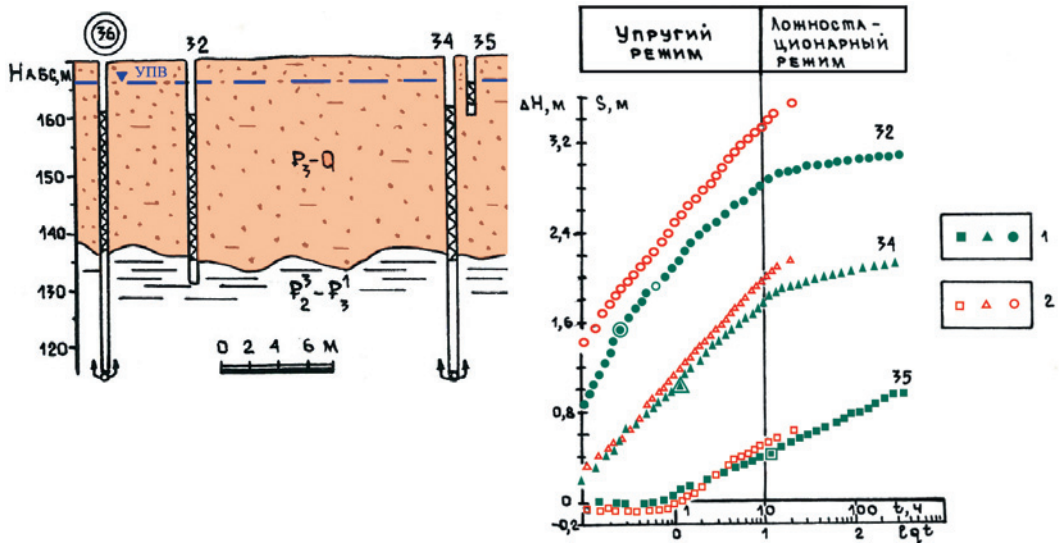
По результатам разведки ОВГ в тальвеговой части олигоценовой палеодолины установлены следующие параметры: геозлектрическое сопротивление  $65 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ; приведенный коэффициент фильтрации  $3,8 \text{ м/сут}$ ; минерализация подземной воды  $0,45 \text{ г/дм}^3$ ; на бровке эти показатели составили  $32 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ,  $1,1 \text{ м/сут}$  и  $0,79 \text{ г/дм}^3$  соответственно.

Закономерное изменение геозлектрических и гидрогеологических параметров от тальвега палеодолины к ее бровкам позволяет схематизировать в плане в виде пласта-полосы с условными границами второго рода (с постоянным расходом). Перспективный участок в палеодолине озера Горькое-Виктория получил авторское наименование МППВ «Виктория», относящееся к южно-зауральскому виду.

Исследование геофильтрационной схемы ОВГ в разрезе производили на основе классификации реальных неупорядоченно-слоистых разрезов по двум критериям: параметру перетекания (В) и средневзвешенному по мощности слоев коэффициенту фильтрации (К). По этим критериям выделяется три класса разрезов ОВГ: первый класс при  $V \leq 102$ ,  $K \geq 10 \text{ м/сут}$ ; второй – при  $102 < V \leq 104 \text{ м}$  и  $100 \leq K < 10 \text{ м/сут}$ ; третий – при  $V > 104 \text{ м}$ ,  $10^{-1} < K < 100 \text{ м/сут}$  [13]. С учетом данной классификации и параметрической характеристики полей в ОВГ выполнялась гидрогеодинамическая схематизация разрезов для интерпретации кустовых опытных откачек. Для 1 класса разрезов может быть принята схема безнапорного однородного пласта, для 2 класса – безнапорного двухслойного пласта, для 3 класса – схема напорного изолированного пласта.

По результатам геофизических площадных и каротажных исследований был выбран в качестве рабочей гидрогеодинамической модели в разрезе МППВ «Виктория» безнапорный (при кратковременном возмущении – субнапорный) двухслойный пласт, который предполагает сооружение ярусного куста скважин 36 (рис. 3).

При опытных кустовых откачках из двухслойного пласта возникают геофильтрационные процессы, теоретически обоснованные В.А. Мироненко и В.М. Шестаковым [15]. В модели двухслойного пласта нижний водоносный слой определяет коэффициент водопроницаемости, а верхний, слабо водопроницаемый, – коэффициент гравитационной водоотдачи. Динамика водо-



**Рис. 3.** Схематический гидрогеологический разрез ярусного куста 36 и графики временного прослеживания понижений (1) и восстановлений (2) уровней в верхних и нижних водоносных слоях ОВГ на МППВ «Виктория».

**Fig. 3.** The schematic hydrological section of tier group 36 and graphs of temporal monitoring of reductions (1) and restorations (2) of head of water in upper and lower Oligocene/Quaternary aquifer at "Victoria" sweet groundwater deposit.

отдачи от упругой до гравитационной подавляет влияние плановых границ, компрессионный гистерезис глинистых слоев при снижении уровней обуславливает заниженные значения коэффициента водопроницаемости по восстановлению уровней.

На этапе упругого режима при опытной откачке из куста 36 (рис. 3) были определены следующие данные: дебит  $501 \text{ м}^3/\text{сут}$ ; понижение в центральной скважине 36 составило 9,5 м; мощность ОВГ 30 м; коэффициент водопроницаемости  $115 \text{ м}^2/\text{сут}$ ; приведенный коэффициент фильтрации  $3,8 \text{ м}/\text{сут}$ ; фактор перетекания 490 м; коэффициент уровнепроводности  $1000 \text{ м}^2/\text{сут}$ ; коэффициент гравитационной водоотдачи 0,1. По гидрогеодинамическим расчетам модуль азонально-интенсивного стока ОВГ для площади олигоценовой палеодолины МППВ «Виктория» (рис. 2) составил около  $0,9 \text{ дм}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ , что согласуется с его величиной, определенной балансовым методом.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты исследований на Миасс-Уйском междуречье позволяют сформулировать поисковые предпосылки обнаружения месторождений питьевых подземных вод в ОВГ южнозуральского вида – геофизические, литолого-фациальные и гидрологические.

Геофизическая поисковая предпосылка – это наличие взаимосвязанных аномалий трех полей: геоэлектрического (при величинах удельного электрического сопротивления ОВГ более 30 Ом·м, гидрогеохимического (при мине-



рализации менее  $1 \text{ г/дм}^3$ ) и геофильтрационного (при значениях приведенного коэффициента фильтрации более  $1 \text{ м/сут}$ ). Литолого-фациальная поисковая предпосылка – картирование палеодолин среднего олигоцена, где мощность олигоцен-четвертичных отложений составляет более  $30 \text{ м}$ , в разрезе которых мощность песчаных аллювиальных слоев – более  $60 \%$ . Гидрологическая поисковая предпосылка – водосборы непересыхающих соленых озер с площадью водного зеркала более  $3 \text{ км}^2$ . В условиях полуаридного климата Южного Зауралья именно такие озера служат местными базами дренирования аazonально-интенсивного стока пресных подземных вод ОВГ, характеризуемые модулем стока около  $0,9 \text{ дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ .

В соленых озерах часто образуются лечебные грязи. В каждом конкретном случае необходимо решать, что ценнее – месторождение подземных питьевых вод в ОВГ или лечебно-оздоровительный водный объект. При ограниченном водоотборе, не превышающем аazonально-интенсивный сток для года  $95 \%$  обеспеченности, уменьшается вероятность высыхания лечебных озер Южного Зауралья. К числу таких озер относится знаменитое своими лечебными грязями озеро Медвежье на Тобол-Ишимском междуречье в Петуховском районе Курганской области (площадь водосбора  $409 \text{ км}^2$ , площадь водного зеркала  $63 \text{ км}^2$ , минерализация воды – около  $301 \text{ г/дм}^3$ ). Часть аazonально-интенсивного пресного подземного стока ОВГ в олигоценной палеодолине, питающего озеро Медвежье перехватывается водозабором МППВ «Утчанское», что требует гидрогеоэкологического регулирования при его эксплуатации.

В южном направлении, на Уй-Тогузакском междуречье, где климат более засушливый, происходит закономерное уменьшение величины модуля эксплуатационных запасов пресных безнапорных подземных вод, например, на Магнайском МППВ – до  $0,6 \text{ дм}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$  [16].

При оценке запасов пресных подземных вод ОВГ Тобольского артезианского бассейна рекомендуется применять в качестве рабочей модели в разрезе – схему безнапорного двухслойного пласта. Анализ опыта эксплуатации водозаборов ОВГ Западно-Сибирского мега-бассейна, расположенных севернее, в климатической зоне избыточного увлажнения, свидетельствует об обоснованности выбора схемы двухслойного пласта в качестве расчетной [17, 18].

Выполненные исследования доказывают ошибочность двух гипотез образования соленых и рассольных озер Южного Зауралья. По гипотезе А.И. Ковальчука предполагалось, что решающая роль в питании соленых озер принадлежит вероятной элизионной разгрузке минерализованных ( $3\text{--}10 \text{ г/дм}^3$ ) вод, которые по своему генезису соответствуют седиментогенным водам [19]. Однако с этой позиции сложно объяснить наличие пресных родников вблизи уезов соленых озер, например, у озера Горькое-Виктория (рис. 2). По гипотезе К.Н. Тележниковой предполагалось, что в питании соленых озер принимает вероятное участие разгрузка глубинных флюидов, имеющих мантийную природу и поступающих через тектонические разломы в фундаменте [20]. При обследовании прибрежной полосы озера Горькое-Виктория и предполагаемых «жерл грязевых вулканов» установлено, что это остатки ям от солеварения, которым занимались здесь в XIX в. жители д. Тихоновка.

Определение количественных характеристик величин зонального и азонального стока, характеризующих условия локализации месторождений пресных и слабосоленых вод, и оценка их ресурсного потенциала могут представлять интерес при проведении государственных гидрогеологических съемок масштаба 1: 200 000 в Зауралье [21]. Основой для проектирования поисково-разведочных работ в Зауралье должны быть карты районирования по условиям формирования ресурсов питьевых подземных вод разных типов месторождений, которые предлагается называть «гидрогеническими» (по аналогии с металлогеническими картами) [11, 13].

### ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлены закономерности формирования эксплуатационных ресурсов пресных и слабосоленых вод месторождений южнозауральского вида с запасами до 2 тыс. м<sup>3</sup> в олигоцен-четвертичном водоносном горизонте Тобольского артезианского бассейна. Это позволяет с позиций геолого-экономического и социально-экологического критериев проектировать поисково-разведочные работы для водоснабжения населенных пунктов на современных водоразделах в Курганской и Челябинской областях.

Выявленные поисковые предпосылки месторождений питьевых подземных вод в олигоценовых палеодолинах указывают на вероятность их обнаружения на водосборах непересыхающих соленых озер с площадью водного зеркала более 3 км<sup>2</sup>. В случае обнаружения лечебных грязей в соленых озерах требуется ограничивать водозабор пресных подземных вод из олигоценовых палеодолин, являющихся регулирующими емкостями и ложбинами азонально-интенсивного стока.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Язвин А.А. Еще раз о «подземных водах и полезных ископаемых» // Разведка и охрана недр. 2020. № 5. С. 7–12.
2. Боровский Б.В., Дробноход Н.И., Язвин А.С. Оценка запасов подземных вод. Киев: Высшая школа, 1989. 407 с.
3. Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин А.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. М.: Недра, 1979. 326 с.
4. Скалин А.А. Поиски и разведка месторождений подземных вод в ледниковых палеодолинах Северного Урала // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2018. № 6. DOI: 10.35567/1999-4508-2018-6-2.
5. Стефановский В.В., Плиоцен и квартал восточного склона Урала и Зауралья. Екатеринбург: ИГГ Уро РАН, 2006. 223 с.
6. Сигов А.П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. М.: Недра, 1969. 296 с.
7. Гидрогеология СССР. Т. XIV. Урал. М.: Недра, 1972. 648 с.
8. Сомов В.Ф., Демидовцев А.С. Поиски пресных вод геофизическими методами // Разведка и охрана недр. 1987. № 1. С. 51–55.
9. Мелькановицкий И.М., Ряполова В.А., Хордикайнен М.А., Методика геофизических исследований при поисках и разведке месторождений пресных вод. М.: Недра, 1982. 239 с.
10. Зинченко В.С. Петрофизические основы гидрогеологической и инженерно- геологической интерпретации геофизических данных: уч. пособие. М.-Тверь: Изд-во АИС, 2005. 392 с.
11. Скалин А.В. Отчет о региональной оценке эксплуатационных запасов пресных подземных вод Тобольского артезианского бассейна на площадях Курганской, Свердловской и Челя-

- бинской областей / Уралгидроэкспедиция Уральского производств. геолог. объединения. Свердловск. 1987.
12. Посохов Е.В. Общая гидрогеохимия. Л.: Недра, 1975. 208 с.
  13. Скалин А.В. Формирование и разведка месторождений пресных подземных вод в олигоценных долинах Зауралья: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. М.: ВСЕГИНГЕО, 1987. 20 с.
  14. Штенгелов Р.С. Формирование и оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод. М.: Недра, 1988. 231 с.
  15. Мироненко В.А., Шестаков В.М., Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ. М.: Недра, 1986. 240 с.
  16. Дейнека В.К. Гидрогеология Торгайского прогиба. Костанай, 2005. 220 с.
  17. Палкин С.В. Палкин А.С. Результаты мониторинга подземных вод на Северо-Комсомольском месторождении // Разведка и охрана недр. 2005. № 11. С. 51–54.
  18. Тагильцев В.С. Гидрогеодинамические основы рациональной эксплуатации водозаборов и охраны подземных вод в нефтедобывающих районах Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. геол.- минер. наук. Екатеринбург, 2013. 22 с.
  19. Ковальчук А.И. Вдовин Ю.П., Козлов А.В. Формирование химического состава подземных вод Зауралья. М.: Наука, 1980. 184 с.
  20. Тележникова К.Н. Формирование минеральных озер южной части Западно-Сибирской низменности: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Свердловск, 1973. 42 с.
  21. Елохина С.Н., Жуковская Е.П., Черепанова Е.Р., Киндлер А.А., Оценка ресурсов подземных вод при создании комплекта карт гидрогеологического содержания масштаба 1: 200 000 г. Челябинска // Разведка и охрана недр. 2022. № 4. С. 43–49.

## REFERENCES

1. Yazvin A.L. Once again about “groundwater and minerals”. *Razvedka i okhrana nedr [Survey and protection of subsoils]*. 2020. No. 5. P. 7–12 (In Russ.).
2. Borevskiy V.V., Drobnokhod N.I., Yazvin L.S. Assessment of the groundwater reserves. Kiev: Vysshaya shkola [Higher education institutions], 1989. 407 p. (In Russ.).
3. Borevskiy V.V., Samsonov B.G., Yazvin L.S. Methods of determination of the aquifers parameters in terms of the pump-down data. M.: Nedra, 1979. 326 p. (In Russ.).
4. Skalin A.A. Searching and surveying of groundwater deposits in glacial paleovalleys of the Northern Ural. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2018. No. 6. DOI: 10.35567/1999-4508-2018-6-2 (In Russ.).
5. Stefanovskiy V.V. Pliocene and quarter of the Ural and Transural eastern slope. Ekaterinburg: IGG Uro RAN, 2006. 223 p. (In Russ.).
6. Sigov A.P. Metallogeny of the Ural Age of Reptiles and Age of Mammals. M.: Nedra, 1969. 296 p. (In Russ.).
7. Hydro/ecology of the USSR. Vol. XIV. Ural. M.: Nedra, 1972. 648 p. (In Russ.).
8. Somov V.F., Demidovtsev A.S. Search for sweet waters with geo/physical methods. *Razvedka i okhrana nedr [Survey and protection of subsoils]*. 1987. No. 1. P. 51–55 (In Russ.).
9. Melkanovskiy I.M., Ryapolova V.A., Khordikainen M.A. Methods of geo/physical studies in researching and surveying of sweet water deposits. M.: Nedra, 1982. 239 p. (In Russ.).
10. Zinchenko V.S. Petro/physical foundations of the hydro/geological and engineering/geological interpretation of geo/physical data: a manual. M.-Tver: Izd-vo AIS, 2005. 392 p.
11. Sklalin A.V. The report on regional estimation of the Tobol artesian basin sweet groundwater operational reserves on the territories of Kurgan, Sverdlovsk and Chelyabinsk oblasts. *Uralgidroekspeditiya of the Ural Production Geological Association*. Sverdlovsk. 1987.
12. Posokhov E.V. General hydro/geo/chemistry. L.: Nedra, 1975. 208 p.
13. Sklalin A.V. Formation and surveying of the sweet groundwater deposits in Oligocene valleys of the Transural: an abstract of the candidate's thesis on geological/mineralogical sciences. VSEGINGEO. M. 1987. 20 p.
14. Shtengelov R.S. Formation and estimation of operational reserves of sweet groundwater. M.: Nedra, 1988. 231 p.

15. Mironenko V.A., Shestakov V.M. The theory and methods of interpretation of the experimental filtration operations. M.: Nedra, 1986. 240 p.
16. Deyneka V.K. Hydrogeology of the Torgaysk deflection. Kostanay, 2005. 220 p.
17. Palkin S.V., Palkin A.S. Results of the groundwater monitoring at the Severo-Komsomolsk deposit. *Razvedka i okhrana nedr [Survey and protection of subsoils]*. 2005. № 11. С. 51–54.
18. Tagiltsev V.S. Hydro/geo/dynamic foundations of the water intakes rational usage and groundwater protection in the petrol/mining areas of the Western Siberia: an abstract of the candidate's thesis on geological/mineralogical sciences. Ekaterinburg, 2013. 22 p.
19. Kovalchuk A.I., Vdovin Y.P., Kozlov A.V. Formation of the Transural groundwater chemical composition. M.: Nedra, 1980. 184 p.
20. Telzhnikova T.N. Formation of the mineral lakes of the southern part of the Western-Siberian Plain: an abstract of the candidate's thesis on geological/mineralogical sciences. Sverdlovsk. 1973. 42 p.
21. Yelokhina S.N., Zhukovskaya E.P., Cherepanova E.R., Kindler A.A. The groundwater reserves estimation in composing a set of the Chelyabinsk hydrogeological maps of the 1:200 000 scale. *Razvedka i okhrana nedr [Survey and protection of subsoils]*. 2022. No. 4. P. 43–49.

#### **Сведения об авторах:**

**Скалин Анатолий Владимирович**, канд. геол.-минерал. наук, генеральный директор, НПО «Уралгеоэкология», Россия, 620027, г. Екатеринбург, ул. Мельковская, 9; e-mail: inform@uralgeoecology.ru, uralgeo@bk.ru.

**Скалин Владислав Анатольевич**, канд. экон. наук, коммерческий директор, НПО «Уралгеоэкология», Россия, 620027, г. Екатеринбург, ул. Мельковская, 9; e-mail: inform@uralgeoecology.ru, uralgeo@bk.ru.

**Скалин Антон Анатольевич**, технический директор, НПО «Уралгеоэкология», Россия, 620027, г. Екатеринбург, ул. Мельковская, 9; e-mail: inform@uralgeoecology.ru, uralgeo@bk.ru.

#### **About the authors:**

**Anatoliy V. Skalin**, Candidate of Geological/mineralogical Sciences, Director General, "Uralgeoekologiya", ul. Melkovskaya, 9, Ekaterinburg, 620027, Russia; e-mail: inform@uralgeoecology.ru, uralgeo@bk.ru

**Vladislav A. Skalin**, Candidate of Economic Sciences, Commercial Director, "Uralgeoekologiya", ul. Melkovskaya, 9, Ekaterinburg, 620027, Russia; e-mail: inform@uralgeoecology.ru, uralgeo@bk.ru

**Anton A. Skalin**, Technical Director, "Uralgeoekologiya", ul. Melkovskaya, 9, Ekaterinburg, 620027, Russia; e-mail: inform@uralgeoecology.ru, uralgeo@bk.ru