

Олиферова О.А., **Козак С.З.** (ЗАО «ГИДЭК»)

### ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ВОДОЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИМОРСКОЙ ТЭС В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ НЕОДНОРОДНОСТИ ЦЕЛЕВОГО ЧЕТВЕРТИЧНОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА

углубленная и песчаная часть разреза палеодолины примыкает к участку водозабора с восточного фланга, что явилось следствием первоначального появления приоритетных показателей качества (кальция и магния — формирующих общую жесткость, гидрокарбонатов, хлоридов, общего железа) в воде, добываемой из скв. № 4, и далее при уменьшении на нее эксплуатационной нагрузки последовательно в скв. № 3 и скв. № 2.

На изменение структуры потока подземных вод, сформировавшейся в процессе эксплуатации водозабора, возможно оказала влияние пробуренная в 2015 г. между р. Свяга и водозабором, водозаборная скважина (б/н) для водоснабжения деревни.

Приток воды из нижнего горизонта, по результатам геофизических исследований в скважинах, признан незначительным и не проявляется в общем химическом составе воды, в противном случае превышение компонентов качества произошло во всех скважинах одновременно.

#### Рекомендации по устранению причин повышения содержания общей жесткости и общего железа

1. Снижение техногенной нагрузки на территорию области формирования запасов подземных вод путем реабилитации, загрязненных отходами сахарного завода, почв, поверхностных и подземных вод.

2. Снижение нагрузки на имеющиеся установки обезжелезивания путем предварительной аэрации поступающих на завод подземных вод с последующим отстаиванием в резервуарах и фильтрацией на песчаных фильтрах.

3. Обеспечение равномерного внутрисуточного водоотбора из водозаборных скважин с нагрузкой, рекомендованной при оценке запасов — ориентировочно 47 м<sup>3</sup>/час.

4. Восстановление скважин наблюдательной сети мониторинга, ведение мониторинга за состоянием подземных вод выше- и нижезалегающих водоносных горизонтов и комплексов.

5. Эксплуатация скв. № 4 с производительностью 1000 м<sup>3</sup>/сут с целью создания барража для перехвата некондиционных вод, сброс добытой воды в нижележащие водоносные комплексы или поверхностные водотоки (р. Свяга).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Гараева, Т.В.* Поисково-разведочные работы для водоснабжения спиртового завода / Т.В. Гараева. — Казань, 2012.
2. *Поляков, С.И.* Оценка ресурсного потенциала пресных подземных вод Волго-Сурского и Камско-Вятского артезианских бассейнов в пределах Республики Татарстан и его локализация для обеспечения населения республики защищенными источниками водоснабжения. Оценка условий локализации ресурсов подземных вод на территории Предволжья. Гос. контракт 1-К-32 / С.И. Поляков. — Казань: Росгеолфонд, 2004.
3. *Солнцев, А.В.* Проведение эколого-гидрогеологической съемки масштаба 1:200000 листов N-38-VI, XII, XVIII, N-39-VII, VIII Предволжья, XIII. Апастовский, Буинский, Верхнеуслонский, Дрожжановский, Кайбицкий, Камско-Устьинский, Тетюшский районы / А.В. Солнцев. — РТ, ТГРУ. — Казань, 2002.

© Гараева Т.В., Вавичкин А.Ю., 2020

Гараева Татьяна Викторовна // kazan@hydec.ru  
Вавичкин Александр Юрьевич // av@hydec.ru

*Неоднородность четвертичного водоносного комплекса, сложенного межморенными водоносными отложениями и глинистыми отложениями морен в области ледниковой аккумуляции на юге Калининградского п-ова, изучена методом наземной геофизики (ЗСБ-ЗМПП) и при проведении кустового опытно-фильтрационного опробования в процессе разведки Приморского месторождения подземных вод. Разработанная на основе этих исследований схема неоднородности целевого днепровско-московского межморенного водоносного горизонта дала возможность обосновать схему водозабора Приморской ТЭС, применительно к которой были оценены запасы подземных вод. **Ключевые слова:** Приморское месторождение подземных вод, наземная геофизика (ЗСБ-ЗМПП), схема неоднородности, интерпретация откачек, проектная схема водозабора, численное моделирование, оценка запасов подземных вод.*

Oliferova O.A., **Kozak S.Z.** (HYDEC)

### SUBSTANTIATION OF THE GROUNDWATER ABSTRACTION SCHEME OF THE PRIMORSKY TPP IN THE KALININGRAD REGION UNDER THE CONDITIONS OF HETEROGENEITY OF THE TARGET QUATERNARY AQUIFER

*The heterogeneity of the quaternary aquifer complex, composed of inter-moraine aquifers and clay deposits of moraines in the area of glacial accumulation in the south of the Kaliningrad Peninsula, was studied by the method of ground-based geophysics and during cluster testing and filtration testing during the exploration of the Primorsky underground water field. The heterogeneity scheme of the target Dnieper-Moscow inter-moraine aquifer developed on the basis of these studies made it possible to substantiate the water intake scheme of the Primorsky TPP, in relation to which groundwater reserves were estimated. **Keywords:** Primorskoe underground water field, ground-based Geophysics (ZSB-ZMPP), heterogeneity scheme, pumping interpretation, water intake design scheme, numerical modeling, estimation of underground water reserves.*

Необходимость проведения гидродинамических расчетов для неоднородных водоносных горизонтов требует постановки специальных полевых исследований и построения по их результатам моделей изменчивости, отражающих природную фильтрационную неоднородность [1]. В качестве примера подхода к обоснованию схемы неоднородности целевого водоносного горизонта является использование для этой цели результатов геофизических и опытно-фильтрационных

работ, выполненных в процессе проведения разведки Приморского месторождения подземных вод.

В соответствии с Планом мероприятий «Об обеспечении энергоснабжения Калининградской области и объединенной энергетической системы Северо-Запада России» в 2014 г. началось строительство Приморской ТЭС на берегу Калининградского морского канала Балтийского моря на расстоянии 7 км от западной окраины г. Калининград. Водоснабжение Приморской ТЭС в количестве 5150 м<sup>3</sup>/сут было решено обеспечивать за счет использования подземных вод. В 2016–2018 гг. с целью обеспечения водоснабжения строящейся Приморской ТЭС компаниями ЗАО «ГИДЭК» (г. Москва) и ООО «СКМСТРОЙГРУПП» (г. Калининград) была выполнена разведка подземных вод, по результатам которой было выделено Приморское месторождение и оценены запасы подземных вод.

Территория Калининградского п-ова, в южной части которого расположено Приморское месторождение подземных вод, является юго-западной частью Прибалтийского артезианского бассейна. Верхний мезо-кайнозойский гидрогеологический этаж артезианского бассейна состоит из меловых, неогеновых, палеогеновых и четвертичных водоносных комплексов, приуроченных к зоне интенсивного водообмена. Главной областью питания мезо-кайнозойских отложений являются Мазурские высоты, местные области питания расположены на Самбийско-Надрувской возвышенности. Региональной областью разгрузки подземных вод служит Балтийское море и долины крупных рек.

В соответствии со «Сводной укрупненной гидрогеологической стратификацией Прибалтийского артезианского бассейна» [2] в пределах территории Калининградской области развиты следующие гидрогеологические подразделения (рис. 1):

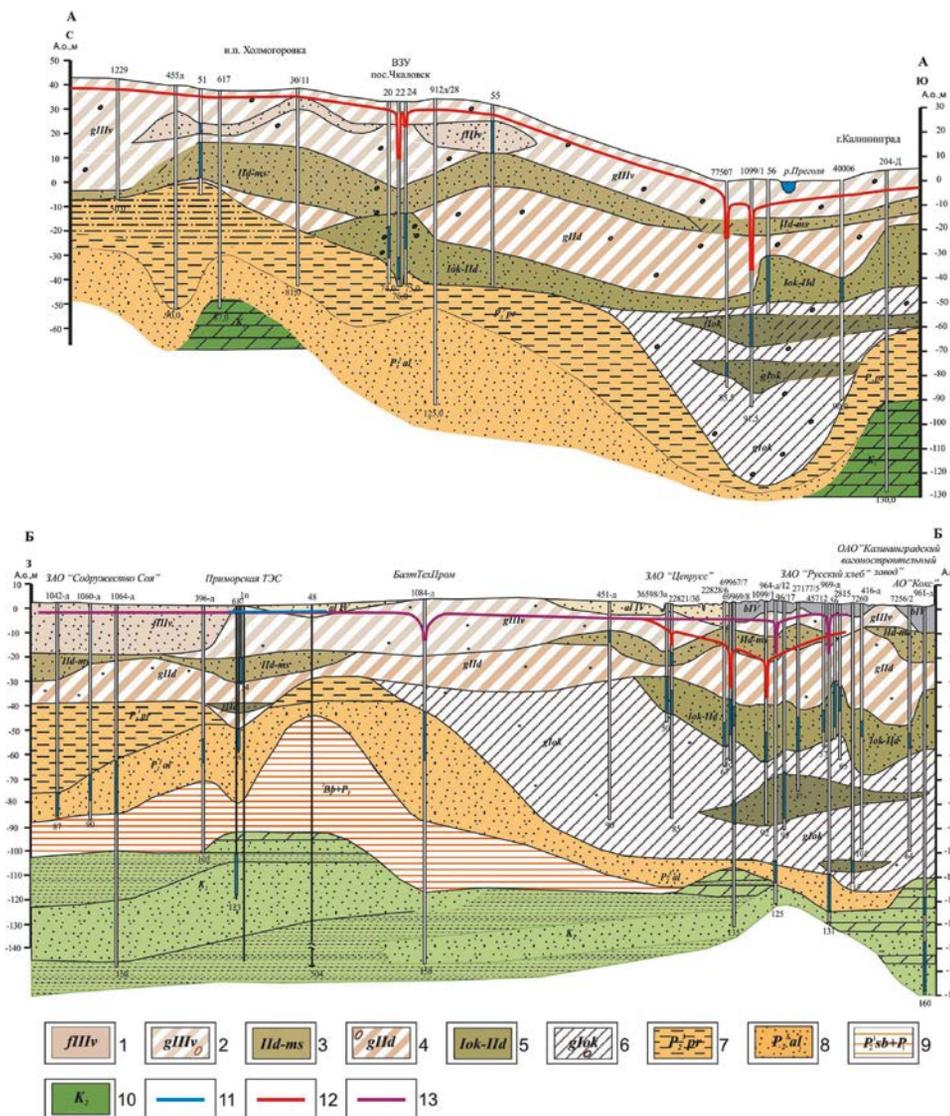
*Ид-мс* — водоносный днепровско-московский озерно-аллювиальный и флювиогляциальный нерасчлененный межморенный горизонт;

*gИд* — водоупорный локально-водоносный днепровский горизонт;

*fИд* — водоносный днепровский флювиогляциальный горизонт;

*lok-Ид* — водоносный окско-днепровский межморенный горизонт;

*gIok* — водоупорный локально-водоносный окский горизонт;



**Рис. 1. Геолого-гидрогеологические разрезы центральной части Калининградской области:** 1 — водоносный флювиогляциальный валдайский горизонт (пески); 2 — локально-водоносный валдайский ледниковый горизонт (супеси, суглинки с гравием, галькой и валунами, с прослоями песков); 3 — водоносный днепровско-московский межморенный горизонт (пески разнозернистые, песчано-гравийные отложения); 4 — локально-водоносный днепровский горизонт (супеси, суглинки с гравием и галькой, с прослоями и линзами песков); 5 — водоносный окско-днепровский межморенный горизонт (пески, песчано-гравийные отложения); 6 — локально-водоносный окский моренный горизонт (суглинки с гравием и галькой, с прослоями и линзами песка); 7 — среднепалеогеновый горизонт прусской свиты (алевриты, глины, алевролиты); 8 — водоносный среднепалеогеновый горизонт алкской свиты (пески, алевриты); 9 — водоупорный средне-нижнепалеогеновый горизонт (глины, суглинки); 10 — водоносный верхнемеловый горизонт (пески, мергели, песчаники); 11 — уровень подземных вод днепровско-московского водоносного горизонта; 12 — уровень подземных вод окско-днепровского водоносного горизонта; 13 — уровень подземных вод среднепалеогенового водоносного горизонта алкской свиты

$P_2^3 pr$  — водоупорный среднепалеогеновый горизонт прусской свиты;

$P_2^3 al$  — водоносный среднепалеогеновый горизонт алкской свиты;

$P_2 sb + P_1$  — водоупорный средне-нижнепалеогеновый горизонт;

$K_2$  — водоносный верхнемеловой горизонт;

$K_2$  — водоупорный верхнемеловой горизонт.

Основными источниками водоснабжения на рассматриваемой территории являются подземные воды межморенных днепровско-московского и окско-днепровского горизонтов и в меньшей степени палеогенового и верхнемелового водоносных горизонтов.

Поскольку Калининградский п-ов находится в области ледниковой аккумуляции, верхняя часть гидрогеологического разреза представлена водоносными горизонтами в межморенных отложениях, разделенных глинистыми отложениями морен. Четвертичные отложения развиты в области повсеместно и имеют мощность от первых до 280 м. На рис. 1 показано распространение водоносных и слабопроницаемых горизонтов, представленных четвертичными отложениями, а также сложный рельеф кровли палеогеновых отложений с поднятиями и переуглубленными долинами. Кровля дочетвертичных отложений в центральной части области погружается с севера на юг. Абсолютные отметки подошвы четвертичных отложений изменяются от 48 м на юго-западе области до минус 130 м на юго-востоке. По всей территории встречаются глубокие долины врез в дочетвертичную поверхность в основном субмеридионального направления. В обширной области с отметкой кровли палеогеновых отложений от -40 до -20 м окско-днепровский водоносный горизонт отсутствует, а днепровско-московский залегает непосредственно на палеогеновых отложениях (рис. 1). В области поднятия кровли палеогеновых отложений выше отметки -30 м днепровско-московский водоносный горизонт имеет малую мощность, а на отдельных участках отсутствует, поскольку водоносные пески замещаются слабопроницаемыми супесями и суглинками.

Водоносный днепровско-московский межморенный горизонт ( $Id-ms$ ) прослеживается в виде линз, залегающих на днепровской морене, перекрывается ледниковыми валдайскими осадками, мощность горизонта колеблется от 3 до 36 м. Водовмещающие отложения представлены песками различной зернистости и гравийно-галечными отложениями, удельные дебиты скважин изменяются от 0,02 до 27,8 л/с.

Водоносный окско-днепровский межморенный горизонт ( $Ok-Id$ ) залегает на палеогеновых осадках и перекрывается днепровской мореной,

представлен разнозернистыми и тонкозернистыми песками, песчано-гравийно-галечными отложениями. Мощность отложений изменяется от 2 до 42 м (в палеодолинах мощность увеличивается), удельные дебиты скважин изменяются от 0,01 до 24,2 л/с.

Какие-либо четкие закономерности условий залегания этих водоносных горизонтов и изменения их фильтрационных свойств в плане и в разрезе на участке Приморской ТЭС по фондовым материалам выявить не удалось. Следует отметить, что участок Приморской ТЭС на момент начала разведочных работ был практически не изучен — на нем не было ни одного водозабора и вообще ни одной скважины. Ближайшие водозаборы «Балттехпром» и «Содружество Соя» эксплуатируют палеогеновый водоносный горизонт, а четвертичные отложения представлены на этих участках слабопроницаемыми суглинками и супесями (рис. 1). Таким образом, при проектировании разведочных работ на этом участке ориентировались на то, что будущий водозабор будет эксплуатировать палеогеновый и меловой водоносные горизонты.

Изучение строения гидрогеологического разреза на первом этапе разведочных работ на участке Приморской ТЭС было выполнено методом наземной геофизики. Было отработано два профиля электротомографии, по которым было установлено, что в верхней части разреза (глубина кровли 15–20 м, мощность около 20 м) залегает песчаный слой, предположительно с высокими фильтрационными свойствами, который отличается сильной изменчивостью в плане вплоть до полного выклинивания с переходом в слабопроницаемые глинистые отложения. С помощью бурения пилотной скважины (и каротажа) было заверено наличие в верхней части гидрогеологического разреза участка Приморской ТЭС песчаного водоносного горизонта

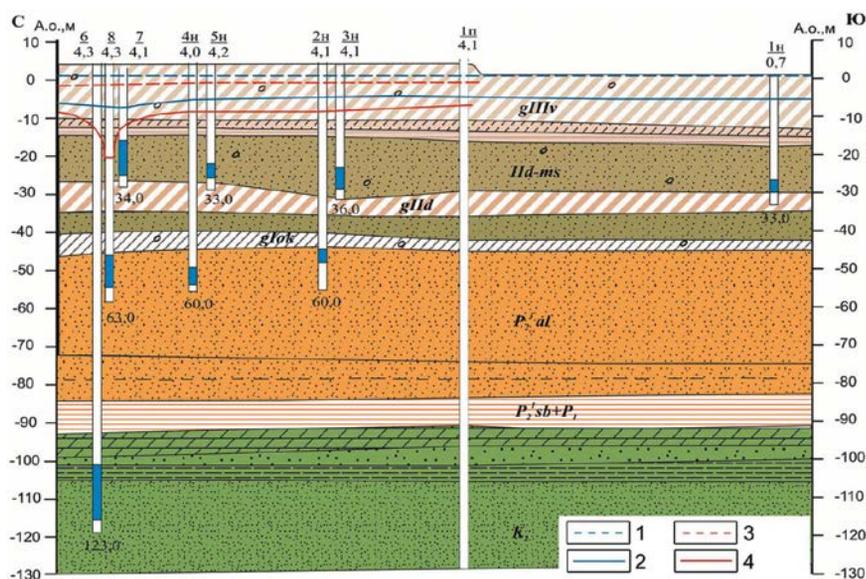


Рис. 2. Разрез опытного куста скважин на участке Приморской ТЭС: 1 — статический уровень подземных вод четвертичного горизонта; 2 — динамический уровень подземных вод четвертичного горизонта; 3 — статический уровень подземных вод палеогенового горизонта; 4 — динамический уровень подземных вод палеогенового горизонта; прочие условные обозначения — на рис. 1

с высокими фильтрационными свойствами, который следует включить в расчетную схему водозабора.

Для получения достоверных величин геофильтрационных параметров трех целевых водоносных горизонтов, выделенных на площадке проектного водозабора Приморской ТЭС, был пробурен и оборудован опытный куст, в скважинах которого был выполнен комплекс опытно-фильтрационного опробования: кустовые откачки из четвертичного и палеогенового водоносных горизонтов, а также одиночная откачка из мелового водоносного горизонта. Опытный куст состоит из трех разведочно-эксплуатационных скважин на три горизонта: 7р/э (четвертичный), 8р/э (палеогеновый), скважина бр/э (меловой) и 6 наблюдательных скважин, четыре из которых на четвертичный водоносный горизонт и две на палеогеновый (рис. 2).

Кустовая откачка из четвертичного водоносного горизонта была проведена в течение 17 суток с дебитом  $Q = 10,2$  л/с (восстановление уровня — 7 сут). Индикаторные графики временного прослеживания снижения  $S$ - $lgt$  и восстановления уровня  $S^*$ - $lgt$  для четырех наблюдательных скважин сливаются в одну линию (рис. 3), тогда как график комбинированного прослеживания  $S$ - $lgt/r^2$  представляет собой четыре отдельные кривые. Такая форма графиков свидетельствует о

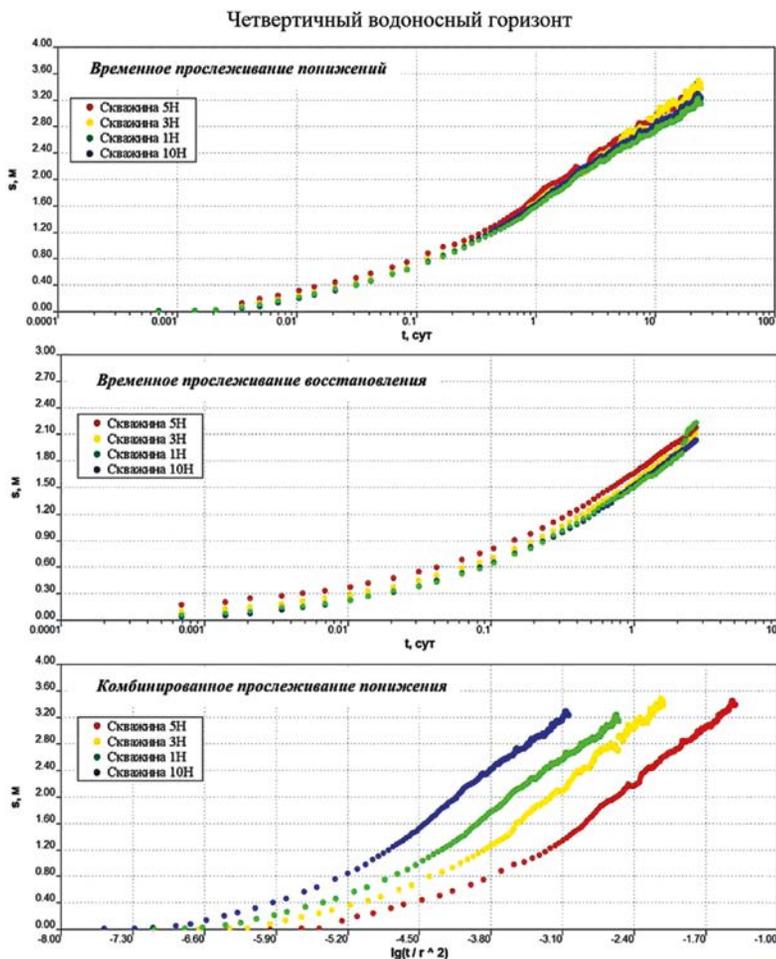


Рис. 3. Результаты опытно-фильтрационного опробования четвертичного водоносного горизонта на участке Приморской ТЭС

наличии плановых границ в опробуемом пласте и поэтому расчет геофильтрационных параметров возможен только методом моделирования с учетом схемы неоднородности опробуемого водоносного горизонта.

Для оценки плановой неоднородности выделенного песчаного горизонта была выполнена электроразведка, основной целью которой являлось выделение и оконтуривание в отложениях четвертичного возраста зон, сложенных хорошо проницаемыми песками. Для решения этой задачи применялась электроразведка в модификации индукционных электроразведываний ЗСБ-ЗМПП. Этот метод обладает более высокой чувствительностью по сравнению с методами постоянного тока (ВЭЗ, электротомография) при выделении хорошо проводящих прослоев. Полевые измерения были выполнены по 11 профилям (рис. 4).

Интерпретации результатов индукционных зондирований выполнялись при построении геоэлектрических разрезов с корреляцией выделенных горизонтов по профилю и оценкой литологического состава выделенных геоэлектрических горизонтов с учетом результатов буровых работ и геофизических исследований в скважинах. Выделенные геоэлектрические горизонты увязываются со следующими литотипами:

— УЭС 14–30 Ом·мм (иногда до 40–50 Ом·мм) — суглинки плотные, иногда опесчаненные, мощность этого горизонта от 8–10 до 20–25 м.

— УЭС 30–50 Ом·мм (иногда до 70–80 Ом·мм) — суглинки с валунами с подчиненными прослоями супесей и глинистых песков, мощность горизонта от 10–15 до 35–40 м на участках, где он заполняет структуры, подобные палеоврезам.

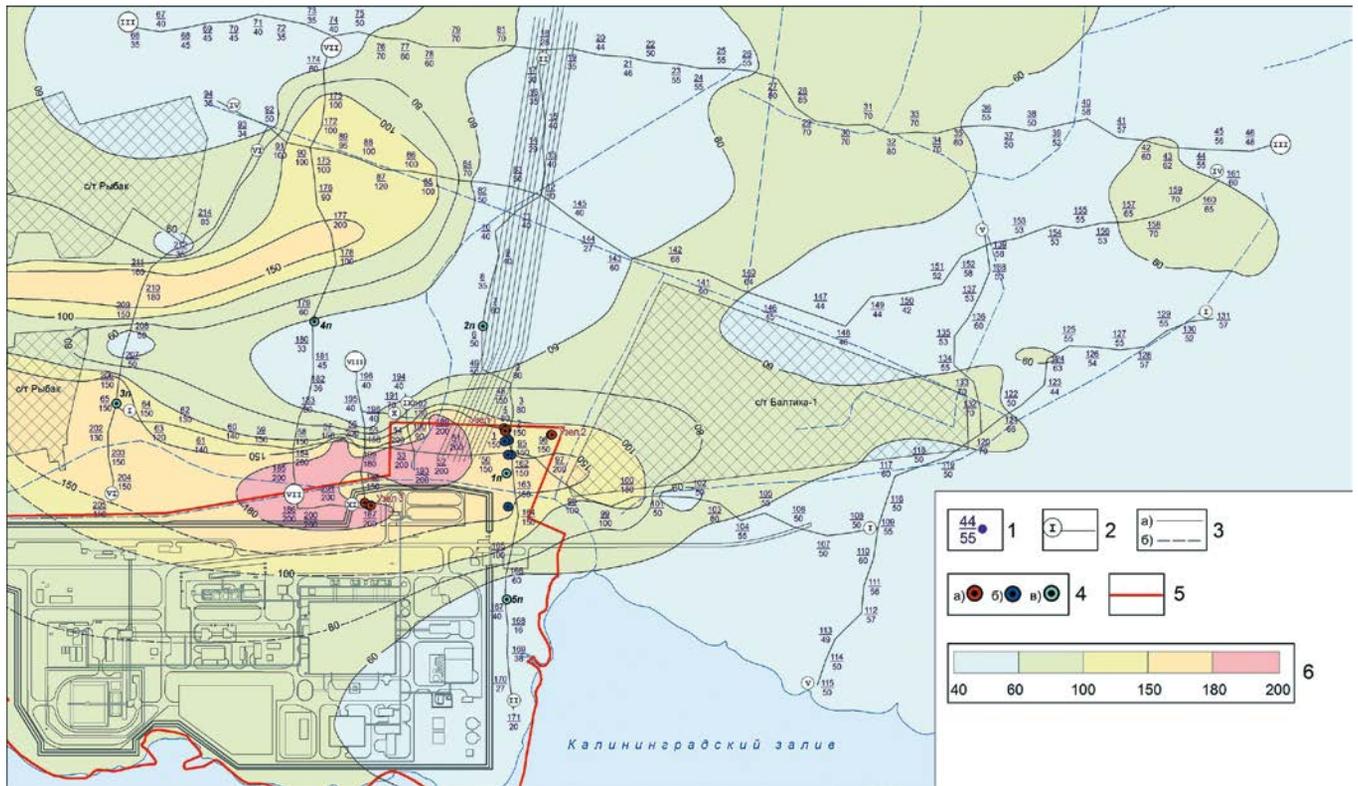
— УЭС 80–150 Ом·мм (иногда до 200 Ом·мм) — пески разноразмерные, промытые, иногда с гравием, мощность горизонта составляет 10–15 м, редко до 20 м. Отличительная особенность этих песчаных отложений — локальное залегание в виде зон различного размера с коэффициентами фильтрации 5–10 м/сут, иногда до 20 м/сут и более.

— УЭС 7–12 Ом·мм (иногда до 13–16 Ом·мм) — глины, иногда опесчаненные, мощностью от 20–25 м на западе участка до первых метров на восток вплоть до полного выклинивания.

— УЭС 50–70 Ом·мм — палеогеновые тонкозернистые, возможно глинистые пески распространены по всему участку, коэффициентами фильтрации 1–3 м/сут.

Построенные геоэлектрические разрезы были обобщены в виде схемы неоднородности четвертичного водоносного горизонта на территории, прилегающей к Приморской ТЭС (рис. 4).

Характеристика фильтрационных параметров зон неоднородности в четвертичном



**Рис. 4. Схема неоднородности четвертичного водоносного горизонта на территории, прилегающей к Приморской ТЭС:** 1 — точка ЗСБ (добрь: в числителе — номер точки, в знаменателе — величина удельного электрического сопротивления, Ом·м); 2 — профиль ЗСБ и его номер; 3 — изолиния удельного электрического сопротивления, Ом·м: а — достоверная, б — предполагаемая; 4 — скважины: а — разведочно-эксплуатационная, б — наблюдательная, в — скважина-пилот; 5 — граница землеводога; 6 — удельное электрическое сопротивление, Ом·м

днепровско-московском межморенном водоносном горизонте, выделенных при проведении наземной геофизики была получена в процессе калибровки модели Приморского месторождения подземных вод. При анализе результатов полевых работ и фондовых материалов в процессе геофильтрационной схематизации были обобщены данные о коэффициентах фильтрации четвертичных водоносных горизонтов в области формирования запасов подземных вод Приморского месторождения. В соответствии с этими материалами в качестве начальных величин коэффициентов фильтрации для разных зон, выделенных в пласте в соответствии со схемой неоднородности по величине удельного электрического сопротивления в геофильтрационной схеме были приняты:

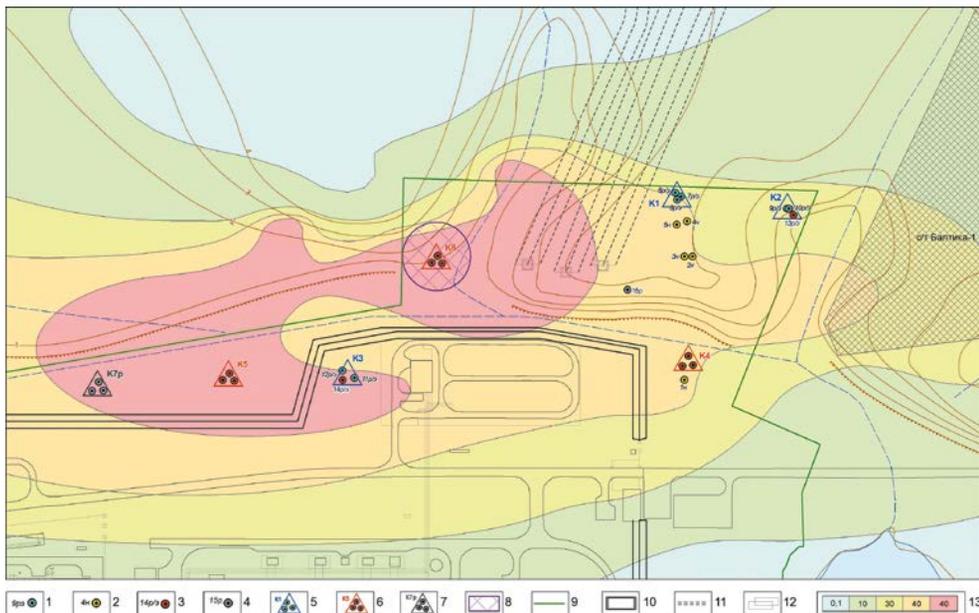
- $K_2=60$  м/сут в области с величиной высокого удельного электрического сопротивления  $\rho_k=180-200$  Ом·м,
- $K_2=40$  м/сут в области  $\rho_k=150-180$  Ом·м,
- $K_2=10$  м/сут в области  $\rho_k=60-150$  Ом·м,
- $K_2=0.1$  м/сут в области  $\rho_k$  менее 60 Ом·м.

Калибровка модели Приморской ТЭС в части задания фильтрационной неоднородности четвертичного водоносного горизонта выполнялась в процессе решения обратной задачи, в которой воспроизводилась кустовая откачка из четвертичного водоносного горизонта на участке Приморской ТЭС, фактические данные по которой приведены на рис. 2 и рис. 3.

На первом этапе решения обратной задачи была проведена автоматическая калибровка модели с помощью программы WinPEST. Полученное при этом соотношение параметров использовалось в качестве основного варианта для оценки чувствительности понижений в четвертичном водоносном горизонте к изменению геофильтрационных параметров. Окончательное решение обратной задачи выполнялось методом «ручного» подбора по графикам сопоставления расчетных и натуральных понижений изменения уровня в наблюдательных скважинах. Наиболее близкие к натуральным изменения расчетных уровней были получены при следующем соотношении  $K_x/K_z$  горизонтальных и вертикальных коэффициентов фильтрации и  $\eta^*$  упругой емкости породы второго расчетного пласта модели (четвертичный горизонт):

- $K_x/K_z=40/4$  м/сут,  $\eta^*=10^{-4}$  1/м в области  $\rho_k=180-200$  Ом·м,
- $K_x/K_z=30/3$  м/сут,  $\eta^*=6 \cdot 10^{-6}$  1/м в области  $\rho_k=150-180$  Ом·м,
- $K_x/K_z=10/0.1$  м/сут,  $\eta^*=2 \cdot 10^{-5}$  1/м в области  $\rho_k=60-150$  Ом·м,
- $K_x/K_z=0.1/0.01$  м/сут в области  $\rho_k$  менее 60 Ом·м.

Результаты выполненных на участке Приморской ТЭС буровых, опытно-фильтрационных, геофизических работ дали возможность обосновать схему проектного водозабора. Основными целевыми водоносными горизонтами являются четвертичный, палеогеновый и верхнемеловой. Оптимальной схемой водозабора могут



**Рис. 5. Схема проектного водозабора Приморской ТЭС:** 1 — разведочно-эксплуатационная скважина и ее номер; 2 — наблюдательная скважина и ее номер; 3 — проектная эксплуатационная скважина; 4 — проектная резервная скважина; 5 — существующий куст разведочно-эксплуатационных скважин и его номер; 6 — проектный куст эксплуатационных скважин и его номер; 7 — проектный куст резервных скважин и его номер; 8 — 1-й пояс зоны санитарной охраны; 9 — граница землеотвода; 10 — ограждения; 11 — проектируемая ЛЭП; 12 — инфраструктура ТЭС; 13 — коэффициент фильтрации четвертичного водоносного горизонта, м/сут

быть ярусные кусты скважин, каждая из которых эксплуатирует один из трех целевых водоносных горизонтов.

Для обоснования проектных дебитов водозаборных скважин, их количества и схемы расположения, были проведены групповые откачки из одного, двух и трех ярусных кустов скважин. Распределение эксплуатационной нагрузки между тремя водоносными горизонтами в одном кусте скважин, полученное при групповом опытно-фильтрационном опробовании трех кустов эксплуатационных скважин составило:

- четвертичный горизонт — 7.2 л/с (622 м<sup>3</sup>/сут),
- палеогеновый — 2.3–3.1 л/с (200–268 м<sup>3</sup>/сут),
- меловой — 2.5 л/с (216 м<sup>3</sup>/сут).

Откачка проходила при неустановившемся режиме уровней в течение месяца, и стабилизация уровней не была достигнута. Экстраполяция графиков временного прослеживания понижения уровней в скважинах при групповой откачке из трех кустов на расчетный срок 25 лет показала, что при суммарном водоотборе при откачке 2820 м<sup>3</sup>/сут (половина перспективной потребности) расчетные прогнозные понижения не превысят допустимые. Расчетные прогнозные понижения на 25 лет при суммарном заявленном перспективном водоотборе 5150 м<sup>3</sup>/сут по результатам моделирования превысили допустимые понижения в четвертичном водоносном горизонте на 3–4 м. Это связано со значительной плановой неоднородностью четвертичного водоносного горизонта, которая была выявлена и закартирована при проведении геофизических исследований и подтверждена бурением картировочных скважин. В условиях этой неоднородности при групповой откачке наблюдался высокий темп снижения уровня. Область с вы-

сокими фильтрационными свойствами четвертичного водоносного горизонта ограничена, что определяет значительные расчетные понижения в этом пласте.

Повариантное прогнозное моделирование позволило установить проектное соотношение дебитов в ярусных кустах скважин будущего водозабора, при котором возможно уменьшение прогнозных понижений в четвертичном и палеогеновом водоносных горизонтах при сохранении эксплуатационной нагрузки на один куст 10.0 л/с (864 м<sup>3</sup>/сут):

- четвертичный горизонт — 5.0 л/с (432 м<sup>3</sup>/сут),
- палеогеновый — 2.5 л/с (216 м<sup>3</sup>/сут),
- меловой — 2.5 л/с (216 м<sup>3</sup>/сут).

В этом случае заявленная перспективная потребность 5150 м<sup>3</sup>/сут будет обеспечена водоотбором из 6 ярусных кустов скважин, и понижения уровней в трех эксплуатируемых пластах не превысят допустимые (рис. 5).

Применительно к обоснованной схеме проектного водозабора на участке Приморской ТЭС в рамках оценки запасов подземных вод были выполнены прогнозные расчеты с целью оценки возможности отбора подземных вод в размере заявленной потребности при выполнении гидродинамических ограничений с учетом взаимодействия с водозаборами на участках распределенного и нераспределенного фонда недр, расположенными на прилегающей территории.

Запасы подземных вод четвертичного, палеогенового и мелового водоносных горизонтов Приморского месторождения (участок проектного водозабора Приморской ТЭС) по состоянию на 01.05.18 составили 5150 м<sup>3</sup>/сут по кат. В+С<sub>1</sub> (В=3672 м<sup>3</sup>/сут, С<sub>1</sub>=1478 м<sup>3</sup>/сут). Запасы подземных вод оценены впервые применительно к проектной схеме водозабора, состоящего из 6 ярусных кустов эксплуатационных скважин на три целевые водоносные горизонта: четвертичный — 2592 м<sup>3</sup>/сут, палеогеновый — 1296 м<sup>3</sup>/сут и меловой — 1262 м<sup>3</sup>/сут.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мироненко, В.А. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ / В.А. Мироненко, В.М. Шестаков — М.: «Недра», 1978. — 325 с.
2. Стратиграфия Калининградского региона (Под редакцией Г.С. Харина). — МПР России. Калининград, 2001. — 226 с.

© Олиферова О.А., [Козак С.З.], 2020  
Олиферова Ольга Августовна //oliferova@hydec.ru  
Козак Сергей Залманович

## КОРЯВКО АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ

24.07.1945 – 06.05.2020

6 мая 2020 г. после тяжелой болезни скончался ведущий сотрудник и ветеран ВИМСа Анатолий Иванович Корявко. В 1968 г. после окончания МГРИ по геофизической специальности радиометрического профиля он поступил в Северо-Казахстанскую круглогодичную партию ВИМСа и на всю жизнь связал свою профессиональную деятельность с урановой геологией. А.И. Корявко активно включился в исследования по совершенствованию технологии поисков, погребенных под молодыми осадками, эндогенных урановых месторождений, практическая реализация которой существенно увеличила МСБ Северного Казахстана. В дальнейшем, действуя в составе Центральной экспедиции института, а позднее Первого главка Мингео и Урангеологоразведки Роснедр, Анатолий Иванович прошел огромный путь от Средней Азии до Чукотки, организуя и руководя комплексными геофизическими работами в рудоперспективных районах страны.



В Туркмении, в исключительно тяжелых безводных условиях Туаркыра, под его руководством реализованы структурно-геофизические и радиометрические исследования, результаты которых обеспечили надежную основу поисковых работ на уран Краснохолмского ПГО. Позднее, в 1980-е годы по инициативе А.И. Корявко и А.К. Константинова была организована аэропартия, которая под их руководством — главного геофизика и главного геолога, проводила многолетние комплексные поисковые работы на территории Юго-Западного Прибайкалья, включая Бурятию, Юго-Восточного Забайкалья и Восточной Чукотки. В результате в исследуемых регионах было выявлено большое число перспективных на уран площадей, некоторые из которых были опойсканы, а многие в настоящее время анализируются и используются при планировании дальнейших работ.

Глубокие знания и огромный практический опыт А.И. Корявко по изучению и оценке рудоносности крупных территорий сыграли важную роль в его блистательной и продуктивной деятельности при региональных прогнозных исследованиях последнего

десятилетия уже в составе ВИМСа. Ранее приобретенные им сведения о геологическом строении и минерагении Чукотского региона, вместе с углубленным комплексным анализом современных геолого-геофизических данных, позволили Анатолию Ивановичу и его соратникам обоснованно выделить в Центрально-Чукотском районе перспективные структуры для поисков крупных объектов медно-порфировых и золотосеребряных руд. В результате прогнозной

оценки Северного и Юго-Восточного Забайкалья им разработаны геолого-поисковые модели крупных, в том числе скрытых золото- и урановорудных объектов и выделены участки недр под поиски.

Важным научным достижением А.И. Корявко является установление связи крупных рудных объектов с локальными структурно-геофизическими неоднородностями на уровне нижней коры верхней мантии, вероятно отражающими положение энергетических источников масштабных рудообразующих процессов, которые будут использованы при металлогеническом прогнозировании. Кончина Анатолия Ивановича — огромная потеря для ВИМСа, но все его методические и прогнозные разработки будут полностью использованы и продолжены его молодыми последователями.

За свою плодотворную работу он был награжден ведомственными наградами: «Отличник разведки недр», «Почетный разведчик недр», «50 лет атомной энергетике СССР», «300 лет горно-геологической службе» и др.

Анатолий Иванович отличался высокой геологической культурой, четкостью и логичной последовательностью изложения материала, критическим подходом, который заставлял найти верное решение. Он был настоящим человеком — интеллигентным, мужественным, честным, добрым, всегда держал слово и был открыт для окружающих, активно и тактично передавал опыт молодым коллегам. Анатолий Иванович любил жизнь и близких ему людей. Он всегда останется в наших сердцах. Светлая ему память. Скорбим и соболезнуем родным и близким.

*Друзья и коллеги,  
ФГБУ «ВИМС»*