

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК: 550.8.053

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕНОМАН-АЛЬБСКОГО  
ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА В МЕЖДУРЕЧЬЕ РЕК ПАЖА И ТОРГОША  
(СЕРГИЕВО-ПОСАДСКИЙ РАЙОН МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

*Н.В. ФИСУН*

*ФГБОУ ВО Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе  
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия  
e-mail: Nat.fisun@yandex.ru*

В настоящее время интерес к подземным водам сеноман-альбского горизонта существенно возрос. И связано это главным образом с тем, что многочисленные очаги разгрузки подземных вод являются объектом рекреационной сферы, культовыми местами и активно используются населением в питьевых целях. Рассмотрены геолого-гидрогеологические особенности исследуемого горизонта в междуречье рек Пажа и Торгоша, до сих пор недостаточно изученного. Исследовано формирование ресурсов подземных вод сеноман-альбских и гидравлически с ним связанных вод четвертичных отложений, которые выходят в очагах разгрузки в междуречье рек Пажа и Торгоша. Впервые на фактическом материале построена карта гидроизогипс подземных вод, приведены параметры фильтрационных и ёмкостных свойств сеноман-альбского водоносного горизонта, представлены фактические данные о качестве и солевом составе подземных вод. Отмечены недостаточная изученность этого вопроса, важность дальнейших исследований, необходимость контроля качества подземных вод и регулирования посещаемости источников туристами и местным населением для создания безопасных условий их использования.

Ключевые слова: междуречье; сеноман-альбский водоносный горизонт; очаги разгрузки; область фильтрации; опоки; солевой состав; жесткость.

**HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CENOMANIAN-ALBIAN  
AQUIFER IN THE INTERFLUVE OF THE RIVERS PAZHA AND TORGOSHA  
(SERGIEV POSAD DISTRICT OF THE MOSCOW REGION)**

*N. V. FISUN*

*Russian State Geological Prospecting University  
23, Miklouho-Maklay's street, Moscow 117997, Russia  
e-mail: Nat.fisun@yandex.ru*

Currently, an interest in the underground waters of the Cenomanian-Albian horizon has increased significantly. And this is mainly due to the fact that numerous centers of discharge of the groundwater are the object of recreation, places of worship and are actively used by the population for drinking purposes. The geological and hydrogeological features of the studied horizon in the area between the rivers of the Pazha and Torgosha has been reviewed, still poorly understood. We have investigated the formation of the groundwater resources of the Cenomanian-Albian horizon and hydraulically related waters of Quaternary deposits that are the between the rivers of the Pazha and Torgosha. For the first time, based on the actual material, a map of hydroisohypses of the groundwater have been made, the parameters of filtration and capacitive properties of the Cenomanian-Albian horizon have been pointed out, an actual data on the quality and salt composition of the groundwater has been presented. The lack of study of this issue, the importance of further research in this direction, the need of monitoring the quality of groundwater and regulating the attendance of sources by tourists and local people to create safe conditions for their use have been notified.

Keywords: interfluve; the Cenomanian-Albian aquifer; the centers of discharge; filtered; flask; salt composition; stiffness.

Территория исследований расположена на южном склоне Клинско-Дмитровской гряды по правобережью р. Торгоша и левобережью р. Пажа — притоков р. Воря. Гидрогеологические условия верхней части разреза до подошвы верхнеальбских отложений («парамоновских» глин) в течение нескольких десятилетий изучаются в ходе учебной гидрогеологической практики студентов МГРИ-РГГРУ и научно-исследовательских работ на Сергиево-Посадском полигоне.

Район работ, как и Московский регион в целом, обладает обширными ресурсами пресных подземных вод. Они приурочены к трещиноватым коллекторам карбона и широко используются для централизованного питьевого и технического водоснабжения более 100 лет. Это определяет высокую степень геологической и гидрогеологической изученности геолого-гидрогеологического разреза в интервале залегания гидрогеологических подразделений карбона, а также юрских отложений как региональной первой от поверхности земли водопорной кровли [2—4, 6].

Значительно менее изучены подземные воды вышележащей надюрской толщи, имеющие второстепенное значение как источник централизованного водоснабжения в связи с их малой водоотдачей и слабой защищенностью от загрязнения. Некоторое внимание им уделялось в ходе региональных работ в масштабе 1:200000 [6].

Практически единственной работой, в которой дана гидрогеологическая характеристика территории исследований, является учебное пособие С.В. Дроздова [5].

В настоящее время интерес к подземным водам надюрского комплекса, а точнее — к водам сеноман-альбского горизонта, существенно возрос. И связано это главным образом с тем, что многочисленные очаги разгрузки привлекают туристов, паломников и местных жителей.

Интерес к родникам Сергиево-Посадского района обусловлен привлекательным ландшафтом и тем, что в районном центре, Сергиевом-Посаде, находится одна из главных святынь Русского Православия — Троице-Сергиева лавра. В таких условиях подземные воды сеноман-альбского горизонта служат не только источником местного водоснабжения, но и объектом рекреационной сферы, которая формируется здесь как отрасль рыночной специализации.

В задачи исследований, которые выполнялись студентами и сотрудниками кафедры гидрогеологии МГРИ-РГГРУ в 2015—2016 гг., входило уточнение геолого-гидрогеологического строения территории, гидродинамических и гидрогеохимических особенностей первого от поверхности водоносного горизонта, включая сеноман-альбский водоносный горизонт, обследование очагов разгрузки подземных вод и уточнение их

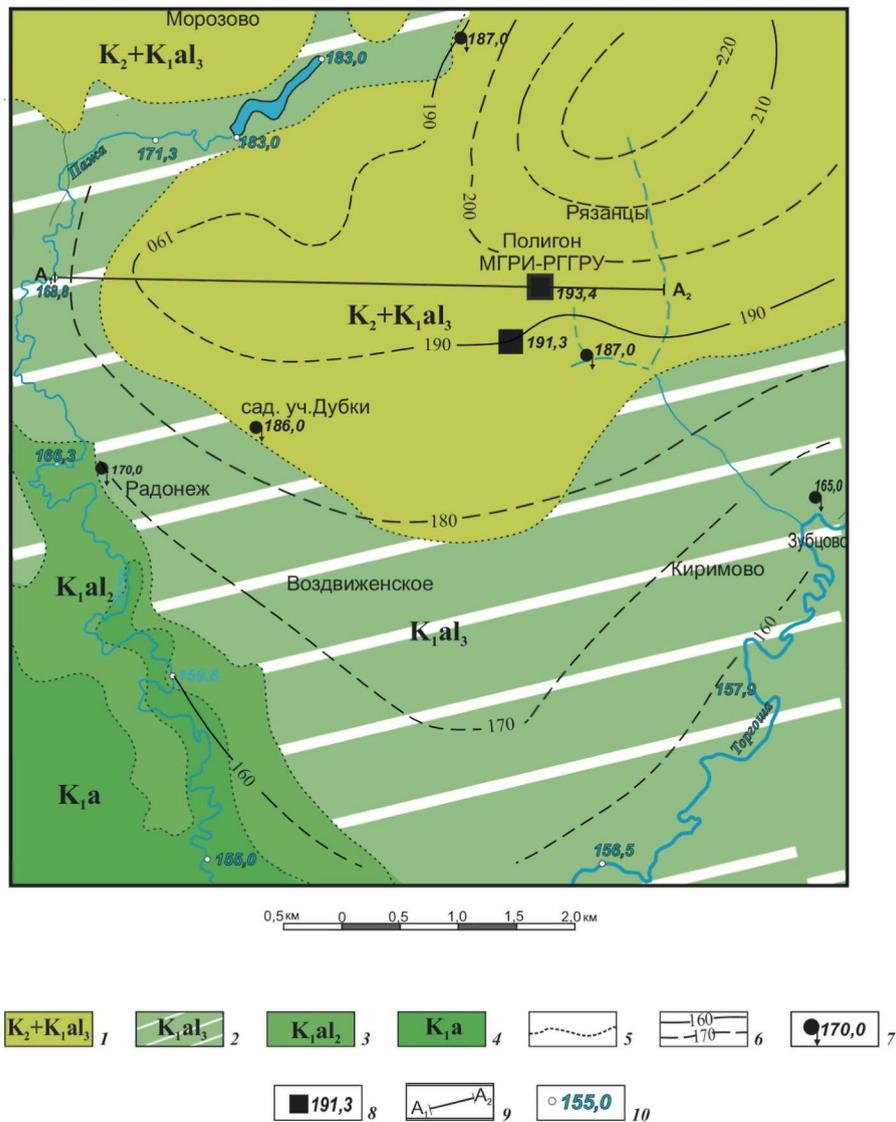
стратиграфической принадлежности, предварительная оценка естественных ресурсов.

Для решения поставленных задач были изучены фондовые материалы, проведены маршрутные обследования водопроявлений с замером дебита и отбором проб на сокращенный химический анализ, опытно-фильтрационные работы, построены карты и разрезы, выполнены необходимые гидродинамические расчеты. Обработка и анализ полученных данных позволили дополнить и скорректировать гидрогеологическую характеристику сеноман-альбского водоносного горизонта, данную в [5].

Меловые отложения характеризуются прерывистым распространением и территориальной разобщенностью площадей развития альб-сеноманских пород. Это позволяет рассматривать поток подземных вод как самостоятельную область фильтрации, ограниченную урезами рек Пажа и Торгоша (рис. 1).

Область фильтрации приурочена к песчаным отложениям сеномана, залегающим под ними мелкозернистым пескам верхов парамоновской свиты альбского яруса, а также водно-ледниковым средне—верхнечетвертичным разнотернистым пескам, включая аллювиальные и аллювиально-озёрные отложения первой и второй надпойменных террас (рис. 2). Обводненные пески сеномана и верхней пачки парамоновской свиты верхнего альба образуют единый сеноман-альбский водоносный горизонт мощностью от 18,8 (в районе полигона) до 24 м, развитый в северо-западной части территории (рис. 1). На остальной части описываемой территории отложения верхнего мела размыты, водно-ледниковые и аллювиальные отложения, повсеместно обрамляя зону развития сеноман-альбского горизонта и слагают террасы древних и современных долин, образуют с ним также гидравлически единый первый от поверхности водоносный горизонт безнапорных и напорно-безнапорных вод, который, следуя стратиграфическому принципу, можно именовать как сеноман-альбский — четвертичный.

По данным опытно-фильтрационных работ на опытном «кусте» скважин гидрогеологической площадки полигона МГРИ-РГГРУ, которым выведены воды сеноман-альбского водоносного горизонта, имеющие здесь свободную поверхность, область фильтрации характеризуется коэффициентами водопроводимости  $96 \text{ м}^2/\text{сут.}$ , уровнепроводности —  $4 \times 10^3 \text{ м}^2/\text{сут.}$ , водоотдачи — 0,02. Удельный дебит скважины, достигнутый при откачках, составляет 0,3 л/с. Это подтверждает имеющиеся представления об исследуемом горизонте как слабо водообильном [5]. Отметим, что при выполнении опытно-фильтрационных работ на стадии откачки формируется ложно-стационарный режим, усложняющий их интерпретацию. Факторами формирования этого режима, на наш взгляд, могут

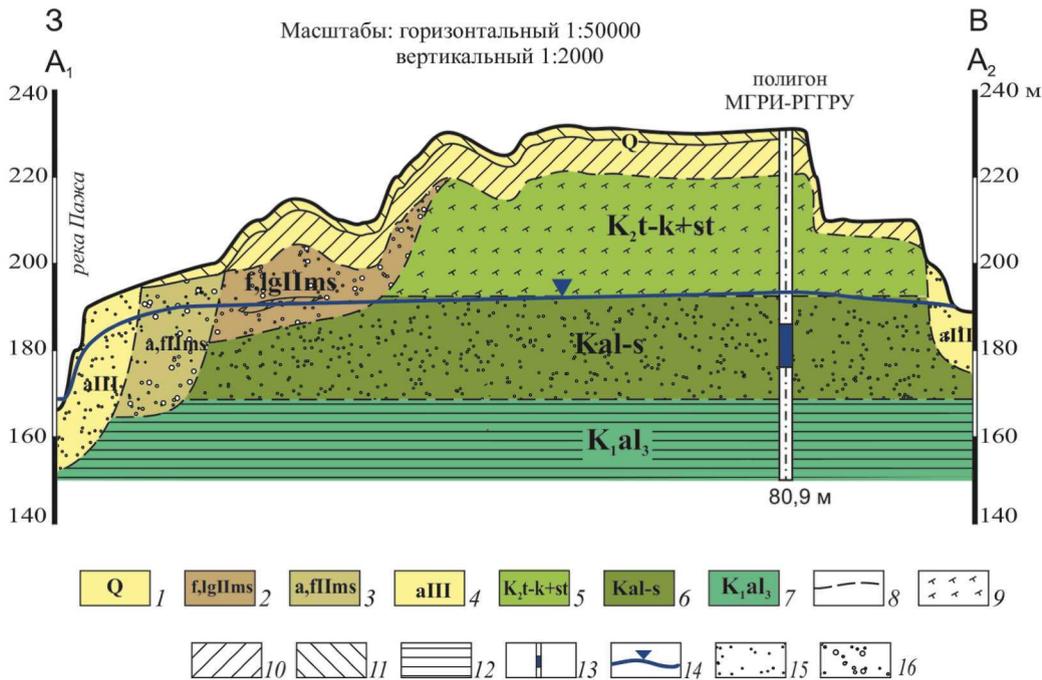


**Рис. 1.** Схематическая гидрогеологическая карта дочетвертичных отложений междуречья рек Пажа и Торгоша: 1 – водоносный сеноман-альбский горизонт и безводные отложения верхнего мела; 2 – водоупорный верхнеальбский («парамоновский») горизонт; 3 – водоносный среднеальбский горизонт; 4 – водоносный аптский горизонт; 5 – предполагаемые границы распространения гидрогеологических подразделений; 6 – гидрогизогипсы сеноман-альбского водоносного горизонта установленные и предполагаемые, их абсолютные отметки, м; 7 – родник нисходящий и абсолютная отметка его выхода; 8 – «куст» скважин, выводящих воду из сеноман-альбского водоносного горизонта, и абсолютная отметка уровня, м; 9 – линия геолого-гидрогеологического разреза; 10 – абсолютная отметка уровня воды в водотоке, м

быть эффект Болтона, связанный с переформированием капиллярной каймы при снижении уровня в скважине, либо инверсия разгрузки подземных вод в овраг со временным водотоком, расположенный в зоне влияния откачки в 300 м к юго-востоку от центральной скважины. Указанное обстоятельство следует учесть в методике опытных работ при проведении учебной гидрогеологической практики.

Зона аэрации в области развития сеноман-альбских отложений сложена преимущественно опоками и трепелами верхнего мела (сантонский и ту-

рон-коньякский горизонты), глинами и суглинками покровных отложений и морены. Как известно, опока — твёрдая, тонкопористая кремнистая горная порода, богатая (до 97%) аморфным кремнеземом, с примесью песка и глинистых частиц, обладает высокими сорбционными свойствами. В Сергиево-Посадском районе даже разведаны промышленные залежи опок, которые благодаря высокой адсорбирующей способности используются для очистки от смолистых и некоторых других загрязняющих веществ [1]. Наличие опок мощностью 14–27 м в зоне аэрации альб-сеноманского



**Рис. 2.** Схематический гидрогеологический разрез по линии  $A_1 - A_2$ : 1 – четвертичные отложения нерасчленённые; 2 – водно-ледниковые и озёрные отложения московского оледенения; 3 – аллювиальные и водно-ледниковые отложения московского оледенения; 4 – аллювиальные среднечетвертичные отложения; 5 – турон-коньякские и сангонские отложения; 6 – сеноман-альбские отложения; 7 – верхнеальбские отложения («парамоновские» слои); 8 – стратиграфические границы; 9 – опоки; 10 – моренные суглинки; 11 – покровные суглинки; 12 – глины; 13 – центральная скважина опытного «куста» и интервал её перфорации; 14 – уровень подземных вод сеноман-альбского—четвертичного водоносного горизонта; 15 – пески; 16 – пески с гравием и галькой

горизонта обеспечивает защищенность подземных вод от загрязнения с поверхности.

За пределами границ распространения сеноман-альбских отложений зона аэрации выполнена различными, в основном проницаемыми, отложениями ледникового комплекса (рис. 2), и сеноман-альбский — четвертичный водоносный горизонт можно отнести к категории незащищённых или условно защищённых от загрязнения с поверхности.

Подшовой водоносного горизонта служит повсеместно развитая нижняя глинистая пачка верхнего альба — «парамоновские» глины, образующая региональный водоупорный горизонт. Глины плотные, местами переходящие в алевроиты, с мелкими линзами песка. Мощность глинистой пачки в полных разрезах до 40—42 м. В долинах рек мощность глин существенно сокращается за счёт эрозионно-го размыва.

В орографическом плане область развития сеноман-альбских отложений расположена на широком плоском водоразделе, что является благоприятным условием для инфильтрации атмосферных осадков. Несмотря на слабую проницаемость пород зоны аэрации, затрудняющих инфильтрационное питание, суглинки и опоки, обладающие высокой влагоёмкостью (до 50—60%), способны

впитывать и удерживать значительное количество атмосферных осадков. Благодаря большой регулирующей ёмкости они имеют важное значение как источник питания альб-сеноманского водоносного горизонта.

Карта гидроизогипс сеноман-альбского—четвертичного водоносного горизонта (рис. 1), построенная нами по ограниченному фактическим данным и поэтому представленная как схематическая, свидетельствует о существовании плано-радиального потока, направленного с северо-востока от подземного водораздела к урезам рек с градиентами, изменяющимися в широких пределах — от 0,001 до 0,017, что определяется удаленностью подземного водораздела от дренирующего водотока. Гидравлический характер потока в основном безнапорный. На некоторых участках, где поверхность подземных вод устанавливается выше подошвы турон-коньякских опок, может формироваться местный напор высотой 1—5 м. Глубина залегания уровня подземных вод составляет от нескольких до 40 м.

Поток подземных вод сеноман-альбского—четвертичного водоносного горизонта разгружается родниковым стоком, дренируется речной и овражно-балочной сетью. В 2016 г. было обследовано пять родников: в 740 м к юго-востоку от полигона,

у населённых пунктов Зубцово, Морозово, Дубки (родник Иконы Казанской Божьей матери), Радонеж (Святой источник Преподобного Сергия Радонежского). Все родники у населённых пунктов освящены церковью, оборудованы для массового посещения. В Радонеже и Дубках за счёт родникового стока устроены купели. Стратиграфическая принадлежность сеноман-альбскому горизонту установлена для родников в Дубках и вблизи полигона по выносу кварц-глауконитового песка. Остальные родники расположены в области развития четвертичных отложений.

Дебиты родников изменяются от 0,1 л/с (Дубки) до 1,4 л/с (Радонеж), температура воды от 6°C (Зубцово) до 12°C (Радонеж). Местным населением для питьевых целей при помощи накопительных ёмкостей активно используются воды родника у дер. Зубцово с 19 в., что установлено по опросам местных жителей.

Выходы всех обследованных родников приурочены к эрозионным врезам рельефа.

Качество подземных вод исследовано на полигоне в процессе откачки и характеризует собственно сеноман-альбский водоносный горизонт. Подземные воды здесь пресные, умеренно жесткие (жесткость составляет 5,5°Ж), гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, с нейтральной реакцией среды. Характеризуются повышенным содержанием натрия (до 11 %-экв).

Качество подземных вод в обследованных очагах разгрузки по данным полевого анализа, выполненного МГРИ-РГГРУ, характеризуется низкой жёсткостью (1,8—4,8°Ж), повышенным содержанием натрия (19—54%-экв) и хлоридов (до 26—49 %-экв). Их минерализация составляет:

родник Иконы Казанской Божьей матери (Дубки) — 0,7 г/л;

родник Преподобного Сергия Радонежского (село Радонеж) 0,4 г/л;

родник «Отличный» (дер. Зубцово) 0,3 г/л.

Различия в жёсткости и солевом составе подземных вод из скважины и родников могут быть обусловлены такими факторами, как загрязнение подземных вод в очагах разгрузки и вынос натрия из поглощённого комплекса трепелов и опок. Оце-

нить факт и степень загрязнения не представляется возможным, поскольку результаты обследования родников в Сергиево-Посадском районе территориальным отделом Роспотребнадзора содержат информацию по микробиологическим и обобщенным показателям, а данные о солевом составе отсутствуют. Обследования Роспотребнадзора в 2007—2015 гг. родников с. Радонеж, дер. Зубцово показали, что качество воды хорошее, по жёсткости воды классифицируются, как мягкие.

Вопрос о том, насколько могли повлиять на солевой состав в части повышенных и высоких концентраций солей натрия процессы растворения и выноса из поглощенного комплекса опок и трепелов, пока остается открытым и требует дальнейшего исследования.

### Выводы

1. Особенности геолого-гидрогеологического строения междуречья рек Пажа и Торгоша в зоне дренирования местной эрозионной сетью обуславливают формирование выдержанного гидравлически единого первого от поверхности сеноман-альбского—четвертичного водоносного горизонта и ограниченность его водных ресурсов.

2. Сложившийся опыт эксплуатации подземных вод в очагах разгрузки позволяет оценить перспективы их использования в качестве объектов рекреационной сферы как благоприятные.

3. В зоне развития отложений верхнего мела надежная защищённость сеноман-альбского—четвертичного водоносного горизонта обеспечивается литологическим строением зоны аэрации. За пределами этой зоны водоносный горизонт является уязвимым для загрязнения с поверхности и требует особой охраны, регулирования и контроля их использования для питьевых целей специализированными организациями.

4. Геолого-гидрогеологическая изученность междуречья рек Пажа и Торгоша остается невысокой, особенно в вопросах формирования качества и солевого состава подземных вод, что определяет дальнейшую направленность гидрогеологических исследований этой территории.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Асонов В.В. Хотьковские опокы // Известия главного геологоразведочного управления. 1931. Вып. 57. С. 43—48.
2. Гидрогеология СССР. Том 1. Московская и смежные области / Под ред. Д.С. Соколова. М.: Недра, 1966. 423 с.
3. Галицкая И.В., Жигалин А.Д., Костикова И.А. и др. Закономерности формирования гидрогеохимических и радиационных условий на территории северо-восточной части Сергиево-Посадского района // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2010. № 5. С. 399—409.
4. Добров С.А. Геологическое строение, полезные ископаемые, подземные воды Загорского и Константиновского районов Московской области // Труды Московского районного геологоразведочного управления. Серия 1. Геология. 1932. Вып. 3. С. 1. 5—19.
5. Дроздов С.В. Геологическое строение и подземные воды района Загорского учебного полигона МГРИ. М.: МГРИ, 1966. 35 с.
6. Друцкой С.В., Осипов С.А., Щербаков В.Л. и др. Отчет о геологическом, гидрогеологическом доизучении масштаба 1:200000 с инженерно-геологическими и экологическими исследованиями территории листа О-37-XXXIII (Сергиево-Посадский участок). М.: МНПЦ «Геопентр-Москва», 1999. 551 с.

## REFERENCES

1. Assonov V.V. Hot'kovskie flasks. *News of the main geological Department*, 1931, issue 57, pp. 43–48. (In Russian).
2. *Hydrogeology of the USSR*. Volume 1. Moscow and adjacent areas. Editor Sokolov D.S. M., Nedra Publ, 1966, 423 p. (In Russian).
3. Galickaya I.V., Zhigalin A.D., Kostikova I.A. et al. *Regularities of formation of hydrogeochemical and radiation conditions in the North-Eastern part of Sergiev Posad district*. *Geocology journal*, 2010, no 5, pp. 399–409. (In Russian).
4. Dobrov S.A. Geological structure, minerals, underground waters of Zagorsky and Konstantinovsky districts of the Moscow region. *Proceedings of the Moscow regional exploration Department. Series 1. Geology*, 1932, no 3, pp. 15–19. (In Russian).
5. Drozdov S.V. *Geology and groundwater of the Zagorsk training ground MGRI*. M., MGRI, 1965, 35 p. (In Russian).
6. Druckoj S.V., Osipov S.A., Shcherbakov V.L. et al. *Report on geological, hydrogeological additional studies of scale 1:200000 with engineering-geological and environmental studies of the territory of the sheet O-37-XXXIII (Sergiev Posad plot)* M., MNPC «Geocentr-Moskva» Publ, 1999, 551 p. (In Russian).

УДК 518:556.33.04

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПЫТНЫХ ВЫПУСКОВ ИЗ СЛОИСТЫХ ВОДОНОСНЫХ ТОЛЩ С ПЕРЕТЕКАНИЕМ

М.М. БУРАКОВ

ТОО НППФ «КазГИДЭК»

оф. 506, 43а, Мынбаева ул., г. Алматы 050008, Республика Казахстан  
e-mail: michael.burakov@gmail.com

Разработаны методические аспекты обработки и интерпретации результатов опытно-фильтрационного опробования слоистой толщи опытным выпуском. Определение фильтрационных и ёмкостных параметров опробуемого напорного водоносного горизонта предлагается на основе авторского метода по результатам прослеживания приведенного понижения пьезометрического уровня подземных вод в скважинах опытного куста на начальном этапе выпуска. Предложены методы интерпретации опытных данных второго и третьего этапов выпуска для вычисления параметров перетекания.

Ключевые слова: опытные выпуски; слоистые водоносные системы с перетеканием; гидрогеологические параметры.

## METHODS OF THE DETERMINATION OF THE HYDROGEOLOGICAL PARAMETERS ON THE RESULTS OF THE EXPERIMENTAL CONSTANT-RATE PUMPING TESTS FROM THE LAYERED AQUIFERS WITH OVERFLOW

M.M. BURAKOV

LP RPDC «KazGIDEK»

of. 506, 43a, Mynbaeva ul., Almaty 050008, The Republic of Kazakhstan  
e-mail: michael.burakov@gmail.com

The methodical aspects of the processing and interpreting the results of the experimental filtration tests of the layered strata by the constant-rate pumping tests have been developed. Determination of the filtration and volumetric characteristics of the tested pressure aquifer has been proposed on the basis of the author's method based on the results of tracking the drawdown of the piezometric level of the groundwater in the wells of the experimental cluster at the initial stage of the pumping. Methods for interpreting the experimental data of the second and third stages of the constant-rate pumping test for the calculation of the flow parameters have been proposed.

Keywords: experimental constant-rate pumping tests; layered aquifers with overflow; hydrogeological parameters.

Из литературы известно много примеров учёта перетекания подземных вод (ПВ) из смежных водоносных горизонтов слоистых толщ при оценках эксплуатационных запасов месторождений ПВ артезианских бассейнов различного порядка. Достоверность таких оценок целиком определя-

ется двумя основными факторами — соответствием расчётной схемы природным условиям и достоверностью устанавливаемых фильтрационных и ёмкостных параметров основного и смежного водоносных горизонтов и параметров перетекания.