

Особенности выполнения опытно-фильтрационных работ на участках недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами

В. И. Козырев^{1,2*}, В. А. Бешенцев¹

¹Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

²Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Тюмень, Россия

*e-mail: kozyrev-v@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены методы, применяемые при проведении полевых опытно-фильтрационных работ, которые позволяют получить знания о фильтрационных свойствах и водообильности горных пород. Показаны особенности проведения опытно-фильтрационных работ на участках недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами. Отмечается, что это небольшие водные объекты, как по числу водозаборных скважин, так и по величине фактического водоотбора. В статье предлагается на вышеозначенных участках в качестве полевого метода исследований применять непродолжительные одиночные откачки, по результатам которых существует возможность обосновать количество требуемого водоотбора и определить расчетные значения коэффициента водопроницаемости. В качестве примера рассмотрены результаты откачек, полученные при выполнении опытно-фильтрационных работ на трех одиночных водозаборах, расположенных в пределах Широкого Приобья. Результаты опытно-фильтрационных работ послужили исходным материалом для подсчета запасов пресных подземных вод. Запасы пресных подземных вод были подсчитаны и утверждены по каждому участку в количестве 499 м³/сут по категории В.

Ключевые слова: подземные воды; подсчет запасов; одиночные водозаборы; прецизионные измерения; экспресс-откачки; коэффициент водопроницаемости

Peculiarities of performance of experimental filtering works in sites subsoil operated by single water intakes

Vladimir I. Kozyrev^{1,2*}, Vladimir A. Beshentsev¹

¹Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

²West Siberian Division of Trofimuk Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia

*e-mail: kozyrev-v@mail.ru

Abstract. The article discusses the methods used in the field experimental filtration work, which allow you to gain knowledge about the filtration properties and water abundance of rocks. The features of the experimental filtration work in the subsoil areas operated by single water intakes are shown. It is noted that these are small water bodies, both in terms of the number of water wells and the amount of actual water withdrawal. The article proposes to use short-term single pumpings as a field research method in the above-mentioned areas, according to the results of which it is possible to substantiate the amount of required water withdrawal and determine the calculated values of the water conductivity coefficient. As an exam-

ple, the results of pumping are considered, obtained during the implementation of experimental filtration work at three single water intakes located within the Latitude Ob region. The results of the experimental filtration work served as the source material for calculating the reserves of fresh groundwater. Fresh groundwater reserves were calculated and approved for each site in the amount of 499 m³/day for category B.

Key words: groundwater; calculation of reserves; single water intakes; precision measurements; express pumping; water conductivity coefficient

Введение

Для выполнения прогнозных расчетов при подсчете запасов пресных подземных вод необходимы знания о фильтрационных свойствах и водообильности горных пород. Процедура приобретения этих знаний в практике гидрогеологических исследований сводится к проведению полевых опытно-фильтрационных работ, к интерпретации полученных данных и определению гидрогеологических параметров водоносной толщи.

Методы, применяемые при выполнении опытно-фильтрационных работ, различны. Выбор вида работ зависит от стадийности исследований, сложности гидрогеологических условий, природно-экономических, технических условий изучаемого объекта.

Основные методы опытно-фильтрационных работ:

- пробные, опытные и опытно-эксплуатационные откачки [1, 2];
- наливов и нагнетания в скважины;
- наливов в шурфы;
- экспресс-методы;
- определение параметров по данным, полученным в результате режимных наблюдений за пресными подземными водами;
 - лабораторные методы;
 - геофизические методы;
 - моделирование [3–6].

В данной статье рассматривается вопрос выбора методов исследований в зависимости от объекта изучения. В нашем случае объектом изучения является участок недр, эксплуатируемый одиночным водозабором. Как правило, одиночные водозаборы в пределах Тюменской области состоят из 1–2–3 скважин, реже 4–5 скважин, обеспечивают водоснабжение поселков и объектов нефтепромыслов. Выполнение на таких объектах полевых опытно-фильтрационных работ для получения расчетных гидрогеологических параметров обусловлено рядом особенностей, о которых будет рассказано ниже по тексту.

Объект и методы исследования

Методы, применяемые в процессе опытно-фильтрационных исследований, характеризуются различной степенью надежности определения гидрогеологических параметров. Кроме этого, они отличаются своеобразием их проведения. Такие методы, как откачки, наливов и нагнетания в скважины, экспресс-методы, входят в состав группы полевых опытно-фильтрационных и являются доминирующими в практике гидрогеологиче-

ских исследований. Эти методы обеспечивают эффективное и достоверное определение расчетных параметров [3].

Достоверность гидрогеологических параметров определяется степенью адекватности выбранной модели природным условиям при интерпретации опытных данных.

В зависимости от поставленных задач при изучении объекта определяются следующие гидрогеологические параметры: каптажные характеристики водозаборных скважин, удельный дебит, коэффициент водопродимости, коэффициент пьезопроводности, фактор перетекания, гидравлические потери и т. д. [7].

Главной особенностью участков изучения является то, что это небольшие водные объекты, как по числу водозаборных скважин, так и по величине фактического водоотбора. В силу этого постановка опытно-фильтрационных работ на данных участках сводится к применению таких методов, которые позволяют получить исходные данные для обоснования возможности отбора требуемого количества воды существующими скважинами и определить расчетные значения коэффициента водопродимости. Получение вышеозначенных данных достаточно для применения упрощенного подхода к оценке запасов пресных подземных вод по участкам недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами. Такой подход был предложен Б. В. Боровским и др. (2001 г.)¹, когда оценка запасов подземных вод сводится к доказательству возможного удовлетворения заявленной потребности в воде. Предусмотрены менее строгие требования к изученности объекта исследований, подсчету запасов подземных вод, составлению отчетов для прохождения государственной экспертизы [8].

Одиночные водозаборы подземных вод — водозаборы действующие. Нами установлено, что схема водозаборов и режим их эксплуатации уже сложились. Расстояния между скважинами небольшие (в основном от 6 до 20 м), как правило, меньше мощности пласта. Эксплуатируется одна или две скважины. Дебит скважин составляет 30–50–100 м³/сут, реже 300–500 м³/сут. Кроме того, водоснабжение объектов водой должно осуществляться в непрерывном режиме [8–10].

В таких условиях применимость традиционных длительных кустовых откачек как метода исследований в процессе выполнения полевых работ ограничена. Поскольку нет возможности организовать полноценный опытный куст с опытной и наблюдательными скважинами, создать соответствующее возмущение пласта, значимое для регистрации уровня воды в наблюдательных скважинах. Малые расстояния между скважинами на одиночных водозаборах не позволяют избежать влияния несовершенства опытной скважины на закономерности изменения уровня подземных вод в процессе опыта, полученные в наблюдательных скважинах. Непрерывность водоснабжения объектов накладывает ограничения на продолжительность выполнения полевых работ. В тех случаях, когда одиночный во-

¹Боровский Б. В., Язвин Л. С., Закутин В. П. Оценка эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами. Методические рекомендации / Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Гидрогеологическая и геоэкологическая компания «ГИДЭК». – М.: «ГИДЭК», 2002. – 62 с.

дозабор состоит из одной скважины, о применимости вышеозначенного метода не может идти и речи.

Из вышеизложенного следует, что на рассматриваемых объектах в качестве полевого метода исследований целесообразно применять непродолжительные одиночные откачки, по результатам которых существует возможность обосновать количество требуемого водоотбора и определить расчетные значения коэффициента водопроницаемости.

Кратковременные откачки (экспресс-откачки), основанные на применении прецизионных наблюдений за уровнем подземных вод, принципиально отличаются от классических (кустовых). Отличия заключаются в технологии их проведения и в точности регистрации изменений уровня воды в скважине (точность регистрации — до 1 мм) [11]. Для получения опытных данных (исходной информации) достаточно провести только кратковременное включение или отключение насосного оборудования в скважине (возбудить пласт) [10, 12, 13]. Далее ведутся наблюдения за уровнем воды в опытной скважине и дебита. Обработка результатов опытно-фильтрационных работ выполняется по формулам неустановившейся фильтрации, что обеспечивает повышение эффективности выполняемых работ за счет сокращения их продолжительности [3].

Результаты

Кратковременные откачки широко стали применяться с 2000-х годов в гидрогеологических исследованиях на одиночных водозаборах Широкого Приобья с целью получения исходного материала для выполнения прогнозных расчетов при подсчете запасов пресных подземных вод [10].

В качестве примера рассмотрим результаты откачек, полученные при выполнении опытно-фильтрационных работ на трех одиночных водозаборах Приобского месторождения нефти. Рассматриваемые водозаборы являются малыми водными объектами, состоят из двух скважин, расстояние между скважинами изменяется от 5 до 14,5 м. Проектный дебит скважин не превышает 500 м³/сут.

На исследуемых водных объектах в эксплуатации находится атлым-новомихайловский водоносный комплекс (ВК). На водозаборном участке НП «Приобское» подмерзлотная часть — атлымский водоносный горизонт (ВГ). ВК развит повсеместно, приурочен к отложениям атлым-новомихайловской свиты. Верхним водоупором служит водоупорный туртасский горизонт, нижним водоупором является водоупорный тавдинский горизонт (рис. 1). Абсолютные отметки кровли ВК изменяются от –40 до –20 м, глубина залегания — 60–80 м, мощность — 200–245 м. Водовмещающие отложения представлены песками мелко- и среднезернистыми. Коэффициенты фильтрации изменяются от 7 до 26,9 м/сут.

Подземные воды ВК напорные. Глубина залегания пьезометрического уровня — 0,3–21 м. Водообильность комплекса, как перспективного для централизованного водоснабжения, изучалась на многих площадях поисково-разведочных работ. Дебиты скважин изменяются от 2 до 19 л/с (от 173 до 1 643 м³/сут), при понижении от 1 до 20 м, в редких случаях до 40 м. Средние удельные дебиты скважин составляют 0,21–2,15 л/с/м.

Водопроницаемость (km) варьирует от 195 до 1 830 м²/сут, что свидетельствует о неоднородности фильтрационных свойств водоносного комплекса, как по площади, так и в разрезе. Коэффициент проницаемости изменяется от $1,6 \cdot 10^5$ до $2,1 \cdot 10^6$ м²/сут.

По химическому составу подземные воды ВК гидрокарбонатные и хлоридно-гидрокарбонатные различного катионного состава. Подземные воды являются пресными (минерализация изменяется от 0,1 до 0,7 г/л), по значению рН нейтральными (преимущественное значение показателя лежит в интервале 6,28–7,45 ед).

По физическим свойствам: на вкус пресные 0–2,7 баллов, с запахом 0–2,5 баллов, с цветностью до 180°. Общая жесткость изменяется от 0,89 до 2,39 мг-экв/дм³. Подземные воды описываются как от очень мягких до мягких. Содержание общего железа колеблется в пределах от 0,82 до 12,6 мг/дм³.

Азотсодержащие вещества (нитраты и нитриты) в водах комплекса практически отсутствуют, ион аммония количественно изменяется от 1 до 6 мг/дм³. В подземных водах присутствуют следующие микрокомпоненты: марганец — до 5,63 мг/дм³, цинк — до 0,067 мг/дм³, ионная медь — до 0,018 мг/дм³. Скопление нефтепродуктов в рассматриваемой воде достигает до 0,15 мг/дм³, фенолов — до 0,00803 мг/дм³.

Ресурсы водоносного комплекса формируются за счет метеогенных вод, поступающих в комплекс посредством инфильтрации через толщу вышележащих отложений [14]. Разгрузка реализуется в местную эрозивную сеть скрытым перетеканием через вышележащие водоносные горизонты, совпадая с направлением общего потока подземных вод.

На участках водозаборов выполнено по одному опыту.

22.03.2020 в скв. 2 были проведены опытно-фильтрационные работы в виде восстановления уровня подземных вод. До начала опыта фиксировались уровень подземных вод и дебит скважины. Положение динамического уровня в скважине зарегистрировано на отметке 15,54 м. Дебит скважины до ее отключения равнялся 677 м³/сут. Продолжительность опыта составила 1 час 50 минут. Скв. 2 оборудована кондуктором диаметром 426 мм до глубины 11 м; обсадной колонной диаметром 324 мм до глубины 30 м, эксплуатационной колонной диаметром 219 мм до глубины 185 м; фильтровой колонной диаметром 146 мм, которая установлена «впотаи» на глубине 156–247 м. Фильтр скважины сетчатый, сетка обмотана на перфорированную часть фильтровой колонны, в интервале глубин 225–240 м. В эксплуатационную колонну на глубину 90 м опущен насос марки ЭЦВ 8-25-100.

24.03.2020 в скв. СР-322 выполнена откачка, продолжительность — 3 часа 30 минут. Дебит возмущения ВГ составил 639 м³/сут, понижение уровня воды в скважине достигло 4,724 м. Положение уровня в скважине до начала опыта зарегистрировано на отметке 18,733 м. Конструкция водозаборной скв. СР-322 следующая: кондуктор диаметром 426 мм до глубины 40 м; эксплуатационная колонна диаметром 245 мм от 0 до глубины 250 м; фильтровая колонна диаметром 168 мм установлена на глубине 230–315 м. Фильтр сетчатый с гравийной обсыпкой, рабочая часть которого оборудована в интервале глубин 275–305 м. Скважина оборудована насосами ЭЦВ 6-16-110, установленными на глубине 80 м.

График временного прослеживания понижения уровня
в координатах S-Ig t в скв. 2

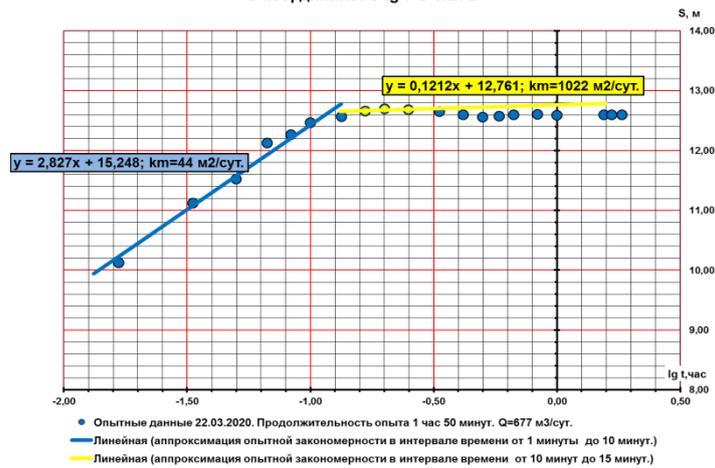


График временного прослеживания понижения уровня
в координатах S-Ig t в скв. СР-322

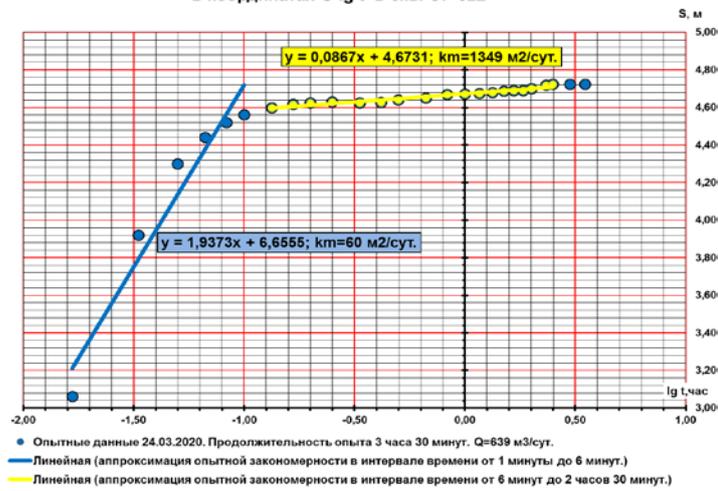


График временного прослеживания понижения уровня
в координатах S-Ig t в скв. А-504

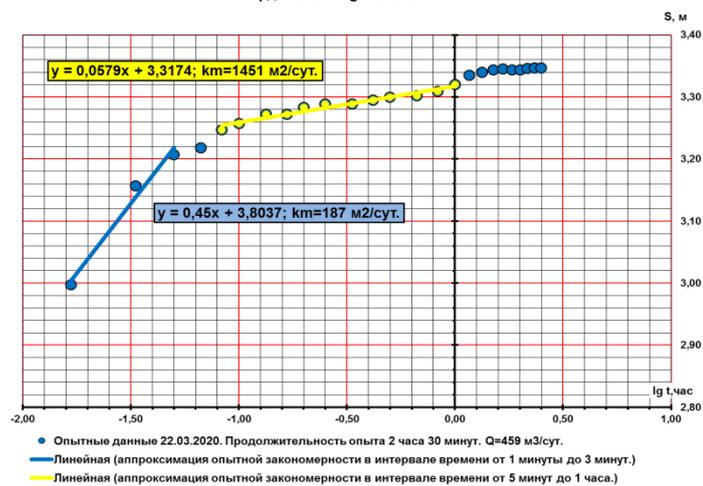


Рис. 2. Графоаналитическая обработка опытных данных

В скв. А-504 22.03.2020 проведена откачка продолжительностью 2 часа 30 минут. Дебит возмущения ВГ составил 459 м³/сут, понижение уровня воды в скважине достигло 3,347 м. Положение уровня в скважине до начала опыта зарегистрировано на отметке 1,886 м. Конструкция скв. А-504 включает в себя кондуктор диаметром 426 мм, установленный до глубины 10 м, эксплуатационную колонну диаметром 219 мм — до глубины 165 м, фильтровую колонну диаметром 146 мм, установленную в интервале глубин от 150 до 221 м. Рабочая часть фильтра сетчатого с гравийной обсыпкой оборудована в диапазоне глубин от 209 до 219 м. В эксплуатационную колонну скважины на глубину 70 м опущен насос марки ЭЦВ 8-25-100.

Интерпретация опытных данных откачек ² выполнена способом прямой линией, были построены графики временного прослеживания (индикаторные графики эксперимента) (S–lg t) [15–20]. Графики представлены на рисунке 2.

В соответствии с рисунком 2 на графиках временного прослеживания выделяются два прямолинейных участка: первый в интервале времени от 1 до 10 мин, второй — от 5 мин до 2 ч 30 мин. Опытная закономерность, зафиксированная в первом интервале времени, отражает информацию фильтрационного потока, формирующегося в зоне фильтра скважины, о чем свидетельствуют низкие значения коэффициента водопроницаемости (44–187 м²/сут). Наиболее адекватные значения коэффициента водопроницаемости (1 022–1 451 м²/сут) получены при интерпретации опытной закономерности второго участка, данные этого периода откачек содержат в себе информацию, обусловленную фильтрационными и емкостными свойствами в основном опробуемого водоносного горизонта и призабойной зоны скважины. Адекватность значений подчеркивается коррелируемостью их с диапазоном значений коэффициентов, полученных в целом по району исследований.

В таблице представлены результаты опытно-фильтрационных работ, выполненные в виде одиночных кратковременных откачек на рассматриваемых объектах, которые послужили исходным материалом для подсчета запасов пресных подземных вод.

Результаты опытно-фильтрационных работ

Номер скважины	Дата	Статический уровень (H _{ст.}), м	Дебит (Q), л/с	Понижение (S), м	Удельный дебит (q), л/с/м	Водопроницаемость (km), м ² /сут
2	22.03.2020	2,945	7,84	12,595	0,62	1 022
СР-322	24.03.2020	18,733	7,39	4,724	1,56	1 349
А-504	22.03.2020	1,886	5,31	3,347	1,59	1 451

² Руководство по определению коэффициента фильтрации водоносных пород методом опытной откачки: П-717-80 / Гидропроект (Всесоюз. проект.-изыскат. и НИИ «Гидропроект» им. С. Я. Жука). – М.: Энергоиздат, 1981. – 127 с.

Запасы пресных подземных вод были подсчитаны и утверждены по каждому участку в количестве 499 м³/сут по категории В (заклЮчения государственной экспертизы запасов подземных вод № 32, 33, 34 от 04 августа 2020 года Департамента недропользования и природных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа — Югры).

Выводы

На малых водных объектах, состоящих из одной — трех скважин с водоотбором меньшим емкостных запасов водоносного горизонта, получить исходный материал для подсчета запасов пресных подземных вод позволяет экспресс-метод в виде кратковременной одиночной откачки.

Для этого необходимо соблюдение следующих условий: когда фильтрационный поток можно описать закономерностями движения подземных вод к скважинам в неограниченном изолированном водоносном пласте; когда продолжительность применения полевых методов исследования ограничена; когда расстояния между водозаборными скважинами недостаточны, в силу сложившейся схемы водозабора, степень фильтрационного возмущения незначительна.

Библиографический список

1. Биндеман, Н. Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод : методическое руководство / Н. Н. Биндеман, Л. С. Язвин. — 2-е изд. — Москва : Недра, 1970. — 216 с. — Текст : непосредственный.
2. Основы гидрогеологических расчетов / Ф. М. Бочевеp, И. В. Гармонов, А. В. Лебедев, В. М. Шестаков. — Москва : Недра, 1965. — 308 с. — Текст : непосредственный.
3. Климентов, П. П. Методика гидрогеологических исследований : учебник. / П. П. Климентов, В. М. Кононов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 1989. — 448 с. — Текст : непосредственный.
4. Климентов, П. П. Динамика подземных вод : учебник / П. П. Климентов, В. М. Кононов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 1985. — 384 с. — Текст : непосредственный.
5. Шестаков, В. М. Динамика подземных вод : учебник. / В. М. Шестаков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Изд-во МГУ, 1979. — 368 с. — Текст : непосредственный.
6. Опытнo-фильтрационные работы / Под редакцией В. М. Шестакова, Д. Н. Башкатова. — Москва : Недра, 1974. — 202 с. — Текст : непосредственный.
7. Козырев, В. И. Формирование гидравлических потерь на фильтрах скважин при отборе подземных вод / В. И. Козырев // Межв. сборник научных трудов. — Тюмень : ТГУ, 1990. — С. 42–48. — Текст : непосредственный.
8. Особенности гидрогеологических исследований при оценке эксплуатационных запасов пресных подземных вод на участках недр, эксплуатируемых одиночными водозаборами (месторождения нефти Широrного Приобья) / В. И. Козырев, Л. В. Тимушева, И. А. Дружинин, А. В. Серченя. — Текст : непосредственный // Подземные воды Востока России. Материалы Всероссийского совещания по подземным водам востока России (XIX Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока), 22–25 июня 2009 года. — Тюмень : ОАО «Тюменский дом печати», 2009. — С. 238–241.
9. Козырев, В. И. Водоснабжение нефтепромыслов Западной Сибири пресными подземными водами в Среднеобском бассейне / В. И. Козырев. — Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. — 2008. — № 5. — С. 4–8.
10. Курчиков, А. Р. Изучение геотехногенной системы «водоносный пласт — скважина» с использованием прецизионных наблюдений на водозаборах Тюменской области / А. Р. Курчиков, В. И. Козырев. — DOI 10.31660/0445-0108-2020-4-8-20. — Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. — 2020. — № 4. — С. 8–20.

11. Козырев, В. И. Прецизионные наблюдения в опытно-фильтрационных исследованиях / В. И. Козырев. – Текст : непосредственный // Материалы Всесоюзного совещания по подземным водам Востока СССР. – Иркутск – Чита : ВСЕГИНГЕО, ПГО «ЧИТАГЕОЛОГИЯ», 1985. – С. 87–88.
12. Козырев, В. И. Гидрогеологические исследования водозаборных скважин / В. И. Козырев. – Текст : непосредственный // Совершенствование методов изучения и оптимальное освоение подземных флюидных систем : сборник трудов. – Тюмень : ЗапСибНИГНИ, 1991. – С. 78–80.
13. Методика проведения опытно-фильтрационных работ на участках действующих водозаборов посредством прецизионных гидропрослушиваний / Н. И. Зенков, В. И. Козырев, С. Л. Костылев [и др.]. – Текст : непосредственный // Комплексное освоение минерально-сырьевых ресурсов Западной Сибири : сборник. – Тюмень, 1985. – С. 76–78. – (Тр. ЗапСибНИГНИ; Вып. 197).
14. Матусевич, В. М. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна / В. М. Матусевич, А. В. Рыльков, И. Н. Ушатинский. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2005. – 225 с. – Текст : непосредственный.
15. Боровский, Б. В. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек / Б. В. Боровский, Б. Г. Самсонов, Л. С. Язвин. – Москва : Недра, 1973. – 304 с. – Текст : непосредственный.
16. Синдаловский, Л. Н. Справочник аналитических решений для интерпретации опытно-фильтрационных опробований / Л. Н. Синдаловский ; Санкт-Петербургское отделение Ин-та геоэкологии РАН, Санкт-Петербургский гос. ун-т. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2006. – 767 с. – Текст : непосредственный.
17. Мироненко, В. А. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ / В. А. Мироненко, В. М. Шестаков. – Москва : Недра, 1978. – 325 с. – Текст : непосредственный.
18. Плотников, Н. И. Поиски и разведка пресных подземных вод / Н. И. Плотников. – Москва : Недра, 1973. – 368 с. – Текст : непосредственный.
19. Плотников, Н. И. Эксплуатационная разведка подземных вод / Н. И. Плотников. – Москва : Недра, 1973. – 296 с. – Текст : непосредственный.
20. Мироненко, В. А. Динамика подземных вод : учебник / В. А. Мироненко. – Москва : Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2001. – 519 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Bindeman, N. N., & Yazvin, L. S. (1970). Otsenka ekspluatatsionnykh zapasov podzemnykh vod. Moscow, Nedra Publ., 216 p. (In Russian).
2. Bochever, F. M., Garmonov, I. V., Lebedev, A. V., & Shestakov, V. M. (1965). Osnovy gidrogeologicheskikh raschetov. Moscow, Nedra Publ., 308 p. (In Russian).
3. Klimentov, P. P., & Kononov, V. M. (1989). Metodika gidrogeologicheskikh issledovaniy. 2nd edition, revised and expanded. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 448 p. (In Russian).
4. Klimentov, P. P., & Kononov, V. M. (1985). Dinamika podzemnykh vod. 2nd edition, revised and expanded. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 384 p. (In Russian).
5. Shestakov, V. M. (1979). Dinamika podzemnykh vod. 2nd edition, revised and expanded. Moscow, Moscow State University Publ., 368 p. (In Russian).
6. Shestakov, V. M., & Bashkatov, D. N. (Eds.) (1974). Opytno-fil'tratsionnye raboty. Moscow, Nedra Publ., 202 p. (In Russian).
7. Kozыrev, V. I. (1990). Formirovaniye gidravlicheskiykh poter' na fil'trakh skvazhin pri otbore podzemnykh vod. Mezhy. sbornik nauchnykh trudov. Tyumen, Tyumen State University Publ., pp. 42-48. (In Russian).
8. Kozыrev, V. I., Timusheva, L. V., Druzhinin, I. A., & Serchenya, A. V. (2009). Osobennosti gidrogeologicheskikh issledovaniy pri otsenke ekspluatatsionnykh zapasov presnykh podzemnykh vod na uchastkakh nedr, ekspluatiruemykh odinochnymi vodozaborami (mestorozhdeniya nefi Shirotnogo Priob'ya). materialy Vserossiyskogo soveshchaniya po podzemnym vodam vostoka Rossii (XIX Soveshchanie po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka), June, 22-25, 2009. Tyumen, Tyumenskiy dom pechati OJSC Publ., pp. 238-241. (In Russian).
9. Kozыrev, V. I. (2008). Supply of West Siberia oil fields with underground fresh water in the Middle Ob area. Higher Educational Institutions News. Neft' i Gas, (5), pp. 4-8. (In Russian).

10. Kurchikov, A. R., & Kozyrev, V. I. (2020). Study of the "aquifer-well" geotechnogenic system using precision observations at the water intakes of Tyumen region. *Oil and Gas Studies*, (4), pp. 8-20. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2020-4-8-20
11. Kozyrev, V. I. (1985). *Pretsiuzionnye nablyudeniya v opytно-fil'tratsionnykh issledovaniyakh. Materialy Vsesoyuznogo soveshchaniya po podzemnym vodam Vostoka SSSR. Irkutsk - Chita, VSEGINGEO, PGO "CHITAGEOLOGIYA" Publ.*, pp. 87-88. (In Russian).
12. Kozyrev, V. I. (1991). *Gidrogeologicheskie issledovaniya vodozabornykh skvazhin. Sovershenstvovanie metodov izucheniya i optimal'noe osvoenie podzemnykh flyuidnykh sistem: sbornik trudov. Tyumen, ZapSibNIGNI Publ.*, pp. 78-80. (In Russian).
13. Zenkov, N. I., Kozyrev, V. I., Kostylev, S. L., Reznik, A. D., & Shutov, M. S. (1985). *Metodika provedeniya opytно-fil'tratsionnykh rabot na uchastkakh deystvuyushchikh vodozaborov posredstvom pretsiuzionnykh gidroproslushivaniy. Kompleksnoe osvoenie mineral'no-syr'evykh resursov Zapadnoy Sibiri. Trudy ZapSibNIGNI, Vyp. 197. Tyumen, pp. 76-78. (In Russian).*
14. Matusevich, V. M., Rylkov, A. V., & Ushatinskiy, I. N. (2005). *Geofluid systems and oil and gas problems of the West Siberian megabasin. Tyumen, Tyumtn State Oil and Gas University Publ.*, 225 p. (In Russian).
15. Borevskiy, B. V., Samsonov, B. G. & Yazvin, L. S. (1973). *Metodika opredeleniya parametrov vodonosnykh gorizontov po dannym otkachek. Moscow, Nedra Publ.*, 304 p. (In Russian).
16. Sindalovskiy, L. N. (2006). *Spravochnik analiticheskikh resheniy dlya interpretatsii opytно-fil'tratsionnykh opobovaniy. St. Petersburg, St. Petersburg State University Publ.*, 796 p. (In Russian).
17. Mironenko, V. A., & Shestakov, V. M. (1978). *Teoriya i metody interpretatsii opytно-fil'tratsionnykh rabot. Moscow, Nedra Publ.*, 325 p. (In Russian).
18. Plotnikov, N. I. (1973). *Poiski i razvedka presnykh podzemnykh vod. Moscow, Nedra Publ.*, 368 p. (In Russian).
19. Plotnikov, N. I. (1973). *Ekspluatatsionnaya razvedka podzemnykh vod. Moscow, Nedra Publ.*, 296 p. (In Russian).
20. Mironenko, V. A. (2001). *Dinamika podzemnykh vod. Moscow, Moscow State University Publ.*, 519 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Козырев Владимир Иванович, зав. лабораторией, Тюменский индустриальный университет, научный сотрудник, Западно-Сибирский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Тюмень, e-mail: kozyrev-v@mail.ru

Бешенцев Владимир Анатольевич, д. г.-м. н., профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Information about the authors

Vladimir I. Kozirev, Head of Laboratory, Industrial University of Tyumen, Researcher, West Siberian Division of Trofimuk Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, e-mail: kozyrev-v@mail.ru

Vladimir A. Beshentsev, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen