N E W S
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES
ISSN 2224-5278
Volume 4, Number 418 (2016), 93 – 102

BASICS OF GROUNDWATER RESOURCES ASSESSMENT USING MATHEMATICAL MODELLING (ON AN EXAMPLE OF KASKELEN GROUNDWATER FIELD)

T. A. Rakhimov[1], D. K. Kalitov[2], V. S. Salybekova[1]

[1]NJSC "KazNITU after K. I. Satpayev", Almaty, Kazakhstan,
[2]LLP "Geotherm" Production Company", Almaty, Kazakhstan.
E-mail: t-rakhimov@mail.ru;d_kalitov62@mail.ru; salybekova_v@mail.ru

Keywords: hydrogeology, mathematical modeling, geoinformational systems, groundwater resources assessment.

Abstract. Perspectives of using computer modeling for estimation groundwater balance, groundwater resources and its prevention from depletion and pollution are shown in the article. It describes the main features of hydrogeological conditions formation, basics of groundwater modeling, results of intensive groundwater use during exploitation in areas of large cities and urban areas. Compared forecast data from previous works and actual operating data for Kaskelen groundwater field. Specified rational approach of groundwater assessment and reassessment on real objects.Proved efficiency ofgroundwatermanagement on well fieldsduring exploitation by creating real-timenumerical models, which should become an integral part of the direct monitoring on groundwater fields.

УДК 556.3.048(047.34)(574.57)

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КАСКЕЛЕНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД)

Т. А. Рахимов[1], Д. К. Калитов[2], В. С. Салыбекова[1]

[1]Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,
[2]ТОО «Производственная компания «Геотерм», Алматы, Казахстан

Ключевые слова: гидрогеология, математическое моделирование, геоинформационные системы, переоценка эксплуатационных запасов подземных вод.

Аннотация. Дается обоснование совершенствования применения информационных технологий при решении задач, связанных с оценкой и переоценкой эксплуатационных запасов подземных вод, защитой их от истощения и загрязнения. Охарактеризованы основные особенности гидрогеологических и водохозяйственных условий, сформировавшихся в результате интенсивной эксплуатации подземных вод на территориях крупных городов и городских агломераций. Приведены результаты сопоставления данных прогнозных расчетов и фактического опыта эксплуатации водозаборов на территории Каскеленского месторождения подземных вод. Предложены рациональные подходы к выполнению переоценки эксплуатационных запасов подземных вод, реализованные на рассмотренных объектах-примерах.Доказано, что наиболее эффективное управление эксплуатацией месторождений подземных вод достигается путем создания постоянно действующих математических моделей, которые должны стать непосредственной составляющей частью мониторинга на месторождениях подземных вод.

Одной из целевых задач Государственной Программы «Ак булак» по обеспечению населения Казахстана качественной питьевой водой на 2011–2020 гг. является максимальное использование потенциала подземных вод. Месторождения пресных подземных вод представляют собой наиболее защищенный и надежный источник питьевой воды высокого качества [1].

В Государственной Программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010–2014 гг. отмечается необходимость перехода на новые современные технологии экспертизы запасов на основе компьютерного моделирования месторождений полезных ископаемых, автоматизированных комплексов оценки и подсчета запасов [2].

В последние годы в Казахстане, за счет средств республиканского бюджета, проведен ряд работ по переоценке эксплуатационных запасов подземных вод месторождений первоначальный расчетный срок эксплуатации, которых давно истек [3]. Приоритетными,при этом,были выбраны методы исследований с применением математического моделирования, геоинформационных систем, систем обработки данных дистанционного зондирования земли, систем глобального позиционирования и др. Совместное применение различных инструментальных средств существенно повышает эффективность исследований. Авторами выполнен ряд работ по проведению переоценки запасов, предложены рациональные подходы к выполнению переоценки эксплуатационных запасов подземных вод, реализованные и приведенные далее на рассмотренных объектах-примерах [4, 5].

Возможность рационального использования недр с целью добычи подземных вод определяется, в первую очередь, величиной их эксплуатационных запасов, детальностью изученности (категорийностью) подсчитанных запасов, а также возможностью или доступностью их для освоения (балансовой принадлежностью) [6].

Разведка и оценка эксплуатационных запасов подземных вод (далее ЭЗПВ), на которых базируется современное водоснабжение крупных городов и районных центров в основном была выполнена в 60–80-х годах прошлого века. Гидродинамические прогнозы выполнялись сначала аналитически, затем с применением методов математического моделирования для расчетных схем крупных групповых водозаборов.

В настоящее время, сложившаяся система водоснабжения крупных городов за счет подземных вод, как правило, включает в себя систему централизованного водоснабжения (головной водозабор площадного или линейного типа, представленный 5–15 скважинами), а также большое количество автономных водозаборов (одиночных скважин), доля которых в общей величине водоотбора подземных вод на территории города может достигать 20–30%.

Эксплуатация подземных вод в городах ведется как на участках недр, запасы которых прошли Государственную экспертизу и включены в Государственный учет, так и на участках недр с неутвержденными запасами. Таким образом, с ростом антропогенной деятельности, в условиях интенсивной урбанизации происходят существенные изменения водохозяйственной обстановки, относительно принятой расчетной схемы при оценке ЭЗПВ. Нагрузка от работы водозаборов распределяется по всей территории города и пригорода, в результате чего формируется обширная депрессионная воронка от работы центрального водозабора, осложненная локальными воронками от работы одиночных скважин. В таких ситуациях происходит перераспределение гидродинамического и гидрогеохимического балансов месторождений пресных подземных вод, что приводит к следующим негативным последствиям:

– изменению природных гидрогеохимических процессов за счет увеличения перетекания из смежных горизонтов и усиления притока подземных вод по эксплуатируемому пласту из областей с некондиционными водами;

– интенсификации процессов техногенного загрязнения;

– ущербу речному стоку;

– осушению целевых водоносных горизонтов.

В период 2012–2014 гг. авторы статьи принимали непосредственное участие в работах ТОО «Производственная компания «Геотерм» по доразведке с целью переоценки эксплуатационных запасов подземных вод Каскеленского, Восточно-Талгарского, Узынагашского, Боралдайского, Нарынкольского, Сарыозекского, Лепсинского, Иссыкского, Баканасского и Николаевского месторождений, где переоценка эксплуатационных запасов осуществлялась с учетом гидродинамических, гидрогеохимических и природоохранных ограничений. Учет в прогнозных расчетах изменений водохозяйственной обстановки и проявление негативных процессов или возможность

их проявления в будущем осуществлено на геофильтрационных и геомиграционных моделях. Созданные для этих целей численные математические модели проходили основательную калибровку по результатам опыта эксплуатации водозаборов подземных вод и по данным мониторинга подземных вод.

В качестве примера таких работ на урбанизированных территориях рассмотрим результаты переоценки запасов подземных вод по Каскеленскому месторождению.

Каскеленское месторождение находится в юго-западной части обширной Илийской впадины и в структурно-тектоническом отношении тяготеет к зоне максимального погружения ее консолидированного фундамента, известного под названием Алматинской впадины. Последняя представляет собой структуру III порядка возникшую и сформировавшуюся (как и Илийская депрессия) в эпоху альпийского орогенеза (рисунки 1, 2).

Месторождение имеет отчетливо выраженные геологические и гидрогеологические границы. На юге эта граница проходит по контакту рыхлых валунно-галечниковых отложений современных конусов выноса с нижнечетвертичными отложениями предгорной ступени, выраженной в рельефе в виде уступов высотой 100–300 м.

На востоке граница проходит по контуру отложений среднечетвертичного возраста, слагающих междуречье Аксай–Каскелен, а также по серии останцев нижнечетвертичного возраста. Те и другие отложения представлены преимущественно суглинками.

На западе граница месторождения совпадает с контуром нижнечетвертичных отложений, сохранившихся в виде останцев, сложенных суглинками и образующих гряду северо-восточного простирания. Общая мощность рыхлых отложений в пределах конуса выноса равна 500 и более метров [7].

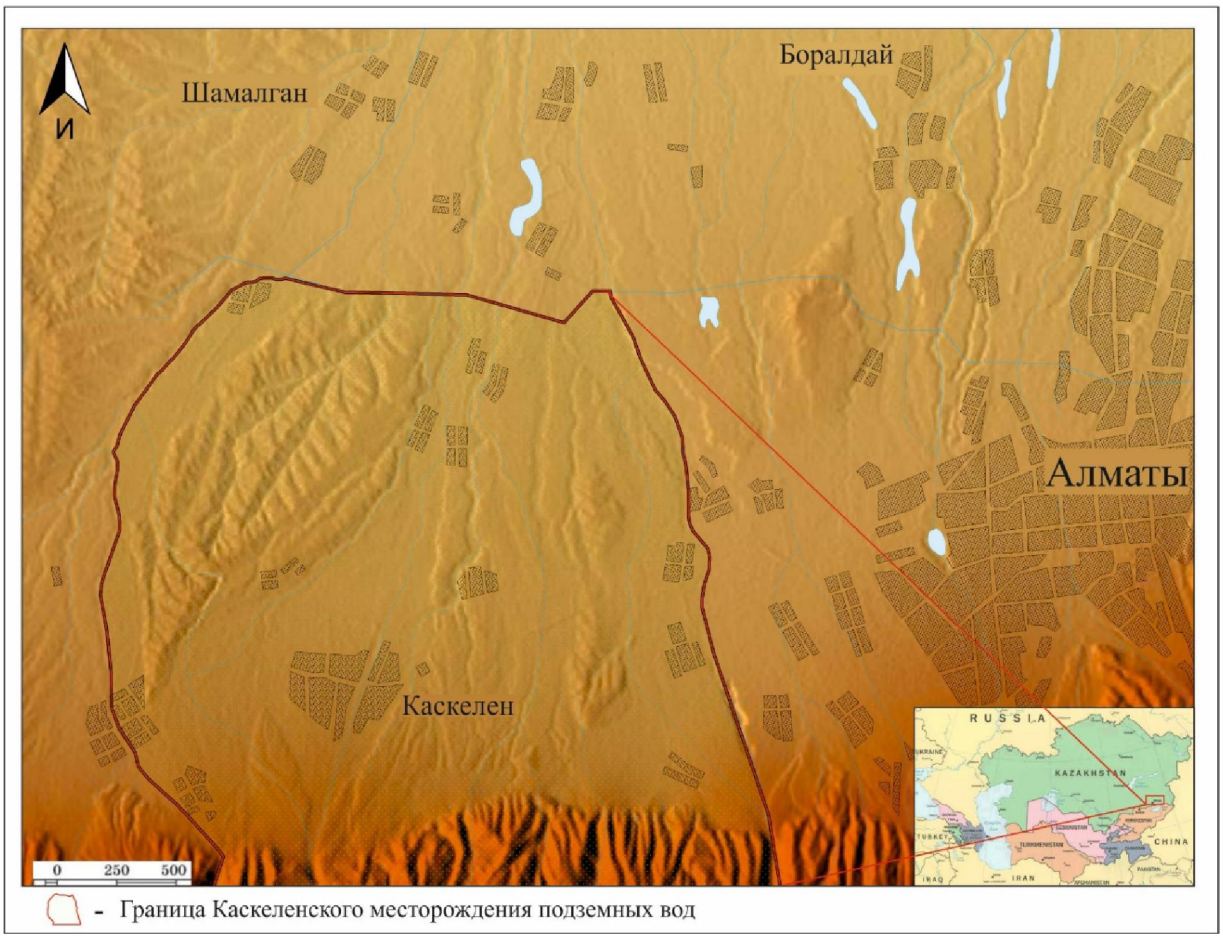

Рисунок 1 – Обзорная карта Каскеленского месторождения подземных вод

Figure 1 – Overview of Kaskelen well field

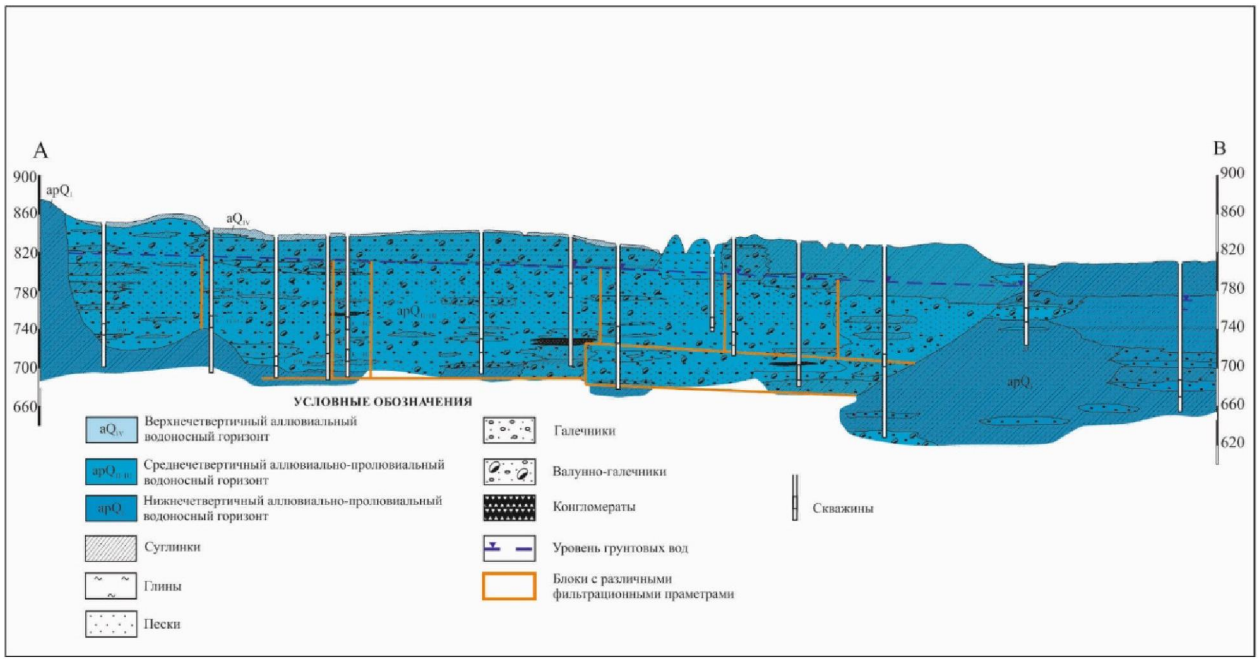

Рисунок 2 – Гидрогеологический разрез Каскеленского месторождения подземных вод

Figure 2 – Hydrogeological cross-section of Kaskelen well field

В административном отношении территория месторождения входит в состав Карасайского района Алматинской области.Крупными населенными пунктами района являются город Каскелен, поселки Ушконыр, Жамбыл, Улан и др.Общая потребность в воде составляет 22,8 тыс. м^3/сут, на перспективу 124,4 тыс. м^3/сут. Требование к качеству воды – соответствие нормам СП РК № 104 от 18.01.2012 г. Расчетный срок эксплуатации месторождения – 10 000 суток.

Эксплуатация Каскеленского месторождения подземных вод ведется в условиях взаимовлияния с Алматинским, Узынагашским, Боралдайским и Каройским месторождениями подземных вод. Данные условия вызвали необходимость создания модели регионального уровня, включающей участки водозаборов вышеупомянутых месторождений. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод выполнена методом математического моделирования с использованием программного комплекса VisualModFlowPremium 2012.2. При этом, в модель введены данные эксплуатационных скважин, находящихся в пределах радиуса влияния. Всего обработана информация по 180 скважинам района работ [5].

*Гидрогеологические условия в плане*были схематизированы в виде области фильтрации размерами 41x56,3 км, общей площадью 2308,3 км^2. Внешние границы моделируемой области приняты в соответствии с принятыми условиями гидрогеологического формирования и распространения основных водоносных горизонтов и комплексов. Моделируемая область в плане аппроксимирована ортогональной сеткой с шагом MxN = 100x200 м (рисунок 3).

Гидрогеологические условия в разрезе приняты по результатам анализа геологической и гидрогеологической информации (рисунок 3), с учетом особенностей литологического строения разреза, изменения фильтрационных свойств водовмещающих отложений, закономерности движения подземных вод. Всего выделены два гидродинамических этажа и созданы 3 слоя модели:

слой 1 – водоносный горизонт среднечетвертичных аллювиально-проллювиальных отложений (apQ_{II-III}), в зоне предгорной равнины (apQ_{III});

слой 2 – прослой плотных суглинков (водоразделяющий слой);

слой 3 – водоносный горизонт нижнечетвертичных отложений (apQ_I);

Внешние граничные условия расчётной области определены следующим образом:

– по всей протяженности границы – условие II рода (ΔQ = const = 0);