

Y. V. Sotnikov, V. M. IbraimovNJSC «Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev» Almaty, Kazakhstan.
E-mail: sotnikov_yevgeniy@mail.ru, viib@mail.ru**CALCULATED WATER DEMAND AS THE MAIN FACTOR
INFLUENCING THE RELIABILITY OF HYDROGEOLOGICAL
FORECASTS AT THE EVALUATION OF GROUNDWATER
ELASTIC RESERVES**

Abstract. The article covers the problems of low reliability of hydrogeological forecasts concerning the state of groundwater resources due to significant difference between the amount of estimated elastic reserves registered on governmental level with included in prognostic calculations and actual water intake dynamics of its temporal variations. As a result, it leads to overestimation of prognostic levels with actual state.

This problem is most acute within the Almaty urban agglomeration. The choice of this region as a pioneer is obvious for hydrogeologists. Within the limits of the allocated territory as of 2008, the state balance accounts for about 15% of the total value of the drinking water quality of groundwater resources in the Republic of Kazakhstan. The volume of groundwater production within the region is about 45%. This burden on the subsoil is not presented in any other region of the Republic of Kazakhstan.

On the basis of available developments in this issue, given appropriate solutions and ways of changing existing approaches to hydrogeological forecasts in estimating groundwater reserves are proposed to eliminate emerging inconsistencies, i.e. the implementation of forecasting taking into account the real, rather than overestimated in the calculation of the dynamics of water withdrawal.

Keywords: groundwater supply, reliability of hydrodynamic forecasts, actual water intake, management of operation.

The reliability of hydrogeological forecasting has always been of great interest, both for the authors of the forecasts themselves and for users.

With respect to the task of assessing the operational reserves of groundwater, the reliability of forecasts is determined primarily by:

- the possibility of extracting the required amount of water for the entire design life of the water intake facility;
- the correspondence between the magnitude of the predicted and actual depressions or depths of the dynamic levels of groundwater;
- compliance of the quality of the selected water with the forecasted life of the water intake facility.

In this article, the main focus is on the quantitative side of the issue under consideration, stressing that a favourable and reliable forecast is an effective basis for subsoil use management and the basis for resolving the issues of submitting subsoil use rights for the production of groundwater to new subsoil users.

This problem is particularly acute in the areas exploited by many subsoil users: in large cities, urban agglomerations located on the area of artesian basins, intermountain depressions and other areas, where groundwater is exploited in conditions of intensive interaction between existing water intakes. Even more intensive interaction is expected between existing and projected water intakes with a load equal to the approved groundwater reserves [1].

As an example, let us consider the Almaty city agglomeration. The core of the metropolitan area is one of the two cities of republican subordination of Almaty, which population, as of 2016, is 1,716,779 people. The total population of the agglomeration for 2015 amounted to 2 460.4 thousand people.

The question of assessing the correspondence between forecasts and nature is relevant for about half a century.

In the authors' opinion [1], the reliability of the performed predictions depends on two groups of components:

- hydrogeological parameters and boundary conditions adopted in the calculations (hydrogeological models) or calculation schemes;

- design costs of settlement water intakes and their allocation schemes.

The first group of questions always caused the most attention of hydrogeologists. Currently, it is being solved by creating hydro-geological models and selecting parameters and boundary conditions to achieve a match between the model and nature in natural and disturbed conditions. The second group of questions is usually not seriously considered, and the calculations use the specified needs and the designed well pattern developed by the authors [1].

In the mid 60-ies of the XX century, the Ministry of Geology of the USSR, in ARRIHEG it was assigned work on the convergence estimate of exploration data and the operation of existing water intakes. This work was carried out throughout the territory of the USSR, and its results were subsequently summarized in L.S. Yazvin's book "Reliability of hydrogeological forecasts in assessing the operational reserves of groundwater" [2], which became his main doctoral dissertation.

The essence of the convergence estimate of exploration data and the operation of existing water intakes consisted of the following:

- with the parameters obtained during the exploration and calculation of the reserves, and the boundary conditions, the water intake calculation was applied to the actual arrangement of the wells, with their actual capacity;

- the calculated lowering of the level obtained in the calculation was compared with the actual one;

- the analysis of the reasons revealed at comparison of actual and calculated level depressions was carried out.

- analysis of the reasons for the discrepancy between forecasts and operating data and identification of the main sources of the formation of groundwater operational reserves;

- selection of the optimal design scheme was made based on the analysis of operating data for the reevaluation of groundwater resources.

As a result of comparison of the calculated and actual depressions of the levels, it turned out that in most cases their calculated values significantly exceed the actual ones.

The authors did not set out to consider all the reasons for these discrepancies, but the main ones are related to the following. Since the piezoconductivity coefficient of the pressure water was close to 106 m²/day in the case of evacuations during experimental filtration operations, which corresponded essentially to the Thijs scheme (isolated reservoir), the calculations were carried out formally. As a rule, only the geometric outlines of boundaries were taken into account, and such factors as overflow were not considered in. To eliminate this contradiction, the concept of "generalized" parameters was introduced. Most often, the piezoconductivity coefficient value (usually close to 104 m²/day) was chosen, at which the calculated and actual level reduction at the calculated moment coincided [1].

Thus, we have considered the first part of the question - justification of the initial data for forecasting with the purpose of counting (reassessing) operational reserves. This is the most developed part of forecasting issues. Formally, on the basis of this, the appraisal (reassessment) of the operational reserves is carried out. With sufficiently substantiated input data for forecasting its reliability will correspond to the reliability of the initial data of the calculations, since the methodology itself and the technology of predictive calculations can be considered reasonably justified theoretically, practically and methodically [1, 2].

Why, then, comparing the results of forecast calculations and the actual position of groundwater levels, do we observe significant discrepancies in them?

Analysis of operational experience of a number of deposits of the foothill plume of the Zailiysky Alatau allowed to identify the main reasons for this discrepancy. Let us consider them in more detail:

The first circumstance is connected with the current methodology for calculating the operational reserves of groundwater, placing them on the state balance and then taking into account the stocks that are on state records when calculating new water intakes or revaluing reserves. The existing practice of counting operational reserves developed in the 70-80s of the XX century is reduced to the following:

- a priority need;
- a long-term need;
- the maximum possible water abstraction.

With the regional assessments, the above scheme has been preserved, while also possible water abstraction in perspective areas is also estimated. The calculated reserves of categories A, B, C₁ and C₂ are put on the state balance and are taken into account in subsequent calculations of the interaction of water intakes.

Despite the fact that often water requirements were determined when developing integrated schemes for the use and protection of water resources, and for specific cities and other consumers were calculated by the main design institutes, they were repeatedly overestimated. This has led to a large gap between the claimed water requirements (approved reserves) and actual water abstraction. Accordingly, the level forecast performed in the calculation of reserves has a very significant difference with the actual levels observed in the operation of water intake facilities.

Excessively high demand for water is difficult to explain. It should be noted that the norms of water consumption used in the USSR (500 dm³/day for 1 person) were almost 2.5 times higher than those in Europe [2]. Also in the 1970s and 1980s, there was an aspiration to build up the maximum possible operational reserves at each individual field.

The second circumstance causes significant differences between the predicted and actual use of groundwater and is associated with the following. Water supply of cities and groups of settlements was planned at the expense of large centralized water intakes outside the urbanized territories with the elimination of single water intakes within urban areas and other ecologically unfavorable places. However, the real development took a different path. Explored sites located at a distance from water users have not been developed, and the system of single water intakes is developing to this day.

An example of this situation is the Alma-Ata deposit of groundwater in the foothill plume of the northern slope of the Trans-Ili Alatau. To prevent pollution of groundwater within Almaty, in 1990, the State Committee of the USSR recommended the liquidation of departmental water intakes with the transfer of enterprises to centralized water supply. The number of departmental water intakes within the Alma-Ata deposit since the previous approval of operational reserves has increased and currently stands at about 200.

The third circumstance. During the Soviet period, in almost all cities, there were significant leaks from main and breeding networks, resulting in unproductive losses, reaching on average about 30% of total water extraction.

As an example, we consider the water supply system in Almaty, which is based on the use of underground and surface water. The operating organization actually implements an average of 65-68% of the supplied water from all sources into a single water supply network of the city. The loss of water during transportation is 32-35%. Because of the old water supply network, about 20% of the water is filtered back into the aquifer throughout the city [5, 6].

With the transition to a new economic system, the operating organizations began to pay much attention to measures to reduce leaks, the industrial enterprises - to the transition to the circulating water supply systems, etc. All this led to a previously not planned increase in water consumption, but, on the contrary, to its significant reduction.

For clarity, let us consider the balance of drinking water consumption in Almaty for 1990-2040. [5,6]. To do this, we will construct a graph of the estimated demand of the megapolis used in reassessing the exploitation reserves of the Talgar underground water deposit with the actual use of groundwater and surface water (fig. 1).

As can be seen from the graph above, the total productivity of the water supply system tends to decrease from 1104.6 thous.m³/day in 1990 to 794.5 thous.m³/day in 2010.

The estimated design demand of the city in the water by 2040 is estimated at 1640.5 thous.m³/day. Comparing the estimated demand for 2010 (1646 thousand m³/day), we observe that it is twice the actual consumption.

Let us consider the results of the analysis of the operational experience of the Alma-Ata, Talgar, Kaskelen, Pokrovsky and Boraldai deposits of groundwater located within the piedmont plume of the northern slopes of the Zailiysky Alatau.

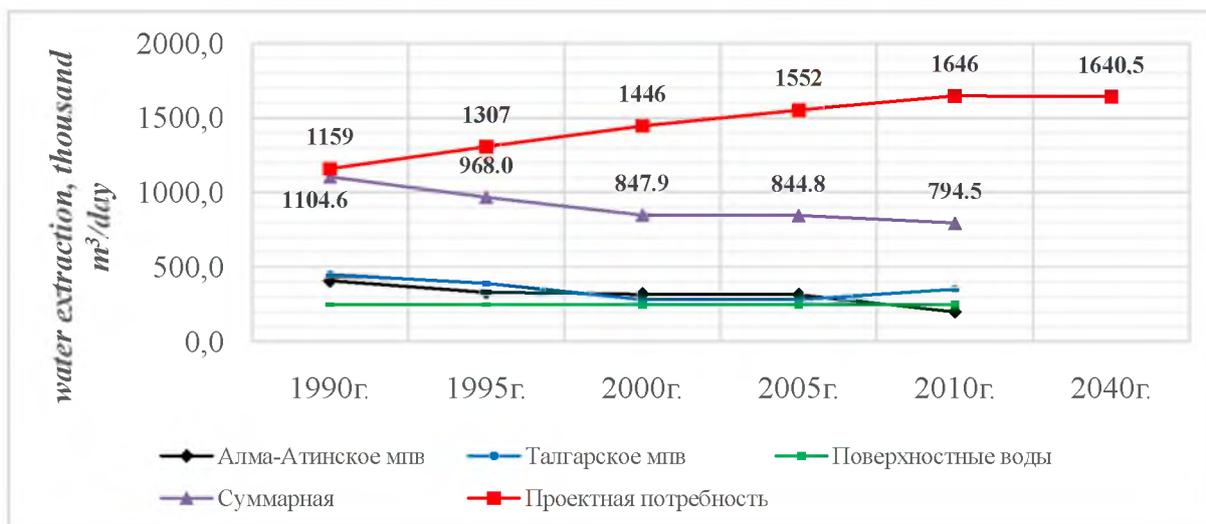


Figure 1 – Graph of correlation of design and actual indicators of groundwater production and use of surface water for water supply in Almaty

Figure 2 shows a graph of the change in total water abstraction within the Almaty urban agglomeration for the period 1960-2014.

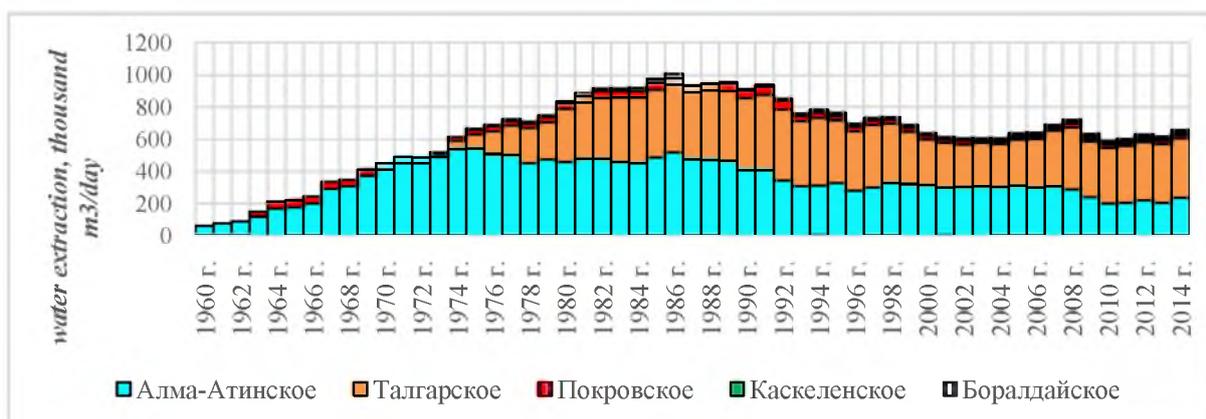


Figure 2 – Graph of total groundwater abstraction within the Almaty metropolitan area

From the presented graph it can be seen that in the period from 1960 to 1986, there was a gradual increase in water abstraction from 62.46 thousand m^3/day to 1005.98 thousand m^3/day (16 times). Subsequently, there is an insignificant stabilization of the total average annual water extraction within 940 thousand m^3/day . The subsequent period is characterized by a decrease in the total productivity from 760 thousand m^3/day in 1993 to 605 thousand m^3/day in 2002 and its subsequent stabilization within 640 thousand m^3/day .

The maximum total annual water extraction for selected deposits falls in 1986 and is 1005.98 thousand m^3/day .

The reduction in the productivity of existing water intakes has undoubtedly affected the level surface of groundwater. Currently, there is a restoration of the groundwater level throughout the territory under consideration. This issue is especially relevant in the northern part of Almaty, where the built-up areas are flooded.

To analyze the use and comparison with the operational reserves of groundwater in the state balance in the Almaty metropolitan area, the following graph is constructed.

As we see, even during periods of maximum water collection, the actual productivity is 2-3 times lower than the amount of approved operational reserves.



Figure 4

For a visual representation of the share of the use of groundwater operational reserves that are on the state balance within the territory under consideration as of 2014, we give the following diagram.

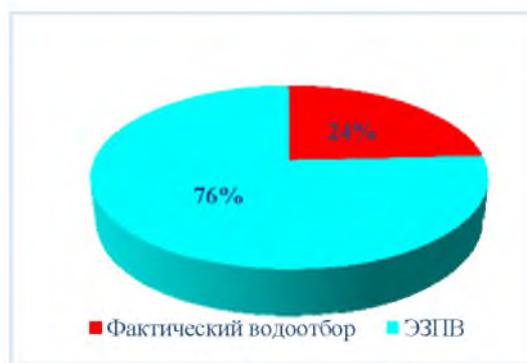


Figure 4 – Diagram of the use of the operational groundwater resources in the state balance in the Almaty metropolitan area

The analysis of the current state of the use of groundwater within the foothill plume of the Zailiysky Alatau shows that the actual volume of production in these deposits does not reach the calculated values. The share of the use of approved operational reserves within the territory under consideration does not exceed 24%.

It should also be added that the estimated water requirements used in the initial exploration of most of Kazakhstan's underground water resources are often taken as initial when reassessed and, at present, without any justification. This again predetermines a low degree of reliability in hydrogeological forecasts, even by methods of mathematical modeling.

Thus, based on the performed analysis, the estimated need for water is the least reliable. Therefore, often even with sufficiently high reliability of the initial hydrogeological data (parameters, boundary conditions, etc.) used in predictive calculations of groundwater operational reserves, their real reliability is extremely unsatisfactory.

As a result, the gap between the total value of the operational reserves calculated and consisted in the state balance and the actual water extraction are constantly growing, which leads to an extremely low reliability of the forecast of groundwater status in comparison with the observed one. This hinders the rational development of subsoil, especially in areas with intensive exploitation and difficult water management environment, because the forecast is more "hard" than, the picture actually observed for many decades.

Let us consider a small example. When re-evaluating the operational reserves of the Alma-Ata underground water deposit, at the site of a local water intake for domestic and drinking water supply in a residential complex in the southwestern part of Almaty, its productivity was limited to 1 thousand m³/day, while the permissible reduction in the water intake area was 75 m, and the decrease in the level from the operation of the wells themselves was 6.7 m. However, the calculated level cut off from interaction with other undeveloped groundwater resources on the state balance was approximately 10 times greater (64 m),

which resulted in a significant limitation of water extraction in the water intake area and approval of a part of the submitted reserves for category C₂. The deep occurrence of the groundwater level necessitated the recommendation to drill two production wells, instead of operating due to dehumidification of the upper filter intervals. In this case, there is a need to increase the depth of the well from 325 to 400 m.

Let us enumerate the main consequences to which predictive overestimation of water abstraction and depths of groundwater levels leads in comparison with their actual state:

1. Granting the right to extract groundwater to new subsoil users from deeper aquifers with increasing depth and complicating the design of wells, and as a consequence causes an increase in costs for the construction of water intake;

2. Overestimation of the sizes of zones of sanitary protection due to the estimated increase in the slopes of groundwater against the real one.

3. Since the assessment of operational reserves was carried out for the maximum possible lowering of the level, in many cases exploration of new groundwater extractions is practically impossible, since taking into account the mutual influence of water intakes on previously explored and new water intakes, the calculated depressions will exceed the permissible value.

4. Corresponding overestimation of migration rates for forecasts of changes in the quality of groundwater.

5. Overstating the negative impact of exploitation on the environment.

Conclusions:

1. At present, there is a significant gap between the forecasted in the assessment of operational reserves and the actual state of groundwater. Forecast levels have already significantly exceeded the actual levels for many decades. This is due to a sharp discrepancy between the forecast and actual water extraction, since the reserves calculated and registered in the state record are many times higher than the actual water extraction.

2. The least reliable components of the forecast are the size and design of the project water extraction. Therefore, it is necessary to take into account in the forecasts only the operational reserves of groundwater that have been mastered or planned for development.

3. Declared and taken into account in the calculation water requirements are gigantic, because they are in most cases repeatedly overstated, and have never been achieved, and in the foreseeable future, as shown by the trend in the dynamics of water diversion formed in recent decades, they will not be used for practical purposes.

4. To implement the selected proposals, appropriate adjustments should be made to the regulatory framework that regulates the principles of counting and recording groundwater resources. First of all, it is necessary to make adjustments to the classification of operational reserves, expanding the concept of off-balance reserves in their general structure and attributing to them all stocks that will not be used in the future.

5. It is necessary to take an administrative decision at the level of the State Reserves Committee of the Republic of Kazakhstan on the transfer of previously explored, but not exploited, groundwater deposits to a reserve fund (transfer to off-balance reserves). To this end, the analysis should be performed of the reconnoitred groundwater deposits, the reserves of which were approved by the State Reserves Committee of the USSR and the TRC until 1991. Based on this analysis, two groups of deposits will be identified. The first group will include deposits, for which the expiry date of the reserves has expired. The second - the deposits, for which the approval of the reserves has not yet been completed, but the operation is not planned until the end of this period. The operational reserves of groundwater for both groups that are not in demand will be transferred to off-balance reserves and will not be taken into account when exploring new deposits and sites [5].

6. It is necessary to strengthen the role of groundwater monitoring as a real basis for predicting changes in the state of groundwaters, and not just its ascertaining.

REFERENCES

[1] Borevsky B.V., Grabovnikov V.A. Reliability of hydrogeological forecasts in assessing operational reserves of groundwater. Myths and Reality. // "Exploration and Conservation of the Earth", 2010 No. 10.

[2] Yazvin L.S. Reliability of hydrogeological forecasts in assessing the operational reserves of groundwater (Methodological recommendations). M., VSEGINGEO, 1972, 149 p.

[3] Andrusevich V.I. Study of the current state of groundwater resources in Kazakhstan// Materials of the International Scientific and Practical Conference (Belarus, Kazakhstan, Russia, Ukraine) Modern problems of studying and assessing the operational resources of drinking groundwater. September 3-5, 2008 Kiev.

[4] Andrusevich V.I., Zheksembaev Yu.M., Iskhakov A.L. "Principles of groundwater exploration on the current market economy conditions" (Hydrogeological Research and Production Company "KazHYDEK")// Proceedings of the international scientific and practical conference "Water: resources, quality, monitoring use and protection of groundwater resources, Almaty, 2008.

[5] Andrusevich V.I., Zheksembaev Yu.M., Rachkov S.I. "Features of exploration and assessment of groundwater operational reserves in artesian basins" (Hydrogeological Research and Production Company "KazHYDEK") // "Geology and conservation of mineral resources", Almaty 2/2004 (11), pp. 46-48.

[6] Dzhazyzbekov N.A., etc. "Report on the results of detailed groundwater exploration for the purpose of reassessing the reserves of the Alma-Ata well field for the groundwater supply of Almaty city with a calculation of elastic reserves as of October 1, 1989", Alma-Ata GGE, 1989

[7] Sotnikov E.V., Ibraimov V.M., Report on the results of the revaluation of the elastic reserves of the Alma-Ata groundwater well -field on the site of wells No. 1421, 1955 and 3654 for domestic and drinking water supply of the residential complex and the cottage town "Solnechnaya Dolina" performed for "BASIS-LUX" LLP in Bostandyksky district of Almaty city (With the calculation of groundwater reserves as of 01.07.2015).

[8] Classification of elastic reserves and prognostic groundwater resources. GKZ RK, Almaty, 1997.

Е. В. Сотников, В. М. Ибраимов

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева»,
Алматы, Казахстан

РАСЧЁТНАЯ ПОТРЕБНОСТЬ В ВОДЕ – КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы низкой достоверности гидрогеологических прогнозов состояния подземных вод в связи с существенным расхождением величины оцененных эксплуатационных запасов подземных вод, состоящих на государственном балансе и учитываемых при прогнозных расчётах, и фактического водоотбора и динамики его изменения во времени. Это приводит к существенному завышению прогнозных понижений уровней по сравнению с их фактическим положением.

Наиболее остро эта проблема стоит в пределах Алматинской городской агломерации. Выбор этого региона в качестве пионерного очевиден для специалистов гидрогеологов. В пределах выделенной территории по состоянию на 2008 г. на государственном балансе состоит около 15% от суммарной величины эксплуатационных запасов подземных вод питьевого качества в Республике. А объём добычи подземных вод в пределах региона составляет около 45%. Такой нагрузки на недра нет ни в одном другом регионе Республики Казахстан.

На основе имеющихся разработок в этом вопросе, предложены пути изменения существующих подходов к гидрогеологическим прогнозам при оценке запасов подземных вод для устранения возникающих несоответствий, т.е. выполнение прогнозирования с учётом реальной, а не завышенной при расчетах динамики водоотбора.

Ключевые слова: эксплуатационные запасы подземных вод, достоверность гидродинамических прогнозов, фактический водоотбор, управление эксплуатацией.

Достоверность гидрогеологического прогнозирования всегда представляла большой интерес, как для самих авторов прогнозов, так и для пользователей ими.

Применительно к задаче оценки эксплуатационных запасов подземных вод достоверность прогнозов определяет, прежде всего:

– возможность добычи необходимого количества воды на весь расчетный срок эксплуатации водозаборного сооружения;

– соответствие величины прогнозных и фактических понижений или глубин динамических уровней подземных вод;

– соответствие качества отбираемой воды прогнозируемому до конца расчетного срока эксплуатации водозаборного сооружения.

В данной статье основной упор направлен на количественную сторону рассматриваемого вопроса, подчеркнув при этом, что надежный и достоверный прогноз – эффективная основа управления недропользованием (эксплуатацией) и основа решения вопросов представления права недропользования для добычи подземных вод новым недропользователям.

Особенно остро эта проблема стоит на участках, эксплуатируемых многими недропользователями: в крупных городах, городских агломерациях, расположенных на площади артезианских бассейнов, межгорных впадин и других участков, там, где эксплуатация подземных вод осуществляется в условиях интенсивного взаимодействия между действующими водозаборами. Еще более интенсивное взаимодействие предполагается между действующими и проектными водозаборами с нагрузкой равной утвержденным запасам подземных вод [1].

В качестве примера рассмотрим Алматинскую городскую агломерацию. Ядром агломерации является один из двух городов республиканского подчинения г. Алматы, население которого по данным на 2016 г. составляет 1 716 779 человек. Общее же население агломерации на 2015 г. составило 2 460,4 тыс. чел.

Вопрос оценки соответствия прогнозов и природы актуален уже около полувека.

По мнению авторов [1] достоверность выполняемых прогнозов, зависит от двух групп составляющих:

- гидрогеологических параметров и граничных условий, принятых в расчетах (гидрогеологические модели) или расчетных схемах;
- проектных расходов расчетных водозаборов и схем их размещения.

Наиболее пристальное внимание гидрогеологов всегда вызывала первая группа вопросов. В настоящее время она решается путем создания гидрогеологических моделей и подбора параметров и граничных условий для достижения соответствия модели и природы в естественных и нарушенных условиях. Вторая группа вопросов обычно серьезно не рассматривается, а в расчетах используются заданные потребности и разработанная авторами схема размещения скважин [1].

В середине 60-х годов XX века Министерством геологии СССР во ВСЕГИНГЕО была поставлена работа по оценке сходимости данных разведки и эксплуатации действующих водозаборов. Эта работа выполнялась по всей территории СССР, а ее результаты в последствии были обобщены в книге Л.С. Язвина «Достоверность гидрогеологических прогнозов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод» [2], которая стала основной его докторской диссертации.

Суть оценки сходимости данных разведки и эксплуатации действующих водозаборов заключалась в следующем:

- при полученных в процессе разведки и подсчете запасов параметрах, и граничных условиях производился расчет водозабора применительно к реальной схеме расположения скважин, с их фактической производительностью;
- расчетное понижение уровня, полученное при подсчете, сопоставлялось с фактическим;
- осуществлялся анализ причин, выявленных при сопоставлении фактических и расчетных понижений уровней.
- осуществлялся анализ причин расхождения прогнозов с данными эксплуатации и выявление основных источников формирования эксплуатационных запасов подземных вод;
- производился выбор оптимальной расчетной схемы на основании анализа данных эксплуатации для переоценки запасов подземных вод.

В результате сравнения расчетных и фактических понижений уровней оказалось, что в большинстве случаев их расчетные значения значительно превышают фактические.

Авторы не ставили перед собой цель рассмотреть все причины указанных расхождений, но главные из них связаны со следующим. Поскольку при откачках при проведении опытно-фильтрационных работ коэффициент пьезопроводности напорных вод получался близким к 10^6 м²/сутки, что соответствовало по существу схеме Тейса (изолированного пласта), расчёты выполнялись формально. В них учитывались, как правило, только геометрические очертания границ, а такие факторы, как перетекание не учитывались. Для устранения этого противоречия было введено понятие «обобщённых» параметров. Чаще всего подбиралось такое значение коэффициента

пьезопроводности (обычно близкое к 10^4 м²/сутки), при котором расчётное и фактическое понижение уровня на расчётный момент совпадали [1].

Таким образом, мы рассмотрели первую часть вопроса – обоснование исходных данных для прогнозирования с целью подсчета (переоценки) эксплуатационных запасов. Это наиболее разработанная часть вопросов прогнозирования. Формально на ее основе и выполняется оценка (переоценка) эксплуатационных запасов. При достаточно обоснованных исходных данных для прогнозирования его достоверность будет соответствовать достоверности исходных данных положенных в основу расчетов, поскольку саму методику и технологию прогнозных расчетов можно признать достаточно обоснованной теоретически, практически и методически [1, 2].

Почему же тогда, сравнивая результаты прогнозных расчётов и фактического положения уровней подземных вод, мы наблюдаем в них существенные расхождения?

Анализ опыта эксплуатации ряда месторождений предгорного шлейфа Заилийского Алатау позволил выделить основные причины такого расхождения. Рассмотрим их более детально:

Первое обстоятельство связано с принятой и действующей в настоящее время методикой подсчета эксплуатационных запасов подземных вод, постановки их на государственный баланс и последующем учете запасов, состоящих на государственном учете при расчете новых водозаборов или переоценке запасов. Существующая практика подсчета эксплуатационных запасов сложилась в 70-80-х годах XX века и сводится к следующему:

- первоочередная потребность;
- перспективная потребность;
- максимально возможный водоотбор.

При региональных оценках сохранилась вышеуказанная схема, при этом оценивается также возможный водоотбор на перспективных участках. Подсчитанные запасы категорий А, В, С₁ и С₂ ставятся на государственный баланс и учитываются в последующих расчетах взаимодействия водозаборов.

Несмотря на то, что зачастую потребности в воде определялись при разработке комплексных схем использования и охраны водных ресурсов, а для конкретных городов и других потребителей рассчитывались головными проектными институтами, они оказались многократно завышенными. Это привело к большому разрыву между заявленными потребностями в воде (утвержденными запасами) и фактическим водоотбором. Соответственно прогноз уровней, выполненный при подсчете запасов имеет весьма значительную разницу с фактическими уровнями, наблюдаемыми в процессе эксплуатации водозаборных сооружений.

Чрезмерно завышенная потребность в воде трудно объяснима. Следует отметить, что использовавшиеся в СССР нормы водопотребления (500 дм³/сутки на 1 чел.) почти в 2,5 раза превышали общеевропейские [2]. Также в 70-80-х годах имело место стремление к наращиванию максимально возможных эксплуатационных запасов на каждом отдельно взятом месторождении.

Второе обстоятельство, обуславливает существенные расхождения между прогнозируемым и фактическим использованием подземных вод и связано со следующим. Водоснабжение городов и групп населенных пунктов планировалось за счет крупных централизованных водозаборов за пределами урбанизированных территорий с ликвидацией одиночных водозаборов в пределах городских территорий и других, экологически неблагоприятных мест. Однако, реальное развитие пошло по другому пути. Разведанные участки, расположенные на удалении от водопотребителей не осваивались, а система одиночных водозаборов развивается и по сей день.

Примером возникновения такой ситуации может служить Алма-Атинское месторождение подземных вод предгорного шлейфа северного склона Заилийского Алатау. Для предотвращения загрязнения подземных вод в пределах города Алматы в 1990 г. ГКЗ СССР было рекомендовано ликвидировать ведомственные водозаборы с переводом предприятий на централизованное водоснабжение. Количество ведомственных водозаборов в пределах Алма-Атинского месторождения с момента предыдущего утверждения эксплуатационных запасов увеличилось и на данный момент составляет порядка 200.

Третье обстоятельство. В Советское время практически во всех городах имели место существенные утечки из магистральных и разводящих сетей, приводящие к непроизводительным потерям, достигающим в среднем около 30 % от общего водоотбора.

В качестве примера рассмотрим систему водоснабжения города Алматы, которая базируется на использовании подземных и поверхностных вод. Эксплуатирующая организация фактически реализует в среднем 65-68 % из поданной воды из всех источников в единую водопроводную сеть города. Потери воды при транспортировке составляют 32-35 %. Из-за старой водопроводной сети порядка 20 % воды фильтруется обратно в водоносный горизонт по всей площади города [5, 6].

С переходом на новую экономическую систему эксплуатирующие организации стали уделять большое внимание мероприятиям по сокращению утечек, промышленные предприятия – переходу на оборотные системы водоснабжения и т.п. Все это привело к не планируемому ранее росту водопотребления, а напротив, к его существенному сокращению.

Для наглядности рассмотрим баланс питьевого водопотребления г.Алматы на 1990-2040 гг. [5,6]. Для этого построим график расчётной потребности мегаполиса, использованной при переоценке эксплуатационных запасов Талгарского месторождения подземных вод с нанесением фактического использования подземных и поверхностных вод (рисунок 1).



Рисунок 1 – График сопоставления проектных и фактических показателей добычи подземных вод и использования поверхностных вод для водоснабжения г. Алматы

Как видно из приведённого графика, суммарная производительность системы водоснабжения имеет тенденцию к сокращению от 1104,6 тыс.м³/сутки в 1990 году до 794,5 тыс.м³/сутки в 2010 г.

Расчётная проектная потребность города в воде к 2040 г. оценивается в 1640,5 тыс.м³/сутки. Сопоставляя расчётную потребность на 2010 г. (1646 тыс.м³/сутки) мы наблюдаем, что она в два раза превышает фактическое потребление.

Рассмотрим результаты анализа опыта эксплуатации Алма-Атинского, Талгарского, Каскеленского, Покровского и Боралдайского месторождений подземных вод, расположенных в пределах предгорного шлейфа северных склонов Заилийского Алатау.

На рисунке 2 приведен график изменения суммарного водоотбора в пределах Алматинской городской агломерации за период 1960-2014 гг.

Из представленного графика видно, что в период с 1960 по 1986 г.г. происходило ступенчатое наращивание водоотбора с 62,46 тыс.м³/сутки до 1005,98 тыс.м³/сутки (в 16 раз). В последствии наблюдается незначительная стабилизация суммарного среднегодового водоотбора в пределах 940 тыс.м³/сутки. Последующий период характеризуется снижением суммарной производительности с 760 тыс.м³/сутки в 1993 г. до 605 тыс.м³/сутки в 2002 г. и его последующей стабилизации в пределах 640 тыс.м³/сутки.

Максимальный суммарный среднегодовой водоотбор по выделенным месторождениям приходится на 1986 г. и составляет 1005,98 тыс.м³/сутки.

Сокращение производительности действующих водозаборов безусловно отразилось и на уровненой поверхности подземных вод. В настоящее время наблюдается восстановление уровня

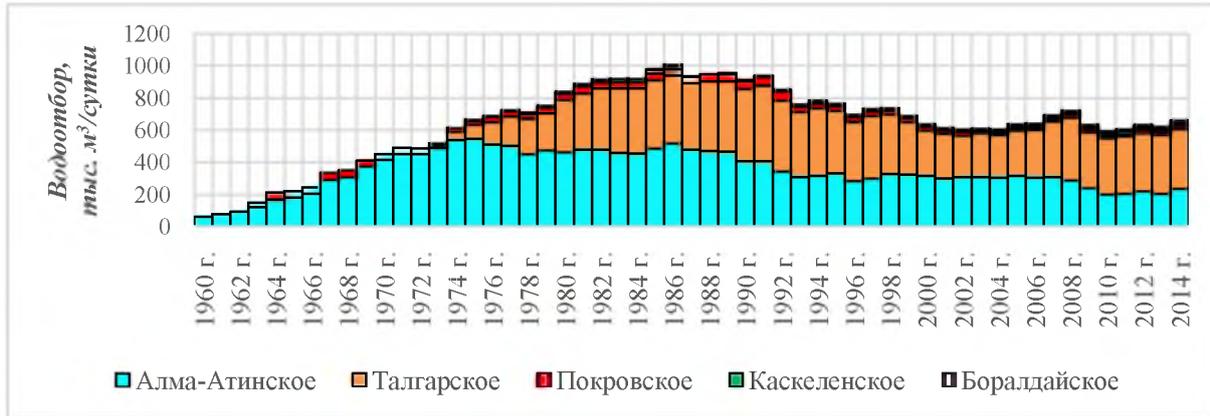


Рисунок 2 – График суммарного водоотбора подземных вод в пределах Алматинской городской агломерации

подземных вод на всей рассматриваемой территории. Особенно актуален этот вопрос в северной части города Алматы, где происходит подтопление застроенных территорий.

Для анализа использования и сопоставления с числящимися на государственном балансе эксплуатационными запасами подземных вод в пределах Алматинской городской агломерации построен нижеследующий график.



Рисунок 3

Как мы видим, даже в периоды максимального водотбора, фактическая производительность в 2,3 раза меньше величины утвержденных эксплуатационных запасов

Для визуального представления доли использования эксплуатационных запасов подземных вод, числящихся на государственном балансе в пределах рассматриваемой территории по состоянию на 2014 г. приведём нижеследующую диаграмму.

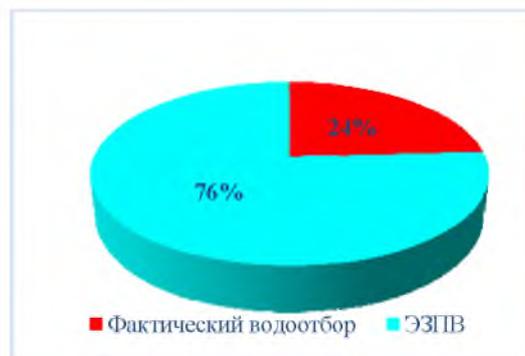


Рисунок 4 – Диаграмма использования числящихся на государственном балансе эксплуатационных запасов подземных вод в пределах Алматинской городской агломерации

Выполненный анализ современного состояния использования подземных вод в пределах предгорного шлейфа Заилийского Алатау показывает, что фактический объём добычи на рассматриваемых месторождениях не достигает расчётных величин. Доля использования утверждённых эксплуатационных запасов в пределах рассматриваемой территории не превышает 24 %.

Необходимо также добавить, что используемые при первоначальной разведке большинства месторождений подземных вод Казахстана расчётные потребности в воде, зачастую принимаются как исходные при их переоценке и в настоящее время, без какого-либо обоснования. Это вновь предопределяет низкую степень достоверности при гидрогеологических прогнозах даже методами математического моделирования.

Таким образом, на основе выполненного анализа наименее достоверной является расчётная потребность в воде. Поэтому, зачастую даже при достаточно высокой достоверности исходных гидрогеологических данных (параметров, граничных условий и т.п.), используемых в прогнозных расчетах эксплуатационных запасов подземных вод, их реальная достоверность оказывается крайне неудовлетворительной.

В результате всё время растёт разрыв между общей величиной подсчитанных и состоящих на государственном балансе эксплуатационных запасов и фактическим водоотбором, что приводит к крайней низкой достоверности прогноза состояния подземных вод по сравнению с наблюдаемым. Это препятствует рациональному освоению недр, особенно в районах с интенсивной эксплуатацией и сложной водохозяйственной обстановкой, так как прогноз оказывается более «жестким» чем, фактически наблюдаемая на протяжении многих десятилетий картина.

Рассмотрим небольшой пример. При переоценке эксплуатационных запасов Алма-Атинского месторождения подземных вод на участке локального водозабора для хозяйственно-питьевого водоснабжения жилого комплекса в юго-западной части города Алматы его производительность была ограничена 1 тыс. м³/сутки при том, что допустимое понижение на участке водозабора составило 75 м, а понижение уровня от работы самих скважин составило 6,7 м. Однако, расчётная срезка уровня от взаимодействия с другими неосвоенными, но стоящими на государственном балансе запасами подземных вод составила примерно в 10 раз больше (64 м), что и привело к существенному ограничению водоотбора на участке водозабора и утверждению части представленных запасов по категории С₂. Глубокое залегание уровня подземных вод обусловило необходимость рекомендовать бурение двух эксплуатационных скважин, взамен действующих по причине осушения верхних интервалов фильтров. При этом возникает необходимость в увеличении глубины скважины с 325 до 400 м.

Перечислим основные последствия, к которым приводит прогнозное завышение водоотбора и глубин уровней подземных вод по сравнению с их реальным состоянием:

1. Предоставление права добычи подземных вод новым недропользователям из более глубоких водоносных горизонтов с увеличением глубины и осложнением конструкции скважин, и как следствие обуславливает повышение затрат на сооружение водозабора;

2. Завышению размеров зон санитарной охраны за счет расчетного увеличения уклонов подземных вод против реального.

3. Поскольку оценка эксплуатационных запасов осуществлялась для максимально возможных понижений уровня, во многих случаях разведка новых водозаборов подземных вод оказывается практически невозможной, так как при учёте взаимовлияния водозаборов на ранее разведанных и новых водозаборов расчётные понижения будут превышать допустимую величину.

4. Соответствующему завышению скоростей миграции при прогнозах изменения качества подземных вод.

5. Завышению негативного воздействия эксплуатации на окружающую среду.

Выводы:

1. В настоящее время возник существенный разрыв между прогнозируемым при оценке эксплуатационных запасов и фактическим состоянием подземных вод. Прогнозные уровни уже в течение многих десятилетий существенно превышают фактические. Это связано с резким несоответствием прогнозного и фактического водоотбора, поскольку подсчитанные и состоящие на государственном учете запасы многократно превышают фактический водоотбор.

2. Наименее достоверными составляющими прогноза являются величина и схемы проектного водоотбора. Поэтому необходимо, учитывать в прогнозах только освоенные или намеченные к освоению эксплуатационные запасы подземных вод.

3. Заявляемые и учитываемые в расчетах потребности в воде являются гигантскими, так как они в большинстве случаев многократно завышены, и никогда не достигались, а в обозримом будущем, как показывает сформировавшаяся в последние десятилетия тенденция динамики водоотбора, не будут использоваться для практических нужд.

4. Для реализации выделенных предложений должны быть внесены соответствующие коррективы в нормативную базу, регламентирующую принципы подсчета и учета запасов подземных вод. В первую очередь требуется внести корректировки в классификацию эксплуатационных запасов, расширив само понятие забалансовых запасов в их общей структуре и отнести к ним все запасы, которые не будут использованы в перспективе.

5. Необходимо принять управленческое решение на уровне ГКЗ Республики Казахстан о переводе ранее разведанных, но не эксплуатируемых месторождений подземных вод в резервный фонд (перевод в забалансовые запасы). С этой целью должен быть выполнен анализ разведанных месторождений подземных вод, запасы которых утверждены ГКЗ СССР и ТКЗ до 1991 г. На основании этого анализа будут выделены две группы месторождений. В первую группу войдут месторождения, по которым истёк срок утверждения запасов. Во вторую – месторождения, по которым срок утверждения запасов еще не завершился, но эксплуатация не планируется до конца этого срока. Эксплуатационные запасы подземных вод по обеим группам которые не будут востребованы переводятся в забалансовые и не учитываются при разведке новых месторождений и участков [5].

6. Необходимо усилить роль мониторинга подземных вод как реальной базы прогнозирования изменения состояния подземных вод, а не только его констатации.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Боровский Б.В., Грабовников В.А. Достоверность гидрогеологических прогнозов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод. Мифы и реальность. Журнал «Разведка и Охрана недр». 2010 г. № 10.

[2] Язвин Л.С. Достоверность гидрогеологических прогнозов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод (Методические рекомендации). М., ВСЕГИНГЕО, 1972, 149 с.

[3] В.И. Андрусевич. Современное состояние изучения ресурсов подземных вод в Казахстане. Материалы международной научно-практической конференции (Беларусь, Казахстан, Россия, Украина) Современные проблемы изучения и оценки эксплуатационных ресурсов питьевых подземных вод. 3-5 сентября 2008 г. Киев.

[4] В.И. Андрусевич, Ю.М. Жексембаев, А.Л. Исхаков. «Некоторые принципы разведки подземных вод в современных условиях рыночной экономики» (Гидрогеологическая научно-производственная и проектная фирма «КазГИДЭК»). Труды международной научно-практической конференции «Вода: ресурсы, качество, мониторинг, использование и охрана подземных вод», г. Алматы, 2008 г.

[5] В.И. Андрусевич, Ю.М. Жексембаев, С.И. Рачков. «Особенности разведки и оценки эксплуатационных запасов подземных вод в артезианских бассейнах» (Гидрогеологическая научно-производственная и проектная фирма «КазГИДЭК»). Журнал «Геология и охрана недр». г. Алматы 2/2004 (11) С -46-48.

[6] Джазылбеков Н.А. и др. «Отчет о результатах детальной разведки подземных вод с целью переоценки запасов Алма-Атинского месторождения для водоснабжения г.Алма-аты с подсчетом запасов по состоянию на 1 октября 1989 г.» Алма-Атинская ГТЭ.1989 г.

[7] Сотников Е.В., Ибраимов В.М., Отчёт о результатах переоценки эксплуатационных запасов Алма-Атинского месторождения подземных вод на участке скважин №№ 1421, 1955 и 3654 для хозяйственно-питьевого водоснабжения жилого комплекса и коттеджного городка «Солнечная долина» ТОО «БАЗИС-ЛЮКС» в Бостандыкском районе города Алматы

(с подсчётом запасов подземных вод по состоянию на 01.07.2015 г.).

[8] Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. ГКЗ РК. Алматы, 1997.

Е. В. Сотников, В. М. Ибраимов

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

**СУГА ЕСЕПТІК СҰРАНЫС – ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ПАЙДАЛАНУ
ҚОРЛАРЫН БАҒАЛАУ КЕЗІНДЕ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ
СЕНІМДІЛІГІНЕ ӘСЕР ЕТЕТІН НЕГІЗГІ ФАКТОР**

Аннотация. Мақалада мемлекеттік баланстағы және болжамдық есептеулер кезінде ескерілетін жерасты суларының бағаланған пайдалану қорларының айтарлықтай айырмасына байланысты олардың күйін және фактілік суалу мен олардың уақыт бойынша өзгеру динамикасын гидрогеологиялық болжаудың сенімсіздігі мәселесі қарастырылады. Бұл жағдай деңгейлердің болжамдық төмендеулерінің олардың нақты жағдайымен салыстырғанда елеулі артуына әкеледі.

Бұл проблема Алматы қаласы маңындағы агломерация шегінде көп кездеседі. Бұл аймақтың алғашқы ретінде тандалуы гидрогеолог мамандар үшін белгілі. Берілген аймақ территориясында 2008 жылдағы күйі бойынша Республикадағы ауыз су сапасындағы жерасты суларының пайдалану қорларының шамамен 15 % мемлекеттік баланста. Ал осы аймақ шегінде жерасты суларын өндіру 45 % құрайды. Республиканың басқа аймақтарында жер қойнауына бұндай әсер келтірілмейді.

Осы мәселе бойынша қорытынды негізінде жерасты суларының қорларын бағалау кезіндегі гидрогеологиялық болжаулардың қазіргі әдістерін өзгерту ұсынылады, яғни суалу барысын есептеу кезінде болжауды бұрмаламай нақты ретінде орындау ұсынылады.

Түйін сөздер: жерасты суларының пайдалану қорлары, гидродинамикалық болжамдардың сенімділігі, фактілік су алу, пайдалануды басқару.