



**В.Ю. Абрамов**  
канд. геол.-мин. наук  
ЗАО ГИДЭК  
главный специалист  
abramov@hydec.ru



**Б.В. Боревский**  
д-р геол.-мин. наук, профессор  
Почетный разведчик недр  
Заслуженный геолог РФ  
лауреат Государственных премий СССР, РСФСР,  
Республики Татарстан  
ЗАО ГИДЭК  
генеральный директор  
info@hydec.ru



**Г.Е. Ершов**  
канд. геол.-мин. наук  
ЗАО ГИДЭК  
главный научный сотрудник  
заместитель генерального директора  
ershov@hydec.ru



**А.Л. Язвин**  
канд. геол.-мин. наук  
ЗАО ГИДЭК  
главный научный сотрудник  
alyazvin@hydec.ru

# Опыт переоценки запасов и прогнозных ресурсов минеральных вод Ессентукского и Бештаугорского месторождений

*Рассмотрены вопросы оценки запасов и ресурсного потенциала минеральных подземных вод в регионе Кавказских Минеральных Вод. Приводятся результаты переоценки запасов Ессентукского и Бештаугорского месторождений, выполненной ЗАО ГИДЭК в 2007–2010 гг. на основе анализа многолетнего опыта их разведки, освоения и эксплуатации, материалов длительного группового опытно-эксплуатационного выпуска, разработки баз данных и математического моделирования. Предлагаются методические подходы к проведению работ и оценке запасов подземных вод для гидрогеологических условий 4 группы сложности*

*We consider estimation of reserves and resource potential of the mineral underground waters in the region of Caucasian Mineral Waters. Given the results of the inventory revaluation Essentuky and Beshtaugorsky mineral waters deposits, developed by GIDEK in 2007-2010, based on the analysis of long-term experience of exploration, development and operation, materials of long experimental group-operational issue, database development and mathematical modeling. Methodical approaches to the conduct of work and assessing groundwater resources for hydro-geological conditions 4 groups of complexity*

**Ключевые слова:** Кавказские Минеральные Воды, переоценка запасов, математическое моделирование, анализ опыта эксплуатации, 4 группа сложности

**Keywords:** Caucasian Mineral Water, revaluation reserves, mathematical modeling, analysis of operating experience, 4 group of difficulty

**О**собо охраняемый эколого-курортный регион – Кавказские Минеральные Воды (КМВ) – расположен на северном склоне Главного Кавказского хребта в двух орографических областях – системе куэст северного склона Большого Кавказа на юге и Минераловодской полого-наклонной равнине – на севере. Здесь находятся крупнейшие месторождения минеральных подземных вод, на базе которых возникли курорты Кисловодск, Пятигорск, Железноводск и Ессентуки.

Геолого-гидрогеологические условия региона определяются крайне сложной структурно-тектонической обстановкой, исключительно высокой неоднородностью фильтрационных свойств и изменчивостью зон повышенной трещиноватости, неопределенными газогидрохимическими и геотермическими условиями.

Одной из наиболее сложных является проблема формирования углекислых минеральных вод Ессентукского и Бештаугорского месторождений, в первую очередь, наиболее популярных вод Ессентукского типа – Ессентуки-4 и Ессентуки-17. Эту проблему на протяжении почти 200 лет с той или иной детальностью рассматривали крупнейшие гидрогеологи России и Советского Союза в области изучения минеральных вод и не пришли к единой точке зрения [3–11].

Месторождения минеральных вод КМВ эксплуатируются с XIX в. Разведка подземных вод (в современном понимании термина) впервые была выполнена в конце 1930-х гг., изучение Нагутского гидрогеологического района началось в 1950-х гг. С тех пор результаты оценки (переоценки) запасов месторождений, выполняемой при проведении поисково-разведочных работ и анализе опыта эксплуатации водозаборов, многократно представлялись на рассмотрение государственной экспертизы. Во многом благодаря опыту разведки и эксплуатации месторождений КМВ в Классификацию запасов была введена четвертая группа сложности – месторождения с уникально сложными условиями.

В 2007–2012 гг. ЗАО ГИДЭК была выполнена переоценка запасов крупнейших в стране Ессентукского и Нагутского месторождений минеральных подземных вод, а также ряда других месторождений региона КМВ (Бештаугорское, Нижнебалковское).

Наиболее показательным является опыт изучения Ессентукского и расположенного в непосредственной близости к нему Бештаугорского месторождений, которые характеризуются наличием 4 продуктивных водоносных горизонтов, развитием различных типов минераль-

ных вод, большим количеством участков добычи и длительным периодом эксплуатации.

### **Результаты подсчета и экспертизы эксплуатационных запасов минеральных вод**

Разведка подземных вод в современном понимании термина впервые была выполнена в 1938–1941 гг., а государственная экспертиза результатов проведена в 1947 г. Северо-Кавказской ТКЗ. Запасы оценивались и были утверждены на основе данных опыта эксплуатации, в цифрах существующего водоотбора.

К этому моменту отбор производился только на Центральном участке – из эльбурганского (датско-зеландского) горизонтов (с XIX в.) и верхнемелового горизонта (с 1935 г.).

В 1950 г. представленные на экспертизу эксплуатационные запасы подземных вод (ЭЗПВ) Центрального участка утверждены не были, как и при следующем рассмотрении материалов – в 1955 г. (ГКЗ СССР). В качестве основных причин отклонения ЭЗПВ назывались отсутствие научного обоснования подсчета и анализа режима минеральных вод, недостаточность приведенных материалов. ГКЗ СССР запасы Центрального участка были утверждены только в 1956 г. и практически соответствовали расходам, с которыми эксплуатировались скважины в период проведения работ.

В 1955 г. на рассмотрение в ГКЗ были представлены ЭЗПВ, подсчитанные на открытом в результате поисковых и разведочных работ Новоблагодарненском участке. Суммарная величина (850 м<sup>3</sup>/сут.) утвержденных ГКЗ запасов воды типа Ессентуки-17 была получена в результате механического суммирования дебитов 3 ступеней опытного выпуска из скв. 46.

В 1956 г. в ГКЗ проведено новое рассмотрение материалов по Новоблагодарненскому участку, дополненных данными длительного выпуска с расходом 100 м<sup>3</sup>/сут. По его результатам авторами был сделан вывод об отсутствии влияния на Центральный участок. Экспертиза, высказав ряд существенных замечаний, вновь не утвердив запасы по скв. 48 и 1-бис, тем не менее, оставила без изменений принятую годом ранее величину ЭЗПВ по скв. 46. Подчеркнем явное несоответствие между расходом опытного выпуска (100 м<sup>3</sup>/сут.), данными которого обосновано отсутствие влияния на Центральный участок, и величиной запасов (850 м<sup>3</sup>/сут.).

Принятая величина запасов воды типа Ессентуки-4 (скв. 49, 250 м<sup>3</sup>/сут.) соответствовала расходу кратковременного выпуска, проведенного в процессе проходки скважины. Дли-

тельные выпуски в процессе рассмотренных работ не проводились.

В 1960–1980 гг. по результатам опытных выпусков были утверждены запасы по Средне-Ессентукскому участку (титонско-валанжинский горизонт, скв. 1-КМВ-бис, выпуск 1962–1965 гг.) и Центрально-Бештаугорскому участку (скв. 2-Б и 66, выпуск 1976 г.), а также по южному блоку Центрального участка (скв. 57-рз-бис, выпуск 1984–1987 гг.).

Следует отметить, что расчетный срок эксплуатации в протоколе 1966 г. (Средне-Ессентукский участок), как и в предшествующих протоколах, не определялся, а в протоколах 1977 г. (Центрально-Бештаугорский участок) и 1988 г. (южный блок Центрального участка) годов был установлен в размере 50 лет.

Накопленный к 1980-м гг. опыт разведки и разработки месторождений позволил сделать вывод о невозможности долговременного прогноза эксплуатации подземных вод. Поэтому, начиная с 1988 г., все запасы утверждаются ГКЗ на срок не более 10 лет, а с 2004 г. – 5 лет.

При этом, вследствие изменений классификации ЭЗПВ (редакция 1983 г.), начиная с 1988 г., понижаются категории, по которым квалифицируются запасы. Степень изученности даже на участках действующих водозаборов признается несоответствующей категории А, все утверждаемые ГКЗ запасы относятся к категории В.

В 1993 г. на рассмотрение ГКЗ были представлены результаты переоценки ЭЗПВ Ессентукского и Бештаугорского месторождений, подсчет базировался на данных опыта эксплуатации. Запасы определялись на основе анализа временных графиков приведенных понижений – стационарная форма графиков являлась основанием для оценки ЭЗПВ в объеме средних водоотборов.

В целом утвержденные ГКЗ в 1993 г. величины запасов были приняты «равными среднегодовым значениям дебитов скважин, фактически наблюдавшимся в условиях стабильного режима эксплуатации». В результате были существенно уменьшены запасы не только по эльбурганскому и верхнемеловому горизонтам (Центральный и Новоблагодарненский участки), но и по аптско-нижеальбскому (скв. 2-Б, Центрально-Бештаугорский участок) и титонско-валанжинскому (скв. 1-КМВ-бис, Средне-Ессентукский участок) горизонтам.

Величина снижения составила:

- по датско-зеландскому горизонту – 9,3 м<sup>3</sup>/сут. (с 53 м<sup>3</sup>/сут. до 43,7 м<sup>3</sup>/сут.);
- по верхнемеловому – 1230 м<sup>3</sup>/сут. (с 1600 м<sup>3</sup>/сут. до 370 м<sup>3</sup>/сут.);

- по апт-нижеальбскому – 110 м<sup>3</sup>/сут. (с 350 м<sup>3</sup>/сут. до 240 м<sup>3</sup>/сут.);

- по титонско-валанжинскому – 100 м<sup>3</sup>/сут. (с 200 м<sup>3</sup>/сут. до 100 м<sup>3</sup>/сут.).

В 2000–2006 гг. была проведена оценка ЭЗПВ на вновь выделенных участках Ессентукского и Бештаугорского месторождений. Подсчет запасов базировался на результатах опытных выпусков, заявленной целью которых, как правило, являлось достижение стабильного гидродинамического и гидрогеохимического режимов. Были проведены исследования на следующих участках: Бугунтинский (выпуск 1999–2001 гг.), Западно-Быкогорский (2002–2003 гг.), Горный (2002–2004 гг.), Винсадский (2003–2004 гг.), а также Быкогорский (2000–2002 гг.), Западно-Бештаугорский (1999–2000 гг.), Южно-Бештаугорский (2001–2002 гг.). ЭЗПВ трех последних участков были утверждены Северо-Кавказской РКЗ (2000 и 2002 гг.), остальных – ГКЗ МПР РФ (2004 г., 2006 г.г.). При проведении экспертизы высказывались сомнения по поводу отнесения Горного, Западно-Быкогорского и Бугунтинского участков к Ессентукскому месторождению.

В те же годы была проведена переоценка запасов на «старых» участках, результаты которой также (одновременно с «новыми» участками) рассматривались в ГКЗ (2004 г.). Однако экспертиза от утверждения ЭЗПВ воздержалась, поскольку «по имеющимся данным мониторинга подтвердить или переоценить ранее утвержденные запасы не представляется возможным», пролонгировав при этом действие старых протоколов до конца 2009 г.

#### **Основные положения методики переоценки запасов месторождений в 2007–2012 гг.**

В 2007–2010 г. ЗАО ГИДЭК была выполнена переоценка запасов Ессентукского и Бештаугорского месторождений минеральных подземных вод. Постановка работ и общие положения методики их проведения определены рекомендациями ГКЗ МПР России, изложенными в протоколе № 970 от 01.12.2004.

Сложной организационной проблемой выполнения работ на Ессентукском и Бештаугорском месторождениях являлось то, что на территории исследований находится 11 лицензионных участков (8 на территории Ессентукского месторождения и 3 на территории Бештаугорского), принадлежащие 7 различным недропользователям, при этом на участках эксплуатируются 4 водоносных комплекса.

Переоценка запасов минеральных вод, по рекомендации ГКЗ РФ, выполнялась одно-

временно для всей территории исследований, необходимо также было оценить взаимовлияние месторождений с граничащими с ними Нагутским, Кисловодским и Железноводским месторождениями минеральных вод.

Методика работ и последующей переоценки запасов была основана на разработке четырех основных направлений:

- сборе гидрогеологической информации и данных мониторинга при эксплуатации месторождений в многолетнем разрезе;
- организации и проведении одновременной двухлетней опытно-промышленной эксплуатации участков и анализе ее результатов;
- создании компьютерной фактологической и картографической базы данных и анализе с ее помощью данных мониторинга и опытной эксплуатации;
- обосновании численной гидрогеологической модели месторождений и выполнении на ней диапазонного анализа балансовых составляющих и взаимовлияния месторождений и отдельных участков.

Переоценка запасов потребовала необычно большого объема камеральных работ, включающих в себя сбор, изучение и анализ ранее выполненных разведочных работ и результатов эксплуатации за более чем полувековой период. Значительно облегчили решение данной задачи обобщающие работы ОАО Кавказгидрогеология по оценке ресурсного потенциала пресных и минеральных подземных вод района КМВ [Тимохин В.Г. и др., 2004, 2006]. Помимо обобщения, анализа и переинтерпретации большого фактического материала, были изучены и обобщены многочисленные отчеты, результаты научных исследований, опубликованные в различных статьях и монографиях.

Основной базой для оценки запасов минеральных вод явились результаты опытно-промышленной эксплуатации 2008–2009 г. с водоотбором в объеме утвержденных запасов, а на последнем этапе в объеме заявленной потребности.

Опытная эксплуатация проводилась по единой методике в рамках общей разработанной ЗАО ГИДЭК «Программы...», что позволило унифицировать результаты наблюдений за водоотбором, напорами (уровнями) и газохимическим составом извлекаемых минеральных вод, а также методику их первичной обработки. Проведением полевых работ на Эссентукском и Бештаугорском МПВ руководил А.В. Федоров.

Основная организационная задача, поставленная Программой и в основном решенная к декабрю 2007 г., заключалась в том, чтобы мониторинг подземных вод Эссентукского и Беш-

таугорского месторождений представлял собой единую для всех эксплуатационных участков систему наблюдений за величиной водоотбора, гидродинамическим и гидрохимическим режимом минеральных вод, их температурой и газонасыщенностью. Кроме этого, эта система включала проводимые ОАО Кавминкурортресурсы на своих метеостанциях наблюдения за основными климатическими факторами (осадки, атмосферное давление и др.), определяющими особенности естественного режима подземных вод в районе исследований, и, что очень важно, контроль технического состояния всей наблюдательной сети, состоящей в данном случае не только и не столько из наблюдательных, а в основном из 25 эксплуатационных скважин. Одновременно с мониторингом эксплуатационных скважин проводились наблюдения по ведомственной и опорной наблюдательной сети (по последней с учащенными по сравнению с регламентом государственного мониторинга наблюдениями).

Поскольку опытная эксплуатация проводилась одновременно на 8 участках недр на Эссентукском ММВ и 3 участках недр на Бештаугорском ММВ с единовременным водоотбором из 4 водоносных горизонтов (титонско-валанджинского, нижнемелового, верхнемелового и датско-зеландского (эльбурганского)), то мониторинг наблюдательной сети был направлен не только на изучение режима эксплуатации на участках добычи, но и на установление степени взаимодействия отдельных участков недр между собой и с другими близрасположенными месторождениями минеральных вод региона КМВ, а также 4 эксплуатируемых водоносных горизонтов.

После первичной компьютерной обработки и первичного анализа результатов эксплуатации (опытно-эксплуатационных выпусков), выполняемой ЗАО ГИДЭК, принималось решение о возможности перехода на следующую ступень выпуска и выдавались соответствующие рекомендации недропользователям.

Как известно, высокие температуры и газонасыщенность подземных вод нижнемелового и титонско-валанджинского водоносных горизонтов приводят к искажению измеряемых величин напоров, что потребовало расчета соответствующих поправок и учета их при анализе распределения напоров по площади и разрезу, а также использования при построении и калибровке математической модели оцениваемых месторождений.

Огромный объем фактического материала обусловил необходимость создания фактогра-

фической и картографической баз данных, использованных затем при построении графиков наблюдений за режимом опытных выпусков и эксплуатации и их сопоставлении, построении специальных карт и т.п.

В связи с изложенным потребовалась специальная разработка методик отдельных видов камеральных работ:

- создания компьютерной фактографической и картографической баз данных;
- определения (расчета) приведенных напоров подземных вод с учетом поправок на термогазlift;
- построения схематических карт (карт-схем) гидроизопьез;
- построения гидрохимических карт;
- математического моделирования.

Одним из основных вопросов при подсчете эксплуатационных запасов подземных вод Эссентукского и Бештаугорского месторождений являлась оценка возможности взаимовлияния водозаборов. Она базировалась на совместном анализе нескольких групп материалов, основными из которых являлись:

- данные о гидродинамическом режиме по эксплуатационным скважинам при проведении выпуска 2008–2009 гг. и их сопоставление с данными ранее проведенных работ;
- данные о гидродинамическом режиме по наблюдательным скважинам, расположенным вне эксплуатируемых участков недр;
- результаты численного геофильтрационного моделирования

Следует признать, что несмотря на очевидную приближенность геофильтрационной модели к реальным природным условиям, такие вопросы как оценка ресурсного потенциала оцениваемых месторождений и его отдельных составляющих на базе количественной оценки балансовых составляющих источников формирования запасов, а также масштабов взаимодействия отдельных месторождений и их участков между собой не могут быть разрешены другим способом.

Надежная оценка взаимодействия отдельных участков и водоносных горизонтов между собой гидродинамическим методом, в т.ч. методом моделирования, затруднена сложным структурно-тектоническим строением водовмещающей среды (трещинно-жильный характер подземных вод), определяющим блоковый характер месторождений. При этом отдельные блоки могут быть как активно связаны между собой проводящими разломами (трещинами), так и гидравлически разобщены барражирующими разломами, местоположение и параметры которых могут быть уточнены либо по на-

блюдательным скважинам (которых явно недостаточно) либо гипотетически.

Тем не менее, детальная характеристика генезиса трещиноватости и имеющиеся данные по пробуренным скважинам позволили решить эти вопросы при моделировании пусть и со значительной степенью приближения. Во всяком случае, возможный масштаб взаимодействия был оценен в разных вариантах условий взаимосвязи месторождений между собой. При недостаточности или дискуссионности имеющейся информации о взаимосвязи различных месторождений между собой по тектоническим ослабленным зонам вопросы их возможного взаимовлияния были решены вариантно для Кисловодского и Нагутского месторождений при предпосылках *наличия* и *отсутствия* их прямой связи между собой по таким зонам.

Конкретные же вопросы количественной оценки возможной величины водоотбора и расчетных понижений уровня на каждом из участков в данных сложнейших геолого-гидрогеологических условиях достаточно надежно решаются только гидравлическим методом на базе достигнутых результатов при совместном эксплуатационном водоотборе на всех участках в объеме заявленной потребности в воде.

Возможность экстраполяции достигнутых результатов опытной эксплуатации по величине расхода и понижения уровня может быть оценена только на базе результатов моделирования в пределах расчетного баланса подземных вод в сочетании с гидравлической оценкой предполагаемых результатов. При отсутствии стабилизации напоров в процессе эксплуатационного водоотбора экстраполяция прогнозных положений уровня возможна по данным достигнутых закономерностей их изменения в процессе опытной эксплуатации.

При всей важности количественных прогнозов величины расходов и понижений уровня в условиях совместной эксплуатации 11 участков и 4 водоносных горизонтов на первом месте при подсчете запасов минеральных вод находится прогноз неизменности или возможных изменений их качества в пределах установленных кондиций.

Была принята следующая методика подсчета запасов при их переоценке по Эссентукскому и Бештаугорскому месторождениям.

1. За основу принимается подсчет запасов гидравлическим методом по результатам опытно-промышленной эксплуатации 2008–2009 гг., достигнутым на конечном этапе работ.

2. Полученные результаты дополнены и сопоставлены с результатами длительной экс-

плуатации «старых» участков и ранее проведенных опытных работ.

3. Эксплуатационные возможности (рабочие дебиты) скважин оценены по результатам опытных работ и эксплуатации.

4. Прогнозные уровни (понижения уровня) обоснованы результатами опытной эксплуатации на участках, на которых был достигнут стационарный режим: все участки, эксплуатирующие титонско-валанжинский и аптско-нижеальбский горизонт, а также Западно-Быкогорский и Горный участки верхнемелового горизонта и скважины эльбурганского горизонта за исключением скв. 33-бис, 36-бис, 39-бис.

5. По верхнемеловому и эльбурганскому горизонтам по Центральному, Винсадскому и Новоблагодарненскому участкам по скважинам, в которых стационарный режим достигнут не был, прогнозные уровни обоснованы полученными результатами с учетом их временной экстраполяции по данным достигнутых закономерностей их временных изменений.

6. Условия взаимодействия отдельных участков между собой, оцениваемых водонос-

ных горизонтов и оцениваемых месторождений обоснованы данными мониторинга наблюдательной сети, выявленными закономерностями изменений уровней при эксплуатации и опытно-промышленной эксплуатации 2007–2009 гг., а также результатами моделирования.

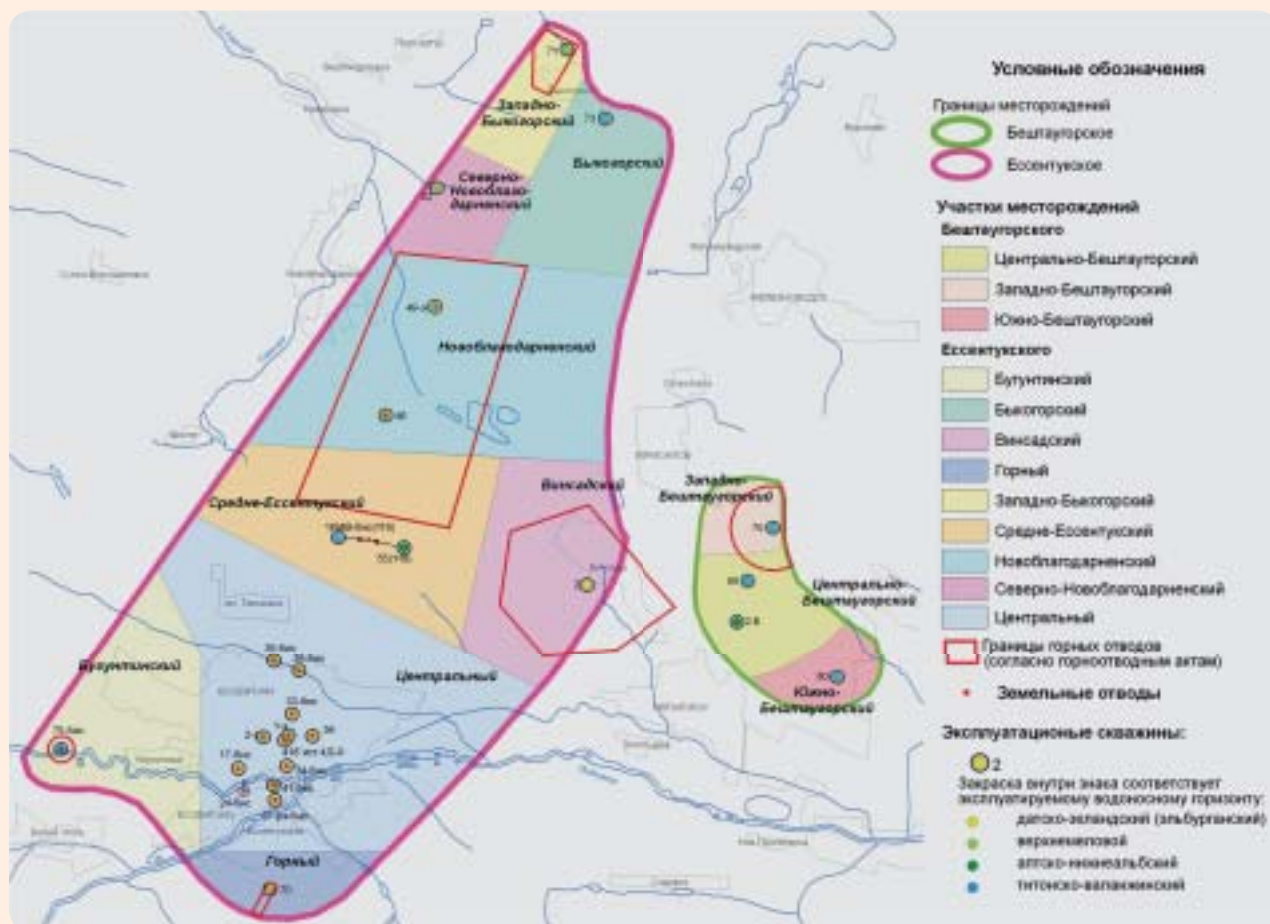
7. При стационарном газо-гидрохимическом режиме сохранения качества минеральных вод в пределах кондиций в основу прогноза положены достигнутые результаты; при нестационарном – достигнутые закономерности временных изменений (тренда) нестабильных компонентов газового и химического состава.

8. Ресурсный потенциал минеральных вод Эссентукского и Бештаугорского месторождений оценен по результатам математического моделирования и характеризует потенциальную возможность прироста запасов по отдельным эксплуатируемым участкам и водоносным горизонтам.

9. Категоризация запасов минеральных вод выполнена в соответствии с требованиями «Классификации...», утвержденной в 2007 г. и Методических рекомендаций по ее применению.

10. Ресурсная обеспеченность подсчитанных запасов минеральных вод обоснована данными математического моделирования и

**Рис. 1.**  
Границы участков Эссентукского и Бештаугорского месторождений



рассчитанным по его результатам балансом подземных вод.

### Основные выводы и результаты переоценки запасов

1. Эссентукское месторождение минеральных вод является месторождением полиминеральных вод, приуроченным к многопластовой водоносной системе, включающей в себя титонско-валанжинский, аптско-альбский, верхнемеловой и датско-зеландский (эльбурганский) горизонты.

К этой системе приурочены подземные воды разнообразного газогидрохимического состава – от пресных до соленых, химический облик которых обязан углекислотному выщелачиванию. Знаменитые бренды – Эссентуки-17 и Эссентуки-4 являются лишь одними из, безусловно, наиболее ценных типов минеральных вод, добываемых в пределах месторождения. Название месторождения имеет чисто географическое происхождение, также как и названия других месторождений минеральных вод КМВ.

2. Отдельным и весьма важным вопросом является обоснование границ оцениваемых месторождений. В качестве главных критериев при их выделении были приняты структурно-тектонический и газогидрохимический факторы. Границы Эссентукского месторождения, проведенные по границам Кисловодско-Кумагорской тектонической зоны, подтверждены газогидрохимическими данными: изолиния концентрации  $CO_{2\text{сумм}} > 0,5$  по титонско-валанжинскому горизонту совпадает с этой границей.

Бештаугорское месторождение находится в пределах юго-западного склона горы Бештау, на площади Минераловодского интрузивного района, у его юго-западной границы. Его границы определяются Бештаугорской зоной повышенной тектонической трещиноватости осадочных пород, приуроченной к полукольцевым разломам интрузива Бештау.

Границы между участками месторождений были проведены условно по поверхности земли без учета возможности наложения границ горных отводов при эксплуатации разноточных водоносных горизонтов на соседних участках. Принятые границы месторождений приведены на *рис. 1*.

3. Ресурсная база минеральных вод рассматриваемых месторождений формируется за счет инфильтрационного питания в области выхода продуктивных водоносных горизонтов на дневную поверхность или под четвертичные отложения за пределами границ месторождений, а также поступления сверхкритического газожидкостного флюида  $H_2O$  и

$CO_2$  из кристаллического фундамента в пределах Минераловодского интрузивного района по кольцевым и оперяющим разломам вокруг гор-лакколитов (прежде всего Бык и Бештау), а также тектоническим разломам фундамента, затрагивающим полностью или частично мезо-кайнозойскую толщу и активным в современную геологическую эпоху. Последняя составляющая и является так называемой «коренной струей», определяющей формирование термогазохимического состава минеральных вод [1, 2]. Кисловодско-Кумагорская тектоническая зона растяжения, к которой приурочено Эссентукское месторождение, представляет собой региональную дрену, для окружающей территории по всем рассматриваемым горизонтам, но особенно важное место занимает здесь Эссентукско-Новоблагодарненская зона повышенной тектонической трещиноватости.

Областью формирования запасов минеральных вод Бештаугорского месторождения являются окрестности горы Бештау.

4. Обращает на себя внимание несоответствие продуктивности скважин и ресурсной базы отдельных участков месторождений, особенно по эльбурганскому и верхнемеловому водоносным горизонтам, в которых фактическая производительность скважин вследствие высокой трещиноватости пород в зонах тектонических нарушений значительно превышает возможности эксплуатационного водоотбора на отдельных участках (Новоблагодарненский и Центральный участки Эссентукского месторождения).

Это свидетельствует о затрудненных условиях питания подземных вод со стороны выходов водовмещающих пород на дневную поверхность или под четвертичные отложения.

В сложнейших условиях оцениваемых месторождений 4 группы сложности достоверная количественная оценка основных источников формирования ресурсов минеральных вод не представляется возможной. Однако разработанная локальная геофильтрационная модель района Эссентукского и Бештаугорского месторождений позволила дать приближенную количественную оценку баланса подземных вод и отдельных его составляющих как по обоим месторождениям, так и по их отдельным участкам. По модельным оценкам на Эссентукской группе эксплуатационных участков приток газо-водяного флюида из отложений фундамента составил  $1007 \text{ м}^3/\text{сут.}$ , по Бештаугорскому месторождению –  $500 \text{ м}^3/\text{сут.}$

5. Согласно установленным границам, все участки, ранее отнесенные к Эссентукскому ММВ и состоящие на государственном учете (Центральный, Средне-Эссентукский, Бугун-

тинский, Западно-Быкогорский и Горный), действительно являются участками этого месторождения.

Дополнительно к Эссентукскому ММВ отнесены Быкогорский и Винсадский участки, также расположенные в пределах Кисловодско-Кумагорской зоны и выводящие из титон-валанжинского ВГ углекислые воды. Кроме того, Быкогорский участок расположен у подножия горы Бык в условиях, совершенно аналогичных Западно-Быкогорскому, в ядре одного из основных источников поступления углекислого газа из кристаллического фундамента.

6. Продолжение в течение 8 месяцев опытно-промышленной эксплуатации верхнемелового и датско-зеландского водоносных горизонтов подтвердило выводы и прогнозы авторов о сохранении газогидрохимического состава добываемых минеральных вод в течение 10-летнего периода, на которые были утверждены их запасы.

Даже в скважинах 57-рз, 46-э и 71, по которым ранее отмечался нестационарный газогидрогеохимический режим, в процессе продолжения ОПЭ наблюдалась его стабилизация.

7. В процессе проведенной совместной опытно-промышленной эксплуатации всех участков

Эссентукского и Бештаугорского МПВ полностью подтвердились состоящие на государственном учете запасы минеральных вод по всем участкам этих месторождений, а также запасы дополнительно отнесенного к Эссентукскому ММВ Быкогорского участка (*табл. 1*).

8. Результаты ОПЭ подтвердили возможность увеличения расходов опытных выпусков до заявленных недропользователями потребностей.

При этом суммарный прирост запасов по наиболее проблемным верхнемеловому и датско-зеландскому горизонтам крайне осторожен как по абсолютным, так и по относительным величинам по отношению к запасам, состоящим на госучете.

По верхнемеловому горизонту прирост запасов составил 79 м<sup>3</sup>/сут. или 16%, в т.ч. по Центральному и Новоблагодарненскому участкам их суммарный объем даже несколько ниже ранее оцененных. Прирост по датско-зеландскому (эльбурганскому) ВГ на Центральном участке – 5,8 м<sup>3</sup>/сут. или 13% (без учета скв. 24-бис-1).

9. По титонско-валанжинскому горизонту возможность прироста запасов на Эссентукском месторождении на 192 м<sup>3</sup>/сут. (или 74%

### Эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы подземных вод (м<sup>3</sup>/сут.) Эссентукского и Бештаугорского месторождений

Таблица 1

Участок	Горизонт	Ресурсный потенциал	ЭЗПВ	Прогнозные ресурсы
<b>Эссентукское месторождение</b>				
Центральный	P1d-sl	62	61.5	
	K2	280	200	80
	J3tt-K1v	150		150
Винсадский	P1d-sl	40	30	10
Новоблагодарненский	K2	160	145	15
Горный	K2	100	100	
Западно-Быкогорский	K2	120	120	
Средне-Эссентукский	K2	100		100
	K1a-al1	600	175	425
	J3tt-K1v	200	100	100
Бугунтинский	K1a-al1	300	195	105
	J3tt-K1v	100	65	35
Быкогорский	K1a-al1	300		300
	J3tt-K1v	300	285	15
Северно-Новоблагодарненский	K2	100		100
<b>Бештаугорское месторождение</b>				
Центрально-Бештаугорский	K1a-al1	240	240	
	J3tt-K1v	250	250	
Западно-Бештаугорский	J3tt-K1v	115	115	
Южно-Бештаугорский	J3tt-K1v	21	21	
Всего		3538	2102.5	1435

**Примечание:** решением ГКЗ Винсадский участок исключен из контуров Эссентукского месторождения и выделен в самостоятельный участок подземных минеральных вод



к ранее оцененным 258 м<sup>3</sup>/сут.) полностью подтверждена результатами ОПЭ, большим ресурсным потенциалом этого горизонта и обоснованным отсутствием взаимодействия с другими месторождениями, в частности с Кисловодским, опасность которого была причиной ограничения водоотбора из этого горизонта на Эссентукском ММПВ, а если рассматривать Эссентукское и Бештаугорское совместно – на 213,7 м<sup>3</sup>/сут. или 34% к сумме ранее утвержденных – 622,3 м<sup>3</sup>/сут. При оценке степени возможностей дегазации за счет выпуска из титонско-валанджинского горизонта оба месторождения следует рассматривать совместно.

10. Учитывая незначительный прирост запасов по сравнению с ранее состоявшими на госучете по датско-зеландскому (эльбурганскому) горизонту, в соответствии с ранее сделанными рекомендациями ГКЗ ОАО Кавминкурортресурсы, была пробурена и введена в ОПЭ скв. 24-бис-1 взамен аварийной 24-бис (24), по которой ранее были утверждены запасы в количестве 12 м<sup>3</sup>/сут. при минерализации 10,2 г/л, а затем сняты с госучета ввиду аварийного состояния скважины.

Начиная с ноября 2009 г. по настоящее время скв. 24-бис-1 эксплуатируется с расходом 12,5 м<sup>3</sup>/сут. Газогидрохимический режим нестационарный, что соответствует результатам ранее проведенных работ. Предположительно общая минерализация должна упасть до 10,2–10,5 г/л.

Поэтому запасы по этой скважине были представлены в количестве 12 м<sup>3</sup>/сут. (согласно заявленной потребности) по категории С<sub>2</sub> на срок 3 года с тем, чтобы в течение длительного опытного выпуска добиться стабильности химического состава или выраженного тренда для прогнозирования его изменений. С уче-

том запасов по скв. 24-бис-1 общий прирост по эльбурганскому горизонту на Центральном участке составит 17,8 м<sup>3</sup>/сут. или 41%.

11. Для оценки опасности дегазации Эссентукского и Бештаугорского ММВ подсчитан объем суммарного выноса СО<sub>2</sub> при добыче подземных вод в объеме подсчитанных запасов. Показано, что прирост выноса СО<sub>2</sub> по сравнению с его подсчитанными запасами незначителен и опасности для дегазации месторождения не представляет. Он составил 1950 м<sup>3</sup>/сут по Средне-Эссентукскому участку (скв. 1КМВ-бис) и 940 м<sup>3</sup>/сут по Бугунтинскому участку. Дополнительные исследования условий формирования газохимического состава минеральных вод позволили оценить долю биогенного СО<sub>2</sub> в его общем объеме [2].

12. Значительное содержание СО<sub>2</sub> в подземных водах в виде сверхкритического флюида приводит к снижению коэффициента упругости и существенному уменьшению возможного взаимодействия между эксплуатационными участками, это характерно прежде всего для титонско-валанджинского горизонта.

13. Проведенные работы показали, что в процессе разведочных работ достаточно ограничиваться относительно короткими 2–4-месячными выпусками с утверждением запасов на ограниченный срок для перехода к ОПЭ.

Распределение подсчитанных запасов по участкам и водоносным горизонтам приведено в **табл. 1**. В соответствии с дополнительными материалами, полученными при продолжении опытно-промышленной эксплуатации, запасы Эссентукского и Бештаугорского месторождений минеральных подземных вод подсчитаны по состоянию на 01.05.2010, окончание расчетного срока эксплуатации – 31.12.2020. ❊

## Литература

1. Абрамов В.Ю., Боровский Б.В., Лизогубов В.А., Язвин А.Л. Новый взгляд на формирования ресурсов и термогазохимического состава углекислых минеральных вод Эссентукского и Нагутского месторождений / Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами: Материалы Всероссийской конференции с участием иностранных ученых. Томск. 2012. С. 288–292.
2. Абрамов В.Ю., Вавичкин А.Ю. Особенности формирования термогазохимического состава минеральных вод Эссентукского месторождения // Разведка и охрана недр. 2010. № 10. С. 27–32.
3. Баталин Ф.А. Пятигорский край и Кавказские Минеральные Воды. Т. I и II. СПб. 1861.
4. Герасимов А.П., Огильев А.Н., Лангваген Я.В. Кавказские Минеральные Воды (гидрогеологический очерк). М. 1911.
5. Нелюбин А.П. Полное историческое, медико-топографическое, физико-химическое и врачебное описание Кавказских Минеральных Вод. Т. I и II. СПб. 1825.
6. Овчинников А.М. Гидрогеологический очерк района Кавказских Минеральных Вод / Сб. Вопросы литологии и стратиграфии СССР. М. 1951. С. 373–390.
7. Островский А.Б., Августинский В.Л. О региональном опреснении водоносного комплекса апт-альбских отложений и его роли в формировании минеральных вод Большого р-на КМВ. Тезисы докладов конференции по геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа. Кн. II, Эссентуки. 1980.
8. Пантелеев И.Я. Эссентукские соляно-щелочные воды в системе Кавказских Минеральных Вод. М. 1963.
9. Погорельский Н.С. Углекислые воды Большого р-на Кавказский Минеральных Вод. Ставрополь. 1973.
10. Шагоянц С.А. Особенности вертикальной зональности подземных вод в Эссентукской зоне нарушений на КМВ. Тезисы докладов VI краевой конференции по геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа. Эссентуки. 1985.
11. Щербakov А.В. На узком потоке... Курорт Эссентуки. Эссентуки, 2011.