

- Э.Э. Микельсон // Геофизическая аппаратура. — 1984. — Вып. 80. — С. 119–123.
5. Микельсон, Э.Э. Аппаратурные разработки НПО «Рудгеофизика», завершённые в 1983 г. / Э.Э. Микельсон // Геофизическая аппаратура. — 1985. — Вып. 83. — С. 134–139.
6. Микельсон, Э.Э. Аппаратурные разработки НПО «Рудгеофизика», завершённые в 1984 г. / Э.Э. Микельсон // Геофизическая аппаратура. — 1986. — Вып. 87. — С. 138–144.
7. Микельсон, Э.Э. Новые аппаратурные разработки НПО «Рудгеофизика» / Э.Э. Микельсон // Геофизическая аппаратура. — 1989. — Вып. 90. — С. 129–141.
8. Пак, В.П. Новое поколение отечественных высокоточных портативных магнитометров / В.П. Пак // Разведка и охрана недр. — 2002. — № 12. — С. 33–36.
9. Туниманов, А.З. Роль завода «Геологоразведка» и ОКБ в разработке и внедрении новой геофизической аппаратуры / А.З. Туниманов

- Сборник производственно-технической информации по геофизическому приборостроению. — 1959. — Вып. 3. — С. 3–38.
10. Цирель В.С. Роль предприятия «Геологоразведка» в развитии отечественной и мировой аэромагнитометрии / В.С. Цирель // Разведка и охрана недр. — 2002. — № 12. — С. 52–56.
11. Цирель, В.С. Отечественное аппаратурное обеспечение наземной и воздушной магнитометрии начала XXI века / «Геофизика XXI столетия: 2003–2004 годы» / В.С. Цирель, В.А. Могилевкин, В.П. Пак и др.: Сб. тр. Пярых и Шестых геофизических Чтений им. В.В. Федынского. — Тверь: Изд-во ГЕРС, 2005. — С. 254–260.

© Игнатьев В.И., Цирель В.С., 2017

Игнатьев Владимир Иванович // info@geolraz.com
Цирель Вадим Соломонович // info@geolraz.com

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК. 556.3:551.7/8

Барон В.А. (ФГУП «ВСЕГИНГЕО»)

ОБЩЕЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И СТРАТИФИКАЦИЯ РАЗРЕЗА

*Дается характеристика общего гидрогеологического районирования территории РФ и последующие пути его актуализации. Указывается на необходимость завершения работ по созданию серийных легенд государственных гидрогеологических карт масштаба 1:200 000 и 1:1000 000 по гидрогеологическим структурам II порядка. **Ключевые слова:** подземные воды, мелкомасштабное гидрогеологическое картирование, общее гидрогеологическое районирование, стратификация гидрогеологического разреза.*

Baron V.A. (VSEGINGEO)

GENERAL HYDROGEOLOGICAL ZONING AND STRATIFICATION OF THE CROSS-SECTION

*The characteristics of the general hydrogeological zoning of the RF territory and the subsequent ways of its actualization are described in the paper. There is indicated the necessity to complete the works on compilation of serial legends to the State hydrogeological maps on the scale of 1:200 000 and 1:1000 000 for hydrogeological structures of the second order. **Keywords:** groundwater, small-scaled hydrogeological mapping, general hydrogeological zoning, stratification of hydrogeological cross-section.*

Общее гидрогеологическое районирование является фундаментальной задачей региональной гидрогеологии. Оно определяет наиболее существенные закономерности строения гидролитосферы и формирования подземных вод, являющихся основой их рационального освоения и использования для различных хозяйственных целей. В тоже время по определению оно должно обеспечивать информационное единство геологического изучения и картографирования территории страны при производстве геологоразведочных работ по воспроизводству и использованию ресурсной базы раз-

личных типов подземных вод при создании и ведении информационных систем, в т.ч. мониторинга состояния недр.

К настоящему времени трудами советских гидрогеологов (Семихатов А.Н., Васильевский М.М., Каменский Г.Н., Ланге О.Н., Никитин М.Р., Роговская Н.В., Толстихин Н.И., Кирюхин В.А., Зайцев И.К., Островский Л.А и др.) разработаны теоретические основы гидрогеологического районирования, в наиболее общем виде представленные в Методических рекомендациях по составлению карт гидрогеологического районирования масштаба 1:2 500 000, схем гидрогеологической стратификации и классификаторов объектов гидрогеологического районирования и стратификации [5, 6].

Предполагается, что в их основе лежит структурно-гидрогеологический анализ формирования подземных вод в выделяемых гидрогеологических структурах, включающий: структурно-тектоническую обособленность гидрогеологической структуры; ее тип; наличие единых областей питания, транзита и разгрузки к региональному базису эрозии; особенности строения гидрогеологического разреза; характер проницаемости водовмещающих пород [5].

Фактически же определяющими являются только первые два фактора, так как строение гидрогеологического разреза, как правило, является индивидуальным для любой геологической структуры и зависит от условий ее формирования, а по характеру проницаемости водовмещающих пород две соседние структуры одного типа часто и не отличаются друг от друга. И в то же время в пределах одной гидрогеологической структуры часто наблюдаются изменения характера проницаемости в пределах гидрогеологического разреза с порового на трещинный или трещинно-жильный. Что касается требования наличия единой области питания, транзита и разгрузки подземных вод к региональному базису эрозии в пределах структуры, то оно скорее декларируется, чем выполняется по существу даже для структур II порядка, особенно для гидрогеологических массивов и гидрогеологических складчатых областей. В частности, в пределах гидрогеологических складчатых областей

поток подземных вод направлен в сторону прилегающих предгорных равнин, которые по определению не являются дренами, а гидрогеологических массивов — к крупным внутренним и окружающим их внешним водным объектам.

В случае выделения артезианских бассейнов III порядка соответствующие им региональные дрены, что является определяющим признаком гидрогеологической структуры, как правило, не совпадают с региональной дренажной структурой II порядка, к которой они принадлежат [1]. Исключения составляют межгорные артезианские бассейны, являющиеся структурами III порядка в пределах гидрогеологических складчатых областей II порядка.

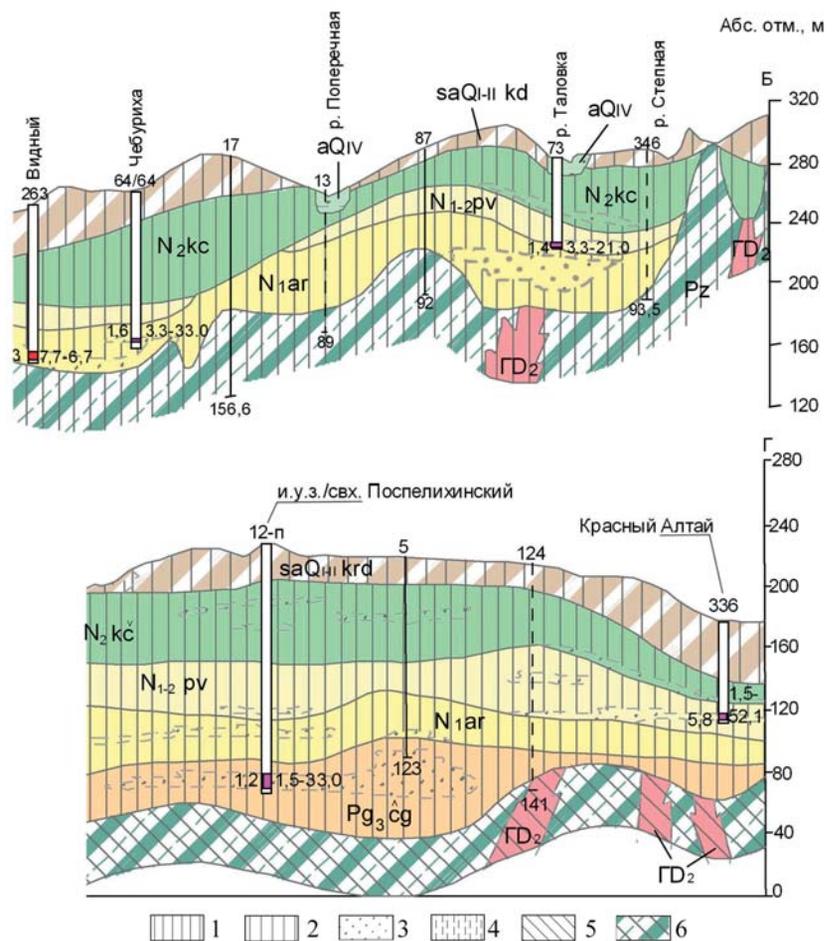
На структурно-геологической основе выделяются основные типы гидрогеологических структур I — II порядков, соответственно сложные (I порядок) или отдельно выделенные в сложных структурах (II порядок) *артезианские бассейны* различного типа, приуроченные к синеклизам, краевым прогибам и др., *гидрогеологические массивы*, представляющие собой поднятия платформенного типа с выходом на поверхность древних образований кристаллического фундамента (щиты, массивы, кряжи) и *гидрогеологические складчатые области* внутриплатформенного или геосинклинального типа.

Структурно-геологическая основа, на основании которой отдельному или нескольким структурно-геологическим элементам земной коры ставится в соответствие гидрогеологическая структура, однозначно определяет границы только структур I порядка. В этом случае ими являются различные типы структурно-тектонических границ. Определяющей она является для границ структур II порядка гидрогеологических массивов, складчатых областей, предгорных артезианских бассейнов, для которых направление региональных потоков подземных вод связано с более низкими отметками поверхности рельефа соседних гидрогеологических структур, а не какими-то конкретными региональными дренами. Например, подземные воды Бельского предгорного артезианского бассейна разгружаются в Бельском артезианском бассейне, воды Юрюзано-Сылвенского предгорного артезианского бассейна в Сыртовском и Бельском артезианском бассейнах. Что же касается артезианских бассейнов II порядка, то их границы, приуроченные к синеклизам, в гидродинамическом отношении чаще всего являются условными, поскольку они не влияют на «межструктурное» формирование потоков подземных вод.

Использование балансово-гидродинамического принципа выделения геогидродинамических систем, под которыми следует понимать гидравлически обосо-

бленные бассейны подземного стока с общим направлением (направлениями) движения подземных вод, определяемым положением основного базиса дренирования, приводит к необходимости включения в качестве их границ водоразделов потоков подземных вод и соответствующих дрен, что часто не согласуется с границами отдельных структур.

Примером этому может служить краевая часть Русской плиты на контакте с Балтийским щитом, к которой приурочены склоны Ленинградского и Московского артезианских бассейнов. Своеобразие их гидрогеологических условий представлено выклиниванием водоносных горизонтов и комплексов на дочетвертичную поверхность и интенсивным их погружением в восточном и юго-восточном направлениях, представленным вблизи поверхности относительно небольшими мощностями. В результате каменноугольный (C_{1-2}) и речико-воронежский (D_3r_2-vr) водоносные комплексы в центральных частях артезианских бассейнов расчленяются на отдельные водоносные горизонты, но в краевой части Московского артезианского бассейна межпластовая дифференциация напоров не проявляется. Питание подземных вод осуществляется в пределах



Фрагмент гидрогеологического разреза южной части Иртыш-Обского артезианского бассейна (западная часть Алтайского края). Литологический состав пород: 1 — глины; 2 — суглинки; 3 — пески, гравий, галька; 4 — супеси; 5 — нерасчлененные породы палеозоя; 6 — не стратифицируемая часть разреза; aQIV, saQI-IIkd, saQI-IIkd, $N_{1-2}kv$, N_{1ar} , $N_{1-2}pv$, N_2kc , P_3cg , — индексы гидрогеологических подразделений; GD_2 — интрузии в верхней нестратифицируемой части осадочного чехла

выхода водоносных горизонтов и комплексов на дочетвертичную поверхность. С их погружением пополнение запасов подземных вод осуществляется межпластовым перетеканием, которое практически становится несущественным, о чем свидетельствуют возрастающие пьезометрические напоры в водоносных подразделениях и увеличивающаяся разница между напорами в пластах до 10–15 м. При таких напорах межпластовое перетекание не превышает первые проценты от естественных ресурсов подземных вод. Следствием этого является увеличение минерализации подземных вод с глубиной. Эта ситуация характерна для речичко-воронежского водоносного комплекса, ломоносовского и пашийско-семилюкского водоносных горизонтов и редкинско-котлинского водоносного комплекса в пределах Ленинградского артезианского бассейна и каменноугольного водоносного комплекса, отделенного алексинско-веневским относительно водоносным горизонтом от речичко-воронежского комплекса и нижележащих водоносных подразделений в Московском артезианском бассейне.

Отмечаются аномальные зоны разгрузки подземных вод для первых от поверхности водоносных горизонтов в Московском артезианском бассейне. По определению в нем движение подземных вод должно быть направлено к региональной дрене бассейна, которой является р. Волга. Однако вблизи границ синеклизы, где происходит выклинивание каменноугольного водоносного комплекса, разгрузка подземных вод осуществляется в речную сеть соседней гидрогеологической структуры, в которой этот горизонт вскрывается реками или их притоками, не попадающими в границы рассматриваемой синеклизы. В частности, в данном случае каменноугольный водоносный комплекс дренируется р. Оять, р. Капша и соответственно формируют поток в их сторону, в то время как региональный поток в пределах листа направлен на юго-восток в сторону р. Суда, притока р. Волга.

Аналогичная аномалия наблюдается и для речичко-воронежского водоносного комплекса (D₃r₃-vr), в пределах которого формирование ресурсов подземных вод происходит за счет атмосферных осадков и последующего их межпластового перетекания на водораздельных пространствах, создающих пьезометрические напоры в 220 — 200 м, и разгрузки в региональную дрину, в качестве которой выступает р. Суда. Однако вблизи его выклинивания разгрузка подземных вод происходит в Ладожское и Онежское озера, под действием разности напоров от 150 до 50 м и менее.

Следует обратить внимание и на то, что общее гидрогеологическое районирование не является самоцелью. Оно обеспечивает информационное единство геологического изучения и картографирования территории страны в рамках существующих информационных систем, в том числе и ресурсов подземных вод. Уточнение каких-либо границ гидрогеологических структур в процессе текущих региональных гидрогеологических работ более крупного масштаба практически не учитывается в общих схемах гидрогеологического районирования, используемых для различных целей. Более того, они искажают общую картину распределения ресурсов подземных вод между ги-

дрогеологическими структурами, с одной стороны, и формированием ресурсов подземных вод в пределах отдельных листов масштаба 1:200 000 — 1:1 000 000, выполненными в различное время и разными авторами. Для предупреждения этой ситуации целесообразно сопровождать гидрогеологические карты с уточненными границами гидрогеологических структур картами схемами со «старыми границами» в зарамочном оформлении. Одновременно следует вести учет уточненных границ в целом по стране на базе Росгеолфонда или иной геологической организации и по мере накопления этого материала периодически, раз в 10–20 лет, проводить актуализацию карты общего гидрогеологического районирования России с последующей редакцией базы ресурсов и запасов подземных вод. Непосредственно учет уточненных границ гидрогеологических структур может проводиться в составе базы данных гидрогеологической изученности территории Российской Федерации [4].

В институте ВСЕГИНГЕО подготовлена современная Карта общего гидрогеологического районирования территории РФ масштаба 1:2500 000. Ее основной единицей является гидрогеологическая структура, под которой понимается соответствующая ей геологическая структура (ее часть или совокупность геологических структур), обладающая общностью (однородностью) условий формирования и распространения подземных вод, что определяет характер фильтрации, направленность подземного стока и гидрогеологическую индивидуальность [9].

Общее гидрогеологическое районирование проведено по системе соподчиненных таксономических единиц регионального геологического районирования, включающей провинции, подпровинции, районы, которым соответствуют гидрогеологические структуры первого, второго и третьего порядков [5].

Провинции, представленные плитами, горно-складчатыми сооружениями и щитами, образуют соответственно [5]:

- сложные артезианские бассейны (САБ);*
- сложные гидрогеологические складчатые области (СГСО);*
- сложные гидрогеологические массивы (СГМ).*

К гидрогеологическим структурам II порядка отнесены отдельные артезианские бассейны плит, предгорные артезианские бассейны и гидрогеологические складчатые области плит. К структурам III порядка отнесены части артезианских и предгорных артезианских бассейнов II порядка в пределах локальных геологических структур, обусловленные более мелкими поднятиями пород фундамента и чехла или изменением направления подземного стока к региональным дренам (крупным рекам, морям) [9].

Карта соответствует современной геолого-гидрогеологической изученности территории и принятому методическому обоснованию [5]. Очевидно, что представленные на ней границы структур могут меняться в зависимости от масштаба картирования и уточнения геологического строения, но результаты такого уточнения требуют определенного алгоритма последующего внедрения в гидрогеологическую практику, ориентированную на определенную конфигурацию базы сбора,

обобщения и хранения информации, «привязанную» к гидрогеологическим структурам.

Упомянутая карта является основой для создания единой системы стратификации гидрогеологического разреза для территории РФ, обеспечивающей представление о распространении подземных вод в подземной гидросфере независимо от масштаба картирования. Стратификация гидрогеологического разреза проводится в соответствии с существующими методическими документами [5 — 7] и обеспечивается для стратифицируемых разрезов артезианских бассейнов системой понятий, включающих: водоносный, относительно водоупорный и водоупорный горизонты; водоносный, относительно водоупорный и водоупорный подгоризонты; водоносный комплекс и водоносный этаж. Четвертичные гидрогеологические подразделения представляются аллювиальными (aQ), аллювиально-флювиогляциальными (afQ), флювиогляциальными (fQ), озерно-аллювиальными (laQ), полигенетическим водоносными горизонтами и гляциальным относительно водоупорным горизонтом (gQ).

Стратифицируемая часть разреза артезианских бассейнов проводится с учетом следующих условий, определяющих распространение подземных вод:

гидрогеодинамические, определяющие формирование в геологическом разрезе этажно-расположенных водоносных и водоупорных гидрогеологических подразделений, характеризующихся индивидуальными особенностями питания, движения и разгрузки подземных вод, общей поверхностью уровней или напоров и гидрогеохимическими особенностями формирования;

характер гидравлической связи между смежными водоносными подразделениями;

единство и направленность регионального подземного стока от области питания к конечному базису разгрузки.

Из перечисленных условий следует, что основное назначение стратификации — выделение в гидрогеологическом разрезе горизонтов, содержащих подземные воды, и оценка их защищенности на предмет возможного загрязнения с поверхности или межпластового перетекания. При этом совершенно не учитывается характер водоносности горизонта, особенности формирования в нем гравитационных вод и возможность его использования для водоснабжения различных потребителей. Как следствие, элементы стратификации гидрогеологического разреза представлены водоносным, относительно водоупорным и водоупорным горизонтами и комплексами [4]. В частности, *водоносный горизонт* — проницаемое, регионально выдержанное постоянно обводненное гидрогеологическое тело с единым потоком подземных вод и единой гидравлической поверхностью, ограниченное водоупорными или относительно водоупорными гидрогеологическими подразделениями (телами), представляющее собой самостоятельную гидродинамическую систему.

Относительно водоупорный горизонт — слабопроницаемое регионально выдержанное гидрогеологическое тело, характеризующееся преимущественно вертикальной фильтрацией, обусловленной градиентом напора

подземных вод между смежными водоносными горизонтами.

Водоупорный горизонт — водонепроницаемое гидрогеологическое тело, не способное обеспечить фильтрацию гравитационной воды; в криолитозоне водонепроницаемость может быть обусловлена присутствием воды в твердой фазе.

Водоносный комплекс — гидрогеологическое тело, состоящее из нескольких водоносных горизонтов и разделяющих их относительно водоупорных горизонтов и представляющее собой относительно обособленную водонапорную систему.

К водоносному комплексу относится также фациально-пестрая толща пород, где практически на данной стадии изученности невозможно выделить и проследить водоносные, относительно водоупорные и водоупорные горизонты.

В принципе, определение относительно водоупорного горизонта в многослойной толще гидрогеологического разреза в зоне свободного и частично затрудненного водообмена не идентифицирует рассматриваемый горизонт. В нем всегда присутствует латеральный поток и межпластовое перетекание. Соотношение латеральных фильтрационных расходов между ними определяется при прочих равных условиях только их водопродимостями. Достаточно рассмотреть два горизонта различной мощности, представленные одними и теми же песчаными фациями, разделенные, например, супесчано-суглинистой толщей. При этом один из них может быть классифицирован как относительно водоупорный только потому, что его мощность окажется в несколько раз меньше сравниваемого горизонта. Ведь фильтрационные расходы в них пропорциональны водопродимостям, и менее мощный горизонт будет обеспечивать расход соседнего межпластовым перетеканием и характеризоваться преимущественно вертикальной фильтрацией.

Или насколько обосновано отнесение к водоносному комплексу фациально-пестрой толщи пород с подземными водами только на основании того, что «на данной стадии изученности невозможно выделить и проследить водоносные, относительно водоупорные и водоупорные горизонты»?

Подобная ситуация характерна, например, для Иртыш-Обского артезианского бассейна (рисунок), водовмещающая толща палеогенового возраста которого представлена мощной супесчано-глинистой толщей с включением прослоек песка мощностью до 5–25 м и протяженностью 5–50 км [2]. В связи с отсутствием более перспективных горизонтов для поисков подземных вод эта толща традиционно стратифицируется как водоносный горизонт, в пределах которого водообильность скважин зависит только от фильтрационной неоднородности пласта. При этом лито-фациальный состав водовмещающих пород как определяющий признак водоносности гидрогеологического подразделения и поисков подземных вод при стратификации гидрогеологического разреза не учитывается. Фактически же зоны повышенной проницаемости приурочены только к крупным линзам песка, и поиски участков локализации ресурсного потенциала должны быть направлены

именно на выявление таких линз, что и делается на практике. Более того, неточное определение гидрогеологического подразделения приводит к заблуждениям о реальных естественных и прогнозных ресурсах подземных вод, так как они привязываются к всей площади его распространения, а не к фактическим участкам их формирования.

Таким образом, по сути, вопрос семантического характера о точном названии гидрогеологического подразделения оказывается определяющим при выборе методики гидрогеологического изучения рассматриваемого пласта. В данном случае при его изучении основное внимание должно быть уделено распространению в нем песчаных фаций, к которым приурочены зоны повышенной проницаемости и более пресные подземные воды по сравнению с остальной частью разреза.

Указанная ситуация обусловлена тем, что в цитируемых методических руководствах в одном таксономическом ряду рассматриваются различные свойства гидрогеологических объектов — наличие и возможность мобилизации подземных вод под действием гравитационных сил и их фильтрационные свойства. В результате нарушения системы понятийных образований в одном таксономическом ряду оказались такие разные понятия как *водоносный горизонт* и *относительно водоупорный горизонт*. Определяется водоносность или водоупорность горизонта его проницаемостью, т.е. коэффициентом фильтрации. Но, как показано выше, только за счет различных мощностей двух сравниваемых горизонтов один из них может быть отнесен к относительно водоупорному при одинаковом лито-фациальном составе водовмещающих пород. Только проницаемость водовмещающих пород определяет возможность межпластового перетекания при наличии соответствующих градиентов фильтрации, и соответственно она или лито-фациальный состав пород определяют «водоупорность» горизонта, которая не может быть связана со структурой его водного баланса, т.е. величиной вертикальной фильтрации.

Стратификация гидрогеологического разреза должна определять в первую очередь оценку водоносности выделяемого стратона и потом уже его способность защищать смежные с ним водоносные подразделения от загрязнения при межпластовом перетекании. Исходя из этого, целесообразно следующее уточнение понятий водоносный и относительно водоупорный горизонты.

Водоносный горизонт — хорошо проницаемое (представленное преимущественно различными песками, галечниками и т.д. или трещинами) регионально выдержанное постоянно обводненное гидрогеологическое тело с единым потоком и поверхностью уровня или напора подземных вод. Это соответствует определению в работе [4], но из него исключено требование об «особенности гидродинамической системы» и необходимость «распространения между двумя водоупорами», так как первое условие противоречит существующему опыту картографирования, когда один и тот же водоносный горизонт прослеживается в различных гидрогеологических структурах, а второе — требует исключения из водоносных всех первых от поверхности горизонтов.

Что касается «относительно водоупорного горизонта», то вместо него лучше использовать термин *относительно водоносный или локально водоносный горизонт*, под которым понимается регионально выдержанное гидрогеологическое тело, преимущественно представленное слабопроницаемыми (глинами, суглинками, супесями) или слаботрециноватыми породами с локальным распространением зон повышенной проницаемости. По сути это действительно относительно водоупорный горизонт, водообмен в котором практически осуществляется путем межпластового перетекания, и он может обеспечивать защиту от загрязнения нижележащего водоносного горизонта за счет его слабой водопроницаемости.

Целесообразно шире использовать понятия «водоносный подгоризонт», «относительно водоносный подгоризонт», «водоупорный подгоризонт» — гидрогеологические тела, имеющие ограниченное (местное) распространение в составе водоносного горизонта. Их использование позволит учесть при картировании неоднородность водоносного горизонта, состоящего из различных генетических или возрастных образований, особенно эоплейстоцен-четвертичного возраста, и исключит необоснованное усложнение гидрогеологического разреза. В этом случае в результате картирования будут показаны единые гидрогеологические тела, представленные образованиями различного генезиса, но с близкими фильтрационными свойствами, а не его фрагменты в виде отдельных аллювиальных, аллювиально-морских, озерных и других горизонтов. Кстати, «жесткая» привязка типа горизонта к генезису водовмещающих пород (например, озерно-аллювиальный — водоносный горизонт, а гляциальный — относительно водоупорный горизонт) [4] не учитывает того факта, что в зависимости от условий осадконакопления водовмещающая толща пород одного и того же генезиса может быть представлена различным лито-фациальным составом и соответственно быть как водоносной, так и водоупорной.

Стратификация гидрогеологического разреза при общем сохранении представления о приуроченности подземных вод к определенным частям разреза должна адаптироваться к масштабу картографирования и учитывать, что только лито-фациальный состав пород гидрогеологического разреза идентифицирует отдельные его части как водоносные, относительно водоносные или локально водоносные и водоупорные. Поэтому стратификация должна проводиться индивидуально для каждой гидрогеологической структуры не ниже II порядка. Тем не менее современная практика ориентирована на использование существующих серийных легенд карт, которые для масштаба 1:1000 000 практически отсутствуют, а масштаба 1:200 000 не согласуются с серийными легендами геологических карт [6]. В условиях, когда гидрогеологическое изучение проводится по листно и соответственно по листно стратифицируется гидрогеологический разрез, реальна его несогласованность с соседними листами, создаваемыми в разное время и различными авторами. В результате искажается идентификация картируемых объектов, затрудняется чтение карт. Появляется необходимость «сбивки» соседних листов карт, которая не всегда осуществляется

корректно. Проводится изученность гидрогеологического разреза с различной детальностью, искажается оценка запасов и ресурсов подземных вод и т. д. Для исправления указанной ситуации необходимо завершить работы по составлению новых серийных легенд гидрогеологических карт, начатые в конце прошлого столетия [5], но они должны быть привязаны к гидрогеологическим структурам, а не к Схеме разграфки России на серии листов Государственной геологической карты. Создание серийных легенд гидрогеологических карт РФ явится логическим завершением упомянутой Карты общего гидрогеологического районирования территории РФ масштаба 1:2500 000 и реально повысит эффективность изучения геологических недр.

При этом подготовленная во ВСЕГИНГЕО база данных графических образов и символов гидрогеологических объектов может обеспечить стандартизацию представления информации гидрогеологических карт различного масштаба [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Барон, В.А. Соподчиненность гидрогеологического и водно-балансового районирования при гидрогеологическом картировании для оценки ресурсов хозяйственно-питьевых вод, на примере Азово-Кубанского артезианского бассейна / В.А. Барон // Разведка и охрана недр. — 2010. — № 7. — С. 35–40.

2. Барон, В.А. Принципы мелкомасштабного гидрогеологического картографирования и его реализация в ГИС-формате / В.А. Барон // Разведка и охрана недр. — 2015. — № 8. — С. 11–17.
3. Брехов, Г.В. Опыт создания баз данных геологических карт / Г.В. Брехов. — 2011. <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=51629>.
4. Круподеров, В.А. База данных гидрогеологической изученности территории РФ и пути представления и использования в интерактивном режиме / В.А. Круподеров, Е.С. Гришин, В.А. Барон / IV н.-практ. конф. «Актуальные вопросы геодезии и геоинформационных систем». — Казань, 2015. — С. 38–44.
5. Методические рекомендации по составлению карт гидрогеологического районирования масштаба 1:2 500 000, схем гидрогеологической стратификации и классификаторов объектов гидрогеологического районирования и стратификации. — М., 2002.
6. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (третьего поколения). — М.-СПб., 2007. — 174 с.
7. Основные положения по составлению серийных легенд государственных гидрогеологических карт масштаба 1:200 000 и 1:1 000 000. — М.: Геоинформарк, 2001. — 18 с.
8. Стратиграфический кодекс России (издание третье). — СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. - 95 с.
9. Челидзе, Ю.Б. Общее гидрогеологическое районирование как основа системного геологического изучения недр, использования и оценки состояния ресурсного потенциала подземных вод России / Ю.Б. Челидзе, В.А. Барон, С.Л. Пугач, С.В. Кокорева // Разведка и охрана недр. — 2015. — № 5. — С. 41–49.

© Барон В.А., 2017

Барон Владимир Александрович // zgerka@rambler.ru

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.271.622:(622.725:539.16)

Швабенланд Е.Е. (ФГБУ «ВИМС»)

ПРИМЕНЕНИЕ ПОСЛОЙНО-ПОРЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ РУДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРЕЗЕРНЫХ КОМБАЙНОВ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО И КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР

На примере Ошурковского сложноструктурного месторождения показано, что технология послойно-порционной выемки руды и методика разделения потока горной массы на основе радиометрического экспресс-метода позволяют повысить полноту извлечения полезного ископаемого из недр, снизить потери и разубоживание добываемого сырья, улучшить условия труда, существенно уменьшить вредное воздействие горных работ на окружающую среду и сократить эксплуатационные затраты горного производства. **Ключевые слова:** апатит, сложноструктурное месторождение, карьер, разубоживание руды, потери при добыче, повышение извлечения, рентгенорадиометрическая сортировка.

Shvabenland E.E. (VIMS)

APPLICATION OF LAYER-BY-LAYER-PORTION-MINING TECHNOLOGY ORE USING A MILLING CUTTER IN A RATIONAL AND COMPREHENSIVE SUBSOIL USE

For example complex structure apatite deposit calculations have shown that the technology layer-by-layer-portion of the ore and method of dividing flow of the rock mass on the basis of radio-

*metric rapid method allows to increase the completeness of extraction of minerals from subsoil to reduce losses and dilution of extracted raw materials, to improve working conditions, significantly reduce the harmful effects of mining operations on the environment and reduce operating costs of mining. **Keywords:** apatite, complex structural deposit, open pit mine, surface miner, dilution, ore losses during extraction, the increase in the extraction of, x-ray radiometric sorting.*

Применение новых энерго- и ресурсосберегающих технологий добычи, сокращение потерь и разубоживания руды, осуществление оперативного контроля над качеством руды в потоке, ведение достоверного учета движения рудной массы по складам и объемов отгрузки готового продукта Потребителю — являются важнейшими задачами горного производства и рационального использования недр. Особенно это касается тех случаев, когда валовое содержание полезного компонента в рудах месторождения ниже заданных технологически условиями их переработки, а подготовка (обогащение) руды до требуемых кондиций сопряжена с большими трудозатратами, которые можно избежать или существенно снизить, если вести выемку и отгрузку отбитой массы порциями с минимальным смешением в них руды разных сортов (по содержанию полезного компонента) и пород [9]. В качестве примера можно привести Ошурковское апатитовое месторождение в Бурятии, расположенное в бассейне р. Селенга, впада-