

Возобновляемые ресурсы подземных вод четвертичного и шарпылдакского водоносных комплексов Иссык-Кульского бассейна.

Мандычев А., Прилепская С.

Возобновляемые ресурсы подземных вод четвертичного водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна, представляют собой расход регионального потока пресных (минерализация до 1г/л), холодных (температура до 18°C), подземных вод, постоянно формирующихся в четвертичных отложениях мощностью до 300 м. Региональный поток подземных вод в четвертичном водоносном комплексе имеет непрерывное, сплошное зеркало с наклоном и направлением стока в сторону базиса регионального подземного стока – озера Иссык-Куль. Возобновляемые ресурсы образуются за счет фильтрации из русел рек, порядка 70%, фильтрации из оросительной сети около 20%, фильтрации на орошаемых полях до 2 - 3% и инфильтрации осадков до 5 - 8%. Расход потока подземных вод происходит за счет испарения грунтовых вод до 6% и разгрузки в озеро – 94 % [1, 2, 7, 8, 9, 11].

Определение величины возобновляемых ресурсов четвертичного водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна гидродинамическим методом, с использованием закона Дарси и балансовым методом выполнялись многими исследователями [1, 2, 3, 7, 12, 13]. Эти оценки близки по величине и отражают тот факт, что результаты расчетов объективны и достаточно точно учитывают основные факторы формирования подземного стока. Очевидно, что в этой ситуации повысить точность определения величины подземного стока можно только путем нового широкомасштабного исследования водоносных горизонтов с измерением основных гидродинамических параметров. Тем не менее, в данной работе выполнена переоценка возобновляемых ресурсов по состоянию на 2005 год с учетом новых данных за счет бурения и опробования новых скважин, полученных со времени последних определений величины возобновляемых ресурсов подземных вод четвертичного водоносного комплекса, Кыргызской комплексной гидрогеологической экспедицией, в 1985 году [13,19]. Для расчета использовались данные по литологическому составу, мощности четвертичных отложений, глубине уровня подземных вод, коэффициентам фильтрации опробованных горизонтов по 257 скважинам, пробуренным в разное время на территории Иссык-Кульского бассейна [13, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27].

Определение величины возобновляемых ресурсов четвертичного водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна выполнено по формуле Дарси:

$$Q = k F I$$

где Q – расход потока ($\text{м}^3/\text{с}$), k – коэффициент фильтрации ($\text{м}/\text{с}$), F – площадь сечения потока (м^2), I – напорный градиент.

Таким образом, основными параметрами, определяющими величину расхода подземных вод на том или ином участке, являются коэффициенты фильтрации толщи осадочных пород четвертичного возраста, величина уклона зеркала подземных вод и площадь сечения расчетного участка, включающая ширину участка и среднюю эффективную мощность водоносного комплекса в его пределах. Из этих параметров наиболее важным является коэффициент фильтрации, от величины которого зависит величина инфильтрационного питания подземных вод с поверхности земли за счет просачивания различных видов поверхностных вод, а так же расход фильтрующегося потока подземных вод. Он является наиболее изменчивым из-за зависимости от литологического состава водоносных горизонтов и трудно определяемым, так как его значения рассчитываются по результатам опытных откачек из скважин. С коэффициентом фильтрации связана наибольшая ошибка при расчете расхода потока подземных вод, так как его значения изменяются в широком диапазоне. Так, для 257 скважин, использованных нами для анализа, диапазон изменения коэффициента фильтрации составляет от долей метра до 110 м/сут (рис. 1).

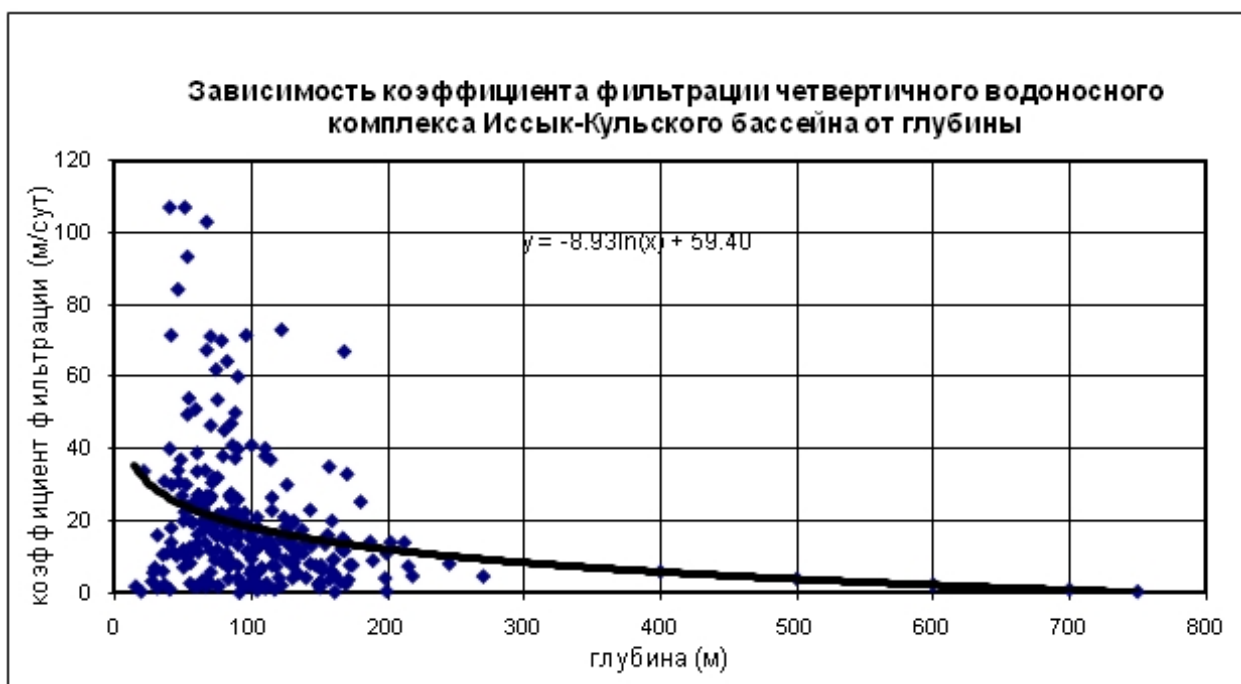


Рис.1

Анализ изменения коэффициентов фильтрации с глубиной подтвердил известную закономерность уменьшения проницаемости осадочных пород с увеличением глубины, за счет уплотнения пород под действием геостатического давления и диагенетических изменений. Последние проявляются в образовании карбонатного цемента в поровом пространстве в процессе растворения карбонатов в верхней части осадочных пластов углекислотой, растворенной в инфильтрующихся подземных водах и выпадении карбонатов из насыщенного, обедненного углекислотой, раствора

в нижних частях четвертичных отложений. Зависимость изменения коэффициентов фильтрации с глубиной показан на рисунке 1. Эта зависимость использована для определения коэффициентов фильтрации по всей мощности четвертичного разреза на опорных скважинных вертикалях, там, где коэффициенты фильтрации не были измерены опытным путем.

Для условий Иссык-Кульского бассейна, определение уклонов зеркала потока подземных вод имеет свои особенности, так как протяженность потока подземных вод от зоны питания до зоны разгрузки незначительна, особенно по южному борту и здесь имеется небольшое количество скважин. Тем не менее, анализ вариации величины уклона показал (таблица 1), что он изменяется в диапазоне от 0,016 до 0,002, а так как величины уклонов имеют меньшую изменчивость, чем коэффициенты фильтрации и небольшой порядок величины, они вносят незначительную ошибку в определение расхода. Это обусловлено так же тем, что значения гидравлических уклонов, как правило, практически неизменны в пределах однородных по геоморфологическим характеристикам районов и незначительно изменяются при изменении последних. В частности, как ранее было определено [4], величина гидравлического уклона в четвертичном водоносном комплексе Иссык-Кульского бассейна, в значительной мере, зависит от ширины предгорного шлейфа, которая составляет максимум до 10 км по северному побережью и до 15 км в междуречье рек Джеты-Огуз и Ирдык.

В основном, минимальные величины уклонов соответствуют наиболее широким шлейфам. Минимальная ширина полосы четвертичных отложений, составляющая первые сотни метров и находящихся в аэральных условиях, наблюдается на значительном протяжении вдоль побережья по южному борту бассейна, как это видно на рисунке 4. Здесь же из-за наличия зоны предгорий (адыры), представленной глинистыми отложениями палеоген – неогена, наблюдаются неблагоприятные условия для формирования подземных вод четвертичного водоносного комплекса, так как практически отсутствует подземный приток со стороны зоны предгорий и они являются источником глинистого материала при образовании четвертичных осадочных пород, снижающим проницаемость последних. Как показали последующие расчеты, эти различия гидрогеологических условий отражаются на величине возобновляемые ресурсы четвертичного водоносного комплекса, составляющих по северному борту бассейна 35,42 м³/с, а по южному – 24,24 м³/с, без учета блоков 1а, 11,12 (рис.3.).

В площади сечения потока проблемным параметром является мощность четвертичного комплекса, поскольку не все имеющиеся скважины вскрывают его полную мощность, кроме этого, в расчете необходимо использовать эффективную мощность, то есть суммарную мощность только хорошо проницаемых пластов - коллекторов и исключать мощность слабопроницаемых пластов – водоупоров. Эта проблема решается с использованием данных о литологическом разрезе скважин и скважинных геофизических исследований. В целом, на сегодня имеется достаточно

точная информация о мощности четвертичного водоносного комплекса и о характере его фильтрационной неоднородности по вертикальному разрезу. Проблема эффективной мощности снимается тем обстоятельством, что в четвертичных отложениях в зоне транзита подземных вод Иссык-Кульского бассейна, где мы задаем расчетные параметры, как правило, практически отсутствуют пласты и прослои глинистых пород и разрез представлен относительно однородной толщей валунно-галечных, гравийно-галечных отложений с песчаным заполнителем.

На рисунке 2 приведена карта полной мощности четвертичных отложений Иссык-Кульского бассейна построенная по данным глубоких разведочных скважин. В этом случае, величины мощности на акватории озера, показанной синим контуром, не интерпретируются как реальные.

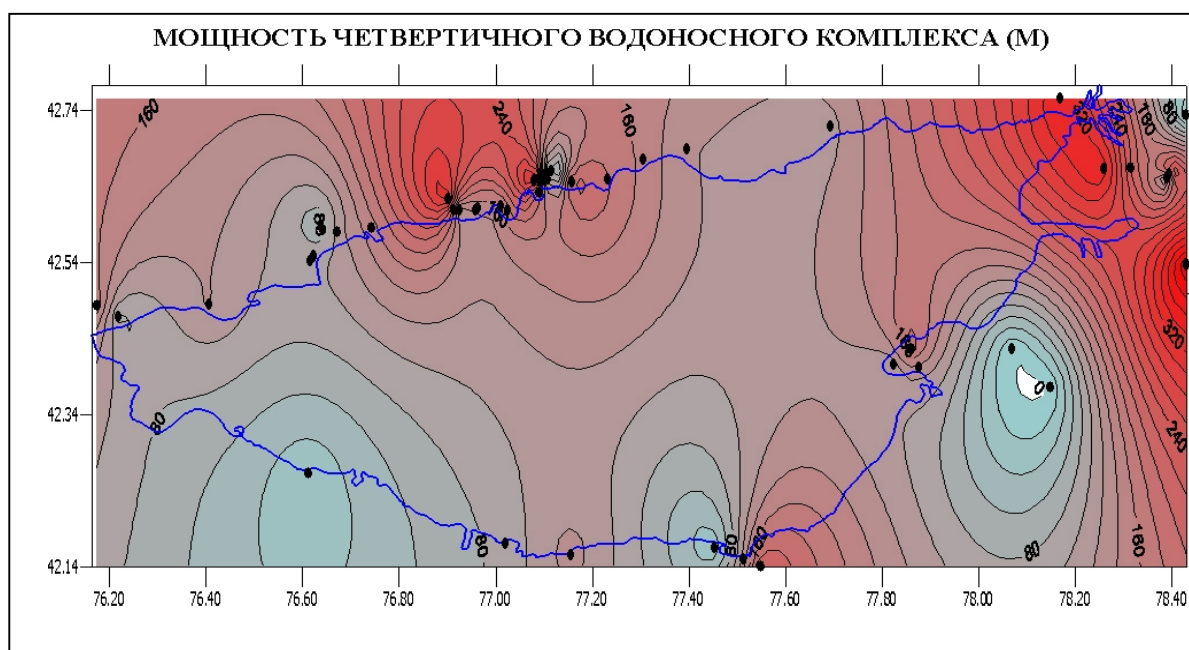


Рис.2

В определении ширины расчетного участка, основным ориентиром является представление о механизме формирования осадочного чехла предгорного шлейфа и прилегающей аллювиально-пролювиальной равнины в процессе выноса в межгорную впадину обломочного материала реками и временными водотоками. В соответствии с этим, расчетные блоки привязываются к конусам выноса рек и основных временных водотоков, определяющих своей фильтрационной неоднородностью неоднородность структуры регионального потока подземных вод. Эта привязка на первом этапе выполняется по геоморфологическим признакам, а затем уточняется с использованием данных о литологическом строении, коэффициентах фильтрации по скважинам, гидродинамической структуре, выявляемой по характеру гидроизогипс и линий тока.

В результате, границы расчетных блоков соответствуют границам естественных блоков с различной проницаемостью и условиям формирования отдельных потоков подземных вод, образующих региональный поток. В нашем случае конкретная ширина блоков определена,

в основном, по гидроизогипсе 1620 м. Расположение блоков и их нумерация показаны на рисунке 3.

На основе вышеперечисленных параметров, гидродинамическим методом, был выполнен расчет возобновляемых ресурсов четвертичного водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна, результаты этого расчета показаны в таблице 1. В нем учтены новые данные по величине коэффициентов фильтрации, полученные Кыргызской комплексной гидрогеологической экспедицией, кроме этого введена поправка на закономерность изменения коэффициента фильтрации с глубиной. Помимо этого скорректирован расчетный блок-район в западной части бассейна, где очевидна необходимость его разделения на Кутемалдинский блок конуса выноса реки Чу (1а), и блок предгорного шлейфа (1в) западной части Кунгейского хребта. Это соответствует намеченному выше подходу определения естественных границ блок-районов в соответствии с историей их геологического развития и гидродинамической структурой потока подземных вод. Общая величина возобновляемых ресурсов подземных вод четвертичного водоносного комплекса оценивается в $62.44 \text{ м}^3/\text{с}$.

Возобновляемые ресурсы четвертичного водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна, определенные ранее, разными авторами, в том числе балансовым методом, находятся в диапазоне $46 - 74 \text{ м}^3/\text{с}$ [1, 2, 3, 7, 8, 9, 12,]. Более поздние оценки, выполненные гидродинамическим методом Лукьяновой С.П., 1978, 1983 [20,21], Кривченко О.С. 1985 [19, 20, 21], представлены в таблице 2. Как видно из таблиц 1 и 2, существенного изменения величины возобновляемых ресурсов при нашей корректировке гидродинамических параметров не наблюдается, и они близки к ранее полученной минимальной величине. Это свидетельствует об объективности результата, отражающего реальные гидродинамические условия четвертичного водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна.

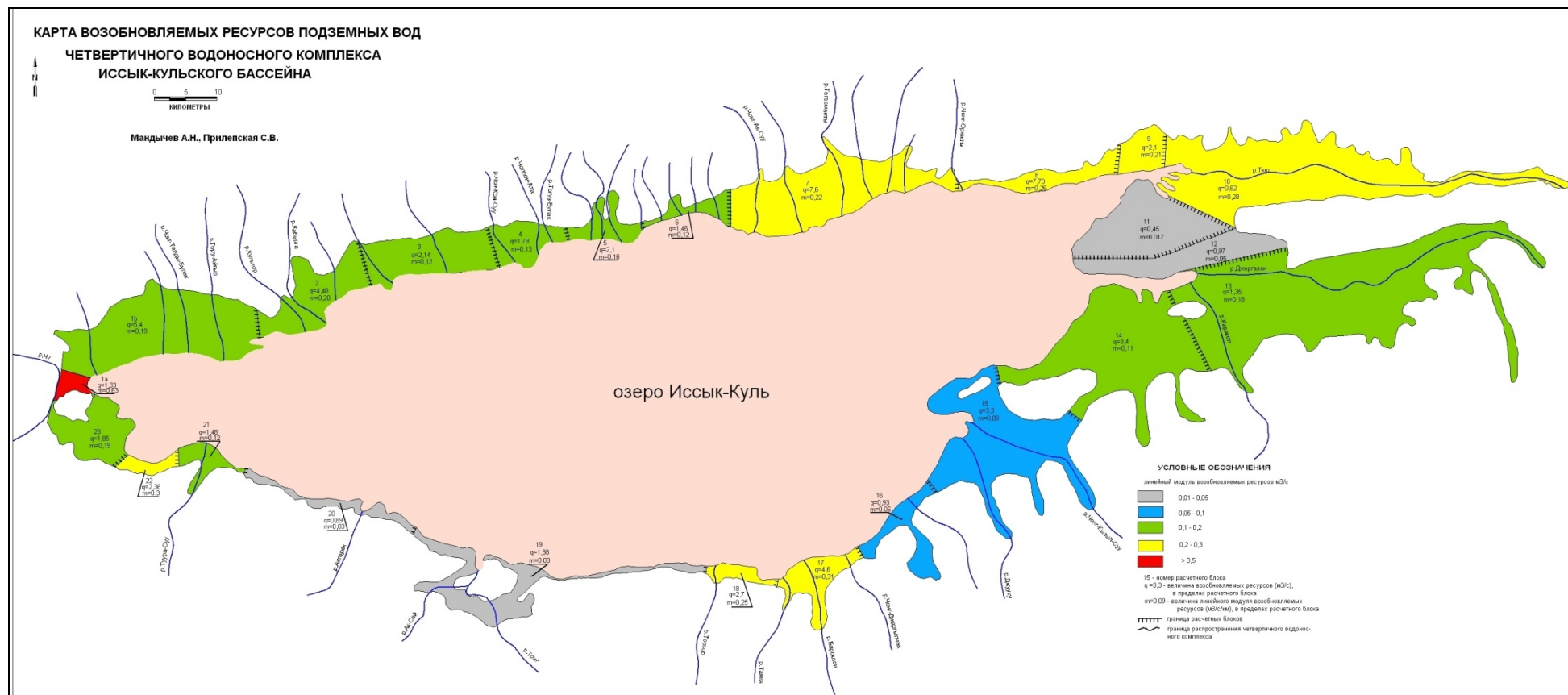


Рис.3

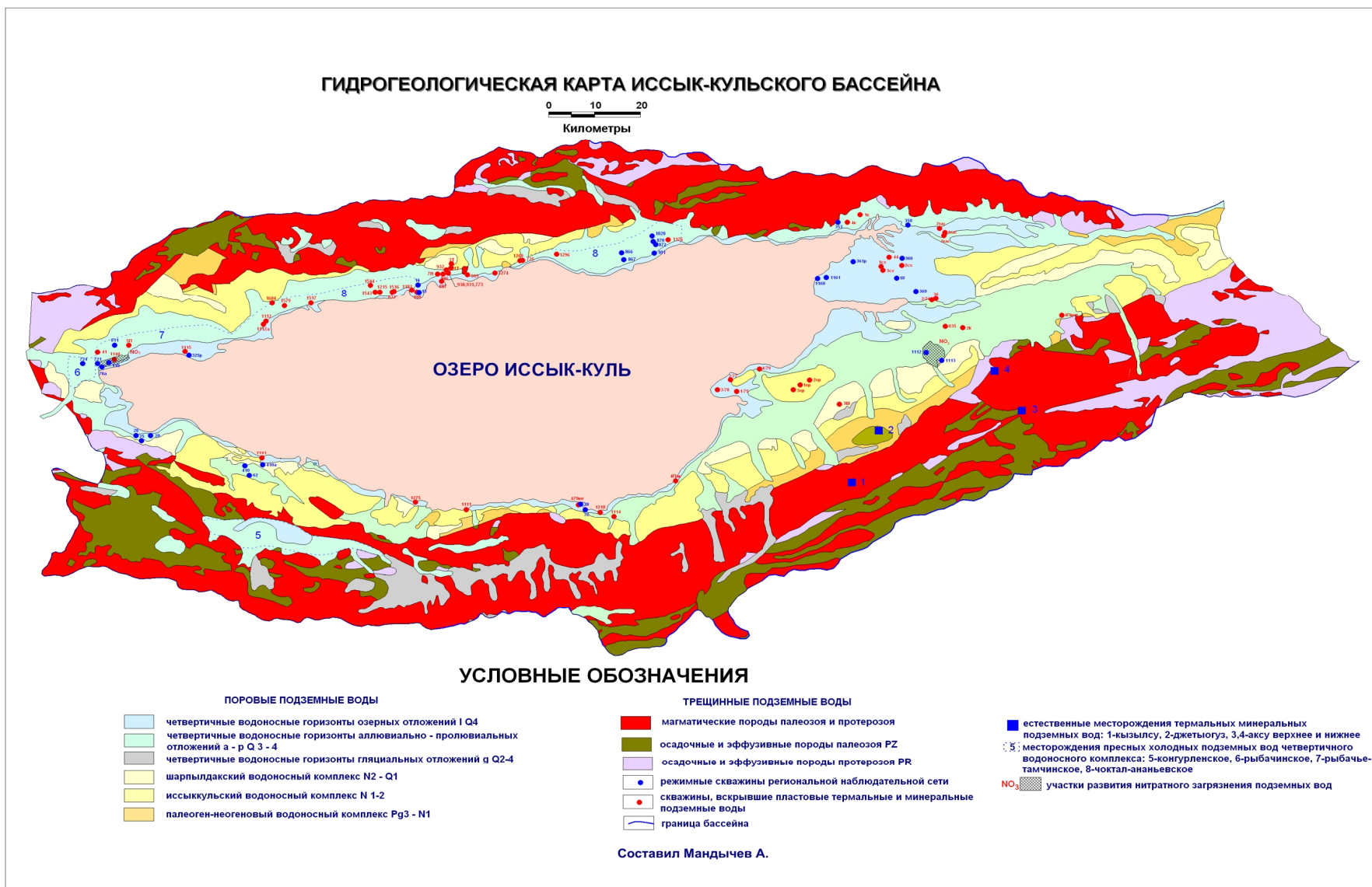


Рис.4

Возобновляемые ресурсы четвертичного водоносного комплекса
Иссык-Кульского бассейна (по Мандычеву А., Прилепской С.)

Таблица 1.

n/n	N блока	Мощность, (м)	Кф (м/сут)	Уклон	Ширина блока(м)	Расход потока (м ³ /с)
1	1а	150	28	0,013	2100	1,33
2	1б	130	17	0,0073	28900	5,4
3	2	88	20	0,01	22000	4,48
4	3	112	15,3	0,006	18000	2,14
5	4	144	25,5	0,003	14000	1,79
6	5	128	21,9	0,005	13000	2,1
7	6	144	7,3	0,01	12000	1,46
8	7	145	26	0,0051	34000	7,6
9	8	106	21	0,01	30000	7,73
10	9	86	15	0,014	10000	2,1
11	10	172	23,7	0,006	2200	0,62
12	11	84	8,9	0,002	26000	0,45
13	12	80	13,1	0,004	20000	0,97
14	13	100	15,4	0,01	7600	1,35
15	14	71	21,4	0,006	32000	3,4
16	15	60	15,8	0,008	38000	3,33
17	16	116	3,6	0,012	16000	0,93
18	17	184	10,3	0,014	15000	4,6
19	18	64	20,8	0,016	11000	2,7
20	19	94	3,8	0,008	42000	1,38
21	20	86	5,3	0,005	34000	0,89
22	21	90	23,7	0,005	12000	1,48
23	22	104	24,5	0,01	8000	2,36
24	23	130	24,6	0,005	10000	1,85
					Итого:	62,44

Возобновляемые ресурсы четвертичного водоносного комплекса
Иссык-Кульского бассейна

Таблица 2.

n/n	N блока	Лукьянова С.П. 1978		Кривченко О.С. 1985	
		Кф (м/сут)	Q (м ³ /с)	Кф (м/сут)	Q (м ³ /с)
1	1	23,3	13,7	18,1	6,2
2	2	21,1	3,4	20,1	4,8
3	3	19	2,5	15,3	3,2
4	4	16	0,82	25,5	2
5	5	17	1,55	21,9	1,2
6	6	17,7	1,58	7,3	1,5
7	7	33	5,67	26,3	8,1
8	8	15,5	5,86	23,8	8,7
9	9	10,2	0,1	26	3,8
10	10	18	3,62	29,3	0,6
11	11	10,3	2,68	8,9	0,4
12	12	21	0,8	4,1	0,2
13	13	5,8	0,1	15,4	0,5
14	14	18	1,9	21,5	3,3
15	15	29,5	0,61	11,4	5,1
16	16	4,5	1,9	3,6	1
17	17	34,5	4,29	14,1	4,3
18	18	11,7	3,8	20,8	2,5
19				8,7	1,4
20				5,3	0,3
21	19	23,7	0,58	3,8	2,3
22	20	24,5	3,87	8,6	1,4
23	21	22,6	3,43	21,3	1
	Итого:		62,76		63,8

Результаты расчета величины возобновляемых ресурсов по блокам и линейного модуля возобновляемых ресурсов представлены на цифровой карте возобновляемых ресурсов подземных вод четвертичного водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна на рисунке 3. Как следует из этой карты, минимальные линейные модули возобновляемых ресурсов порядка 0,02 – 0,03 м³/с*км, наблюдаются в районе Сухого Хребта на востоке бассейна (блоки 11, 12) и по южному борту бассейна (блоки 19,20). Это обусловлено характером неотектонического строения чехла бассейна, особенностями литологического состава четвертичных отложений, представленных в значительной мере глинистыми породами и неблагоприятными условиями питания поверхностным и подземным стоком.

Максимальный линейный модуль подземного стока – $0,63 \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{км}$ зафиксирован на западе бассейна в районе Кутемалдинского блока (блок 1а), где высокий расход потока подземных вод формируется в пределах восточной части конуса выноса реки Чу, образованной хорошо проницаемыми грубообломочными четвертичными отложениями при благоприятных условиях питания путем фильтрации из реки Чу. В пределах этого блока мы наблюдаем современное питание озера Иссык-Куль рекой Чу посредством подземного перетока. На остальной территории Иссык-Кульского бассейна линейный модуль имеет величину порядка $0,1-0,3 \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{км}$.

Относительно величины емкостных или естественных запасов подземных вод четвертичного водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна, которые составляют порядка 58 км^3 [1,7], необходимо заметить следующее. По данным анализа хода уровня подземных вод по 30 режимным скважинам, расположенным в различных гидрогеологических условиях бассейна (рис.4), нами установлено, что за период наблюдения в несколько десятков лет, на большей части площади распространения четвертичного водоносного комплекса, не наблюдается однозначной тенденции в понижении или повышении уровня подземных вод. Приблизительно в 50% случаев наблюдается восходящий линейный тренд и в остальных случаях – нисходящий. Колебания уровня подземных вод проявляются в виде неравномерных по амплитуде и периодам колебаний. Диагностируемые, по имеющимся данным наблюдений, неравномерные периоды колебаний имеют значения порядка нескольких лет, нескольких десятков лет и отражают многолетнюю изменчивость величины питания и расхода подземных вод. На рисунке 5 показаны характерные многолетние среднегодовые колебания уровня подземных вод на одном из участков Иссык-Кульского бассейна, расположение скважин на котором показано на рисунке 4.

Таким образом, очевидно, что в целом, на основной площади четвертичного водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна, не происходит существенного увеличения или уменьшения объема подземных вод или естественных запасов. В то же время, на отдельных участках расположения режимных скважин, в зависимости от локальных гидрогеологических условий участка, определяющих тип режима уровней подземных вод, может происходить временное повышение или снижение уровня.

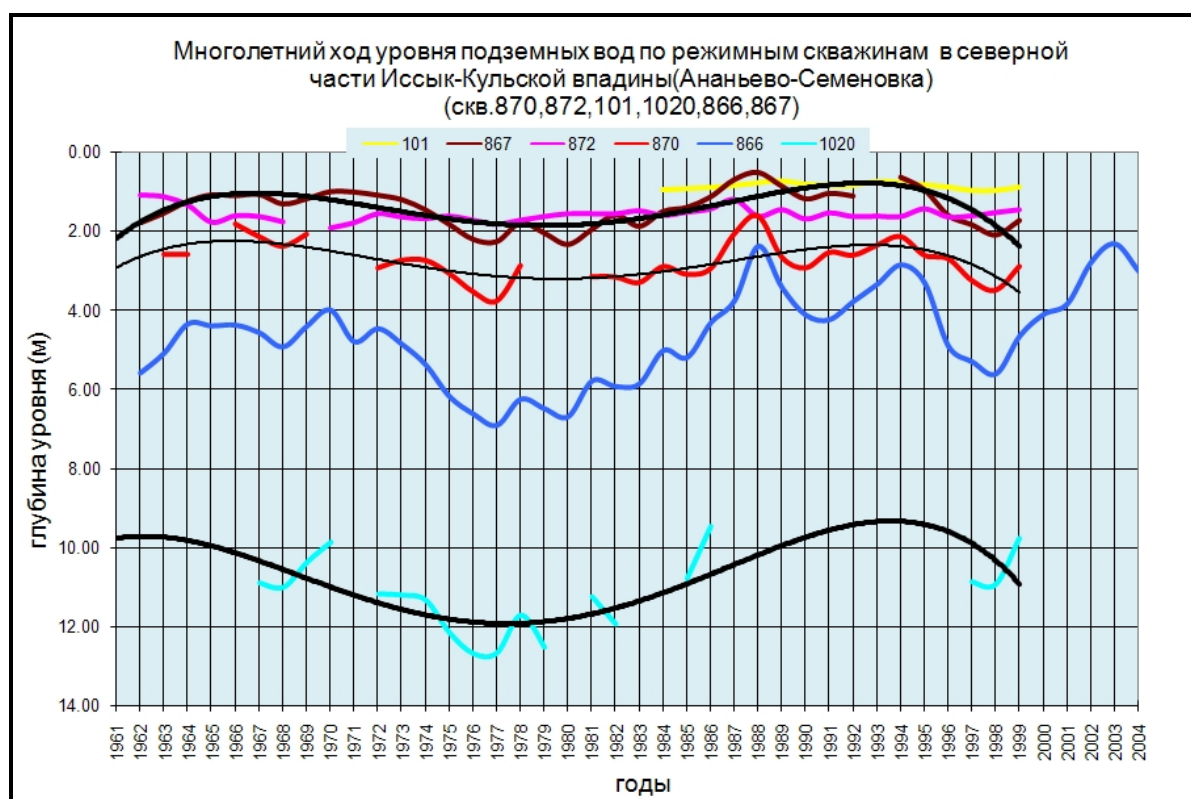


Рис. 5

Наиболее явными причинами повышения уровня являются увеличения локального природного питания за счет увеличения поверхностного речного и временного стока и, наиболее часто - антропогенная, за счет увеличения орошения и снижение дренируемости территории по причине нарушения естественных или искусственных дренажных систем. Соответственно, причинами понижения уровня является снижение природного и антропогенного питания и увеличение дренируемости территории в основном за счет искусственных дренажных систем. При этом антропогенные факторы могут обеспечить значительные градиенты и амплитуды колебаний уровня подземных вод. Естественно, что имеющаяся режимная сеть скважин не может с большой детальностью охарактеризовать всю территорию бассейна, и они характеризуют ситуацию лишь в пределах локальных относительно однородных по гидрогеологическим условиям районов. Поэтому распространение результатов режимных наблюдений на смежные и тем более отдаленные территории требует специального обоснования, в частности, путем гидрогеологического районирования, в рамках которого используется весь комплекс факторов, определяющих тип режима подземных вод.

В аспекте изменения емкостных запасов подземных вод особым случаем является зависимость их от изменения уровня озера. Эта связь и особенности взаимодействия подземных вод и озера Иссык-Куль достаточно хорошо исследованы гидрогеологами, в частности, прибрежная зона озера выделяется при типизации режима уровней подземных вод в зону дренирующего влияния озера [16, 23]. Эта зона с максимальной шириной до 2 – 4 км отличается тем, что в ее пределах проявляются изменения уровня

подземных вод, связанные с изменением уровня озера. Причем, наиболее интенсивно, с максимальными амплитудами, изменение уровня происходит в непосредственной близости к береговой линии, а по мере удаления от базиса разгрузки, в нашем случае озера Иссык-Куль, происходит затухание колебаний уровня подземных вод вызванных колебаниями уровня озера и режимные скважины, расположенные в удалении от прибрежной зоны, практически не фиксируют колебаний уровня озера, но хорошо отражают изменения величин источников питания – атмосферных осадков, речного стока, орошения или факторов расхода в виде дренажного стока, откачек.

Таким образом, в зоне дренирующего влияния озера Иссык-Куль, в значительной степени, совпадающей с площадью распространения озерных отложений, происходит наиболее активное изменение емкостных запасов подземных вод, связанное с колебаниями уровня озера. Так как короткопериодные колебания озера имеют незначительные амплитуды колебаний уровня и влекут незначительные изменения объема подземных вод, имеет смысл рассмотреть многолетнее снижение уровня озера порядка 2,5 м, происшедшее в период с 1927 по 2005 год, по данным Кыргызгидромета и альтиметрических спутников (рис.6).

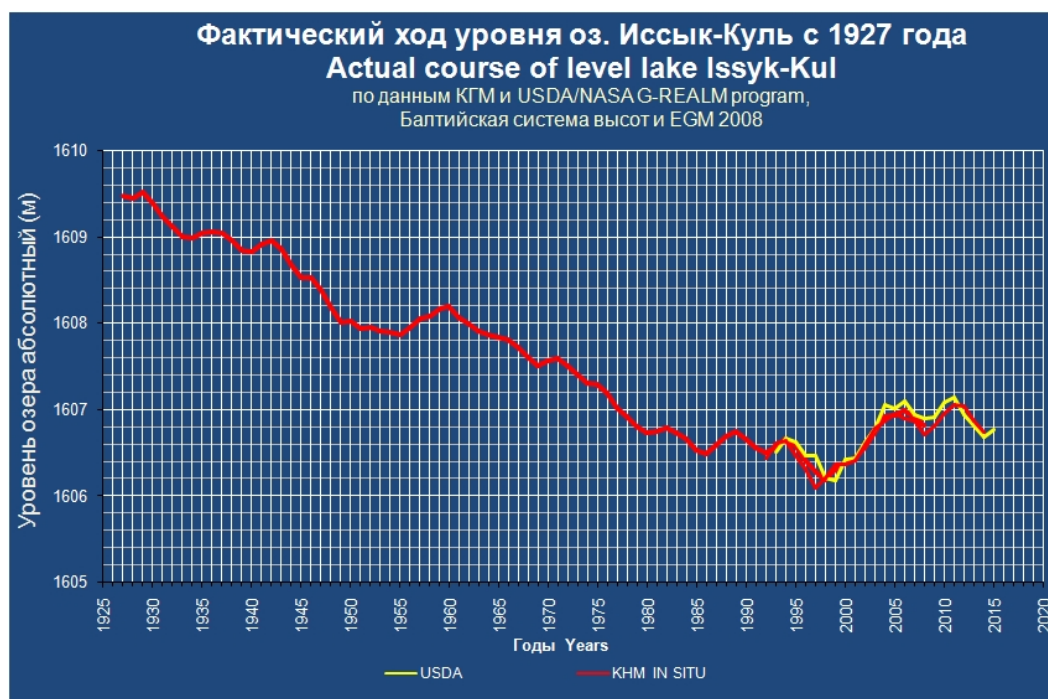


Рис.6

С точки зрения инженерной гидрогеологической практики такое снижение происходит при создании дренажных систем и зону влияния дрены с таким снижением уровня в мелкоземистых грунтах при коэффициенте фильтрации порядка 1 м/сут можно определить по формуле Лембке [10]:

$$Rt = \sqrt{3 \frac{K}{m} \times Ht}$$

где Rt - радиус депрессии (м) на момент времени t (сут), K – коэффициент фильтрации (м/сут), m – водоотдача грунта, H – осушенная мощность дренируемого пласта (м). За период времени 78 лет, при $K = 1\text{ м/сут}$, $H = 2,5\text{ м}$, $m = 0,05$, радиус депрессии составляет порядка 2 км, причем, депрессионная кривая уровня грунтовых вод имеет вид логарифмической кривой с максимальной крутизной и амплитудой вблизи дрены и уменьшением амплитуды по мере удаления от дрены. Таким образом, за расчетный период, вдоль всего побережья озера Иссык-Куль (688 км), в основном в прибрежной части, сформировалась призма осушения имеющая сечение около $0,003\text{ км}^2$ и соответственно объем порядка $2,1\text{ км}^3$, что составляет 3,6% от общей величины емкостных запасов, оцениваемых в размере 58 км^3 . Этот объем и соответствует изменению емкостных запасов подземных вод четвертичного водоносного горизонта за расчетный период. Таким образом, снижение уровня озера, как базиса стока Иссык-Кульского бассейна, вызвавшее изменение его емкостных запасов, существенно не сказалось на перспективах использования подземных вод и обеспеченности таковыми действующих водозаборов.

Как в зоне дренирующего влияния озера, так и на остальной площади четвертичного водоносного комплекса имеет место, как это уже отмечалось как восходящее, так и нисходящее малоамплитудное (природные градиенты порядка 2 – 4 см/год) движение уровня подземных вод с длительными неравномерными периодами (сотни лет), осложненными колебаниями среднепериодных (десятки лет) и короткопериодных циклов (несколько лет), определяемых, в основном, вариациями величины питания подземных вод. В этом случае, определенной общей тенденции изменения уровня не наблюдается, а из-за незначительности амплитуд и разного знака колебаний уровней их влияние на емкостные запасы четвертичного водоносного комплекса незначительно.

В целом, возможно, как приращение объема подземных вод (емкостных запасов) в четвертичном водоносном комплексе при увеличении питания и повышении базиса стока при повышении уровня озера, так и снижение объема подземной воды за счет уменьшения величины питания и снижения базиса стока, последний случай, без учета изменения питания, рассмотрен выше. Следует отметить, что в случае повышения базиса стока при подъеме уровня озера, не происходит инфильтрации солоноватых (до 6 г/л) озерных вод в четвертичный водоносный горизонт, так как разница в плотности грунтовых и озерных вод незначительна, подъем уровня озера происходит медленно и одновременно повышается уровень грунтовых вод, постоянно превышающий уровень озера. Исключением могут быть только отдельные полуостровные и островные образования, имеющие гидрогеологические условия, отличающиеся от региональных.

Для перспектив освоения прибрежной территории озера Иссык-Куль интерес представляет факт наличия на западе впадины Кутемалдинского порога стока с абсолютной отметкой около 1620 м,

ограничивающего максимальный возможный уровень озера в случае его значительного подъема.

В Иссык-Кульском бассейне помимо четвертичного водоносного комплекса (ВК), содержащего пресные холодные подземные воды имеется аналогичный по масштабам шарпылдакский водоносный комплекс, исследованию которого уделялось незначительное внимание, так как он залегает на глубинах более 200 – 300 м и, в среднем, на порядок менее водообилен, чем четвертичный ВК. По этой причине, его эксплуатация для целей водоснабжения не актуальна. В аспекте термальных минеральных вод он так же не представляет интереса, так как не содержит минеральных вод, и из-за расположения на глубине до 1000 м не имеет повышенной температуры. Тем не менее, ниже регионального уровня подземных вод, этот комплекс водонасыщен, имеет возобновляемые ресурсы и содержит емкостные запасы пресной с минерализацией до 1 г/л холодной воды, в основном, гидрокарбонатно-кальциевого состава. Эти подземные воды, так же как и воды четвертичного водоносного комплекса разгружаются в озеро Иссык-Куль, как конечный базис стока.

Шарпылдакский водоносный комплекс мощностью, в среднем, до 500 метров входит наряду с четвертичным ВК в состав первого гидрогеологического этажа Иссык-Кульского бассейна. Основанием для объединения этих водоносных комплексов в единую подсистему является аналогичность условий формирования подземных вод, сходство гидростатических и гидродинамических параметров, а так же наличие гидравлической связи в вертикальном направлении между водоносными горизонтами этих комплексов, что отражается в совпадении статических уровней, минерализации и химического состава подземных вод. Эти факты установлены достаточно надежно по результатам опробования отдельных скважин, вскрывших шарпылдакские отложения как в Иссык-Кульском, так и в других бассейнах Кыргызстана. Наличие гидравлической связи между водоносными горизонтами четвертичного и шарпылдакского водоносных комплексов дает основание использовать информацию о распределении напоров, величине гидравлических уклонов четвертичного ВК, применительно к шарпылдакскому ВК [6].

Фильтрационная неоднородность шарпылдакского ВК так же в значительной степени связана с таковой четвертичного ВК. Ее особенность обусловлена спецификой истории геологического развития и гидрогеохимическими процессами диагенеза осадочной толщи шарпылдакского возраста. Первый фактор определяет положение в пространстве фациальных зон изменяющихся от грубообломочных предгорных шлейфов до мелкоземистых зон глинистых отложений в центральных наиболее прогнутых частях межгорных впадин. В основных чертах, в плане, участки основного выноса обломочного материала в шарпылдакское время совпадают с таковыми четвертичного времени,

которое по существу унаследует от шарпылдакского времени основные зоны эрозионного разрушения и транспортировки обломочного материала. Но в результате тектонических движений в раннечетвертичное и среднечетвертичное время, часть наиболее грубообломочных фаций головных частей конусов выноса рек и временных водотоков шарпылдакского комплекса оказалась поднята на значительную высоту и выведены из общего процесса формирования регионального потока подземных вод бассейна. Некоторые из них подверглись размыву, другие образуют локальные обводненные участки или являются практически безводными выше регионального уровня подземных вод. Отложения шарпылдака, поднятые в зонах низких предгорий (адырах), являлись в процессе размыва источником терригенного материала для формирования четвертичного водоносного комплекса. Таким образом, в районах развития адыров, наиболее проницаемые части шарпылдакского ВК были выведены из регионального процесса формирования подземных вод и в этом процессе, уже на территории собственно впадины, участвуют более мелкообломочные и менее проницаемые отложения шарпылдака, залегающие под четвертичным ВК. Следует отметить, что в районах развития зон адыров, и четвертичные отложения расположенные на территории впадины имеют относительно пониженную водопроницаемость, так как при их формировании имело место поступление повышенного количества глинистого материала за счет размыва палеоген-неогеновых, существенно глинистых отложений из зоны адыров.

Эти моменты были учтены при оценке фильтрационной неоднородности шарпылдакского ВК в плане выбора минимальных значений диапазона коэффициента фильтрации, для указанных неблагоприятных в фильтрационном отношении районов. Кроме этого, момент унаследованности фациального плана позволил использовать значения коэффициентов фильтрации четвертичного ВК по опорным скважинным вертикалям для определения коэффициентов фильтрации шарпылдакского ВК, при этом вводилась, экстраполированная на большие глубины, поправка на уменьшение проницаемости с глубиной, полученная для четвертичного ВК (Рис. 1).

Мощность шарпылдакского ВК определена по глубоким скважинам и экстраполирована на смежную территорию по геофизическим данным, в целом по Иссык-Кульскому бассейну ее распределение показано на рисунке 7. В этом случае, распределение мощности шарпылдакского комплекса на акватории озера может быть близким к реальному. По глубоким скважинам выбраны расчетные створы и определена их ширина. Как видно из рисунка 7, шарпылдакский водоносный комплекс имеет зафиксированную по скважинам максимальную мощность порядка 500 м. Средний гидравлический уклон потока подземных вод шарпылдакского ВК получен на основе расчетной схемы для определения возобновляемых ресурсов четвертичного ВК, по соответствующим блокам, на основе факта

гидравлической связи этих комплексов. Расчет возобновляемых ресурсов выполнен, так же как и для четвертичного ВК, гидродинамическим методом по формуле Дарси. Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таким образом, размер возобновляемых ресурсов подземных вод шарпылдакского ВК в целом по Иссык-Кульскому бассейну оценивается около 11,84 м³/с. Необходимо подчеркнуть, что ранее оценка возобновляемых ресурсов подземных вод шарпылдакского ВК не выполнялась и такая оценка выполнена впервые. Этот результат позволяет получить более полную, чем прежде картину подземного стока во всех основных водоносных комплексах осадочного мезо-кайнозойского чехла Иссык-Кульского бассейна в озеро Иссык-Куль.

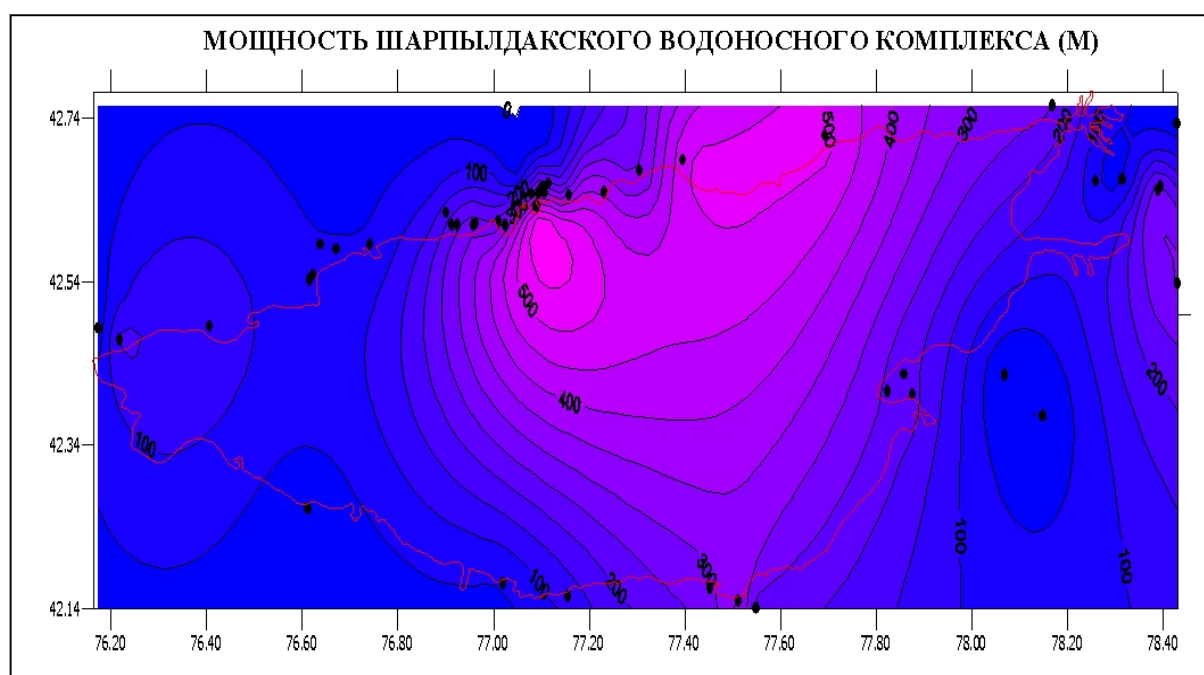


Рис.7

Возобновляемые ресурсы подземных вод Шарпылдакского водоносного комплекса Иссык-Кульского бассейна подземных вод.

Таблица 3

Расчетный створ скважин	Ширина створа (м)	Средний гидравлический уклон потока	Средний коэффициент фильтрации (м/сут)	Средняя мощность водоносного комплекса (м)	Расход потока подземных вод (м ³ /с)
1140-1115	15400	0,0075	1,80	148	0,36
1115-1112a	19000	0,0092	1,94	105	0,41
1112a-1517	12000	0,0099	1,94	65	0,17
1517-1516	18000	0,0090	1,5	185	0,52
1516-888	6000	0,003	2,6	312	0,17
888-887	5000	0,003	2,6	401	0,18
887-725	18600	0,004	1,98	391	0,67

725-1296	7800	0,01	0,7	384	0,24
1296-1176	23400	0,0063	2,09	512	1,83
1176-4к	41600	0,0027	1,29	392	0,66
4к-1сх	12400	0,002	0,9	130	0,034
1сх-36	13000	0,002	0,5	105	0,016
36-4/79	40000	0,0097	1,83	283	2,33
4/79-4п	32000	0,017	0,73	220	1,01
4п-1218	18200	0,0144	1,39	301	1,23
1218-479	7400	0,016	2,1	329	0,95
479-1111	24400	0,0099	1,19	197	0,66
1111-1275	9000	0,008	0,9	82	0,062
1275-1141	35800	0,0115	0,698	30	0,099
1141-1140	11250	0,0065	0,975	87	0,24
				Всего:	11,84

Учитывая выполненную нами гидродинамическим методом оценку подземного стока в четвертичном и шарпылдакском водоносных комплексах, следует отметить, что суммарный подземный сток четвертичного, шарпылдакского, а так же ранее определенный сток Иссык-Кульского и кыргызского водоносных комплексов [5] в Иссык-Кульском бассейне находится на уровне максимальных оценок подземного стока балансовым методом. Для более точной оценки суммарного подземного стока балансовым методом, необходимо определение инфильтрации поверхностного стока в палеоген-неогеновые и мезозойские, а так же шарпылдакские отложения. Но, учитывая незначительные величины подземного стока в этих толщах и рассредоточенность его по всему бассейну, можно предполагать, что оценка потерь поверхностного стока, идущих на питание шарпылдакского и более глубоких водоносных комплексов будет затруднена, так как будет находиться в пределах ошибки измерения.

Ориентировочная оценка статических емкостных запасов подземных вод в шарпылдакском водоносном комплексе выполнена при условии, что площадь его распространения близка к таковой четвертичного ВК, средняя мощность приблизительно в два раза превышает среднюю мощность четвертичного ВК, а открытая пористость так же в два раза меньше таковой четвертичного ВК. В этом случае статические емкостные запасы подземных вод в шарпылдакском водоносном комплексе будут около 14,5 км³.

ЛИТЕРАТУРА

Опубликованная

1. Гидрогеология СССР. Киргизская ССР. Том 40. М., Недра, 1971, 487 с.
2. Гронская Т.П. Обзор исследований водного баланса озера Иссык-Куль. Тр.ГГИ. вып.230. Гидрометеиздат.Л., 1976. с.15-20.

3. Каплинский М.И. О влиянии водохозяйственных мероприятий на изменение уровня оз.Иссык-Куль. Вопросы водного хозяйства(Мелиорация), вып.29. Фрунзе, 1974. с.178-185.
- 4.Мандычев А.Н. «Типизация гидрогеологических условий верхнего гидрогеологического этажа Иссык-Кульского артезианского бассейна» Мат-лы 8-й межреспубликанской конф. Ученых АН Кирг.ССР, Фрунзе, «Илим», 1986, с.129-131. Соавтор:Мандычева В.Н.
5. Мандычев А.Н. «Ресурсы подземных вод глубоких горизонтов Восточно-Чуйского и Иссык-Кульского артезианских бассейнов.» В сб. Высокогорные исследования: изменения и перспективы в 21 веке,Бишкек, 1996, с.136-137.
6. Мандычев А.Н. «О возможности разгрузки подземных вод западной части Иссык-Кульского артезианского бассейна в направлении Боомского ущелья.» Тез. докл.1-й Республиканской научно-технической конференции молодых ученых Киргизии. Фрунзе, 1981, с.44-46. Соавтор:Суюнбаев М.Н.
7. Мангельдин Р.С. Ресурсы подземных вод внутригорных впадин Тянь-Шаня. Бишкек.Илим, 1991, с.149.
8. Месхетели А.В., Кузнецов Д.В., Бучкина Н.А. Исследования подземного стока в озеро Иссык-Куль.-В сб.: Гидрогеологические исследования межгорных впадин, Фрунзе, 1985, с.215-222.
9. Музакеев М.А., Аламанов С.К., Байбориев А.Ж., Бакиров Ч. Водный баланс и водообеспеченность Иссык-Кульской области. Изв. АН КР (проблемы геологии и географии в Кыргызстане), 1999. с.84-87.
10. Моисеев В.Ю., Побегайло И.М., Сидорчук В.Н., Пинчук В.Я., Дмитренко Т.Д. Инженерная подготовка застраиваемых территорий. Киев, «Будивельник», 1974, 276 с.
11. Озеро Иссык-Куль (Очерки по физической географии). Отв. Ред. В.Г. Королев. Фрунзе, Илим,1978, 210 с.
12. Эргешев А., Цигельная И.Д., Музакеев М.А. и др. Водный баланс Кыргызстана. Фрунзе, 1992.

фондовая

13. Авдеева Л.В. Изучение и прогноз состояния подземных вод в северных районах Кыргызской Республики (по работам 1996-2002 гг), Бишкек, ТГФ, 2003.
14. Джамангулов И. Предварительная разведка Жыргаланской площади (по работам 1988-94 гг), Бишкек, ТГФ, 1995.
15. Джамангулов И. Отчет о результатах геолого-экологических исследований в западной части северного борта Иссык-Кульской впадины и в Кок-Мойнокской впадине по работам Иссык-Кульской комплексной геологической экспедиции в 1991-95гг.. Бишкек, 1995.
16. Ефремова К.М. Изучение режима подземных вод по стационарной сети Чуйской. Иссык-Кульской , Таласской и Кочкорской впадин за 1976-85гг. Сокулук 1986.

17. Ишмухамедов О.А. "Изучение состояния подземных вод в северных районах Республики Кыргызстан". Бишкек, фонды ПО "Кыргызгеология", 1991.
18. Ишмухамедов О.А. "Изучение состояния подземных вод северных районов Кыргызской Республики" (отчет ККГГЭ о работах по изучению подземных вод за 1992-1996 гг.). Бишкек, 1996, фонды Госагенства по геологии и минеральным ресурсам.
19. Кривченко О.С. Отчет по организации режимно-балансовых исследований в Иссык-Кульской впадине и продолжение их репрезентативных участках Чуйской впадины, Сокулук, 1985.
20. Лукьянова С.П. Отчет по региональной оценке эксплуатационных запасов подземных вод Чуйской, Таласской, Иссык-Кульской и Кочкорской впадин (по работам Северо-Киргизской комплексной гидрогеологической партии за 1974-78 гг.), Фрунзе, 1978.
21. Лукьянова С.П. Отчет по региональной оценке запасов подземных вод Центрального и Южного Тянь-Шаня (по работам 1979-83 гг.). ТГФ, Фрунзе, 1983.
22. Матыченков В.Е. Геологическое строение, гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории г. Пржевальск и его окрестностей, Рыбачье, 1965.
23. Рожин А.В. Гидрогеологические условия Чоктал-Ананьевского месторождения подземных вод северного побережья озера Иссык-Куль и подсчет эксплуатационных запасов для хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения курортной зоны Чоктал –Ананьево по состоянию на 1 января 1965 г. Фрунзе, Фонды УГКССР, 1965.
24. Стрельцов Е.А. Отчет о результатах комплексной геолого-гидрогеологической съемки в Джеты-Огузском и Тонском районах. ТГФ, Фрунзе, 1977.
25. Стрельцов Е.А. Геологическое строение и гидрогеологические условия восточной части Иссык-Кульской впадины, Фрунзе, ТГФ, 1974.
26. Стрельцов Е.А. Отчет о геолого-гидрогеологическом доизучении масштаба 1:50000 в центральной части северного борта Иссык-Кульской впадины в пределах частей листов К-43-47-В,Г; К-43-48-В; К-43-58-А,Б; К-43-59-А,Б; К-43-60-А, Фрунзе, ТГФ, 1980.
27. Стрельцов Е.А. Отчет о результатах детальных поисков подземных вод с северо-западной части Иссык-Кульской впадины, Фрунзе, ТГФ, 1994.