

## ФЕНОМЕН РЕКИ КОКШИ НА АЛТАЕ

В.М.Рычков, С.И.Рычкова, В.Т.Логинов

ФГУ «Территориальный фонд информации по Республике Алтай, г. Горно-Алтайск

Среди предгорий Алтая у с. Урожайного Советского района Алтайского края берет начало река Кокша. Течет она с невысокого водораздела. Максимальная отметка истока 211.1 м (оз. Кокша). Отметки водораздела 240-220 м. Отдельные редкие сопки вдоль него возвышаются до 273 м (сопка «Хуторская») и 267 м (сопка «Талицкая»). Исток реки Кокши весьма эффектен. Среди степных безлесных пологих холмов и одиночных крутых невысоких сопок вдруг возникает серия живописных озер. Особенно красиво озеро Кокша, расположенное вдали от населенных мест. На нем водятся лебеди, отчего оно называется еще Лебединым. По берегам озера и в самом озере большие гранитные валуны (рис.1). Берега чистые. Озеро вполне пригодно для организации дома отдыха или курорта. Остальные озера также живописны, но расположены в застройке с.с. Урожайного, Лебединого или вблизи них. В некоторых местах прибрежная полоса озер заросла кустами, в воде камыши.



Рис.1. Вид озера Кокша с юго-востока..

Из озер вытекают мощные ручьи (реки), сливающиеся в 6 км ниже села Урожайного в реку Кокшу. Река течет на запад, в среднем течении поворачивает на север, у с. Кокша снова на запад и в 15 км ниже его впадает в р. Катунь (напротив села Верх-Катунского). Общая длина реки около 40 км. Положение реки показано на рис. 2.

В предгорной зоне, да и в Степном Алтае, масса таких коротких рек. Поражает другое: **мощный исток**. Наблюдаются четыре истока-озера: Кокша (100-500х2000 м), из которого вытекает р.Вторая Кокша, Светлое (500х1000 м) с рекой Первой Кокшой, озеро в селе Урожайном (200-400х1000 м) с рекой Урожайной, болото-озеро Комаришка (300х3000 м) с ручьем. И несколько заболоченных глубоких логов с вытекающими из них малыми ручьями. Расходы рек (замеры авторов в межень 2000 г.) на выходе из озер составляют: Вторая Кокша – 1 куб. м/с; Урожайная – 2 куб. м/с; Первая Кокша – 1.5 куб. м/с; Комаришка – 0.7 куб. м/с; после слияния (в 3 км ниже с. Урожайного) – более 10 куб. м/с. И это только поверхностный сток. Элементарный подсчет годового количества осадков на водосборных площадях пока-

зывает большой дефицит их по сравнению с расходом реки (таблица 1). Для расчета (по методике, изложенной в работе [4] ) принято годовое количество осадков в районе 800 мм [1,3]. А расход взят по минимуму для летней межени, т. к. среднегодовой трудно оценить; для этого нужны режимные наблюдения.



Рис.2. Положение реки Кокши в регионе.

#### 1. Сравнение поверхностного стока р. Кокши со среднегодовым количеством осадков

№№ п/п	Река	Мин. объем пов. стока (куб. м/с / млн. куб. м /год)	Водосборная площадь (кв. км)	Кол-во осадков на водосб. пл. (млн.куб. м/год)	Дефицит осадков (млн.куб. м/год)	Коэфф. дефицита (отн.пов.стока к кол. осадков.)
1	Вторая Кокша	1.0 / 31.5	20	16.0	15.5	1.97
2	Первая Кокша	1.5 / 47.15	10	8.0	39.25	5.9
3	Комаришка	0.7 / 22.05	3.0	2.4	17.65	9.2
4	Урожайная	2.0 / 63.0	5.0	4.0	59.0	15.8
5	Кокша после слияния	10.0 / 315	120	96	219	3.3

Откуда же берется львиная доля поверхностного стока? После слияния он превышает осадки более чем в три раза. Очевидно за счет подземного питания, доля которого в среднем более 70 %, а максимальные величины (река в с.Урожайном) более 94%. А если учесть, что существует еще и подземный сток, который трудно оценить количественно, примерно от 1/3 до 2/3 от поверхностного, то общая величина подземного питания может приблизиться к 90-95 % от общего питания, величина которого оценивается в 400-500 млн. куб. м/год, т.е. до половины кубокилометра в год. **ФЕНОМЕН реки КОКШИ – обильное подземное питание истоков. Откуда?**

Взгляд на топографическую карту сразу обнаруживает возможный источник. Это река Катунь. Она протекает всего в 4.5 км на восток от озера Кокша и в 6-7 км от остальных озер (истоков) по другую сторону водораздела. Отметка реки Катунь напротив оз.Кокша составляет 215.5 м, а выше (у с.Хуторки) 220.5 м, у с.Шульгин Лог 230 м. Отметка оз.Кокша 211.2 м. Остальные озера имеют еще меньшие отметки: оз.Светлое 210 м; болото-озеро Комаришка 209 м; озеро в с.Урожайном 207 м. Таким образом уклон налицо. Но как же водораздел? Его отметки 240-220 м. А высота 15-20 м над рекой Катунью. И

сложен он преимущественно раннекембрийскими хлорит-серицитовыми сланцами, песчаниками, алевритами и гранитоидами позднего девона. Но есть и валунно-галечные отложения первой-третьей террас р. Катунь.

Здесь самое время обратиться к истории вопроса.

Сначала коротко об изученности. Истоки р.Кокши расположены в юго-восточной части листа N-45-XXXII, территория которого заснята гидрогеологической съемкой масштаба 1:200000 [7], на Алтай в целом составлена гидрогеологическая карта м-ба 1:1000000 [5]; имеется региональная оценка гидрогеологических условий [2], листы N-45-136-Б,Г засняты геологической съемкой м-ба 1:50000 [12], на участке Шульгинском, непосредственно примыкающем к истокам р.Кокши, выполнена специализированная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка для целей мелиорации м-ба 1:50000 (Квасов, 1978), [6], с бурением небольшого количества скважин (из-за трудного для бурения крупно-валунного разреза). Съемка сопровождалась комплексом наземных геофизических работ по густой сети (сейсморазведка на УГВ 1х0.5 км, ВЭЗ по этой же сети, ВЭЗ-ВП по отдельным профилям; измерения естественного электрического поля по профилям, специально ориентированным для прослеживания путей питания р.Кокши [9]. В последней работе, выполненной авторами, попутно с другими задачами, и было начато изучение феномена р.Кокши. Поскольку участок Шульгинский непосредственно истоки р.Кокши не охватывает, сами они не обследовались; хотя к вопросу возвращались и позже [10,11]. В 2000 году авторами проведено более подробное изучение истоков р.Кокши. Сделана оценка расходов реки и ее истоков, морфологическое обследование, фотосъемка, отобраны пробы воды и изучен их химический состав. Позднее выполнено дешифрирование АФС и топокарт на предмет выявления зон разломов, изучение фоновых материалов. Результаты всей этой работы, с учетом результатов 1976 года и излагаются ниже.

Наиболее важные вопросы: одинаков ли состав вод рек Катунь и Кокши? Каково геологическое строение района? Имеется ли уклон зеркала подземных вод со стороны р. Катунь к истокам р.Кокши? Каковы же конкретные пути движения подземного потока? Чем обусловлено возникновение потока?

#### Химический состав поверхностных вод.

Химический состав воды из истоков р.Кокши приведен в таблице 2. Там же, для сравнения, показан химсостав воды р. Катунь в разные периоды: на тот же день, что и для р.Кокши, у с.Хуторки (12.07.2000); осенью (10.10.2000) у с.Платово; летом (27.8.84) у с.Маймы; средний состав за период 1981-85 годов.

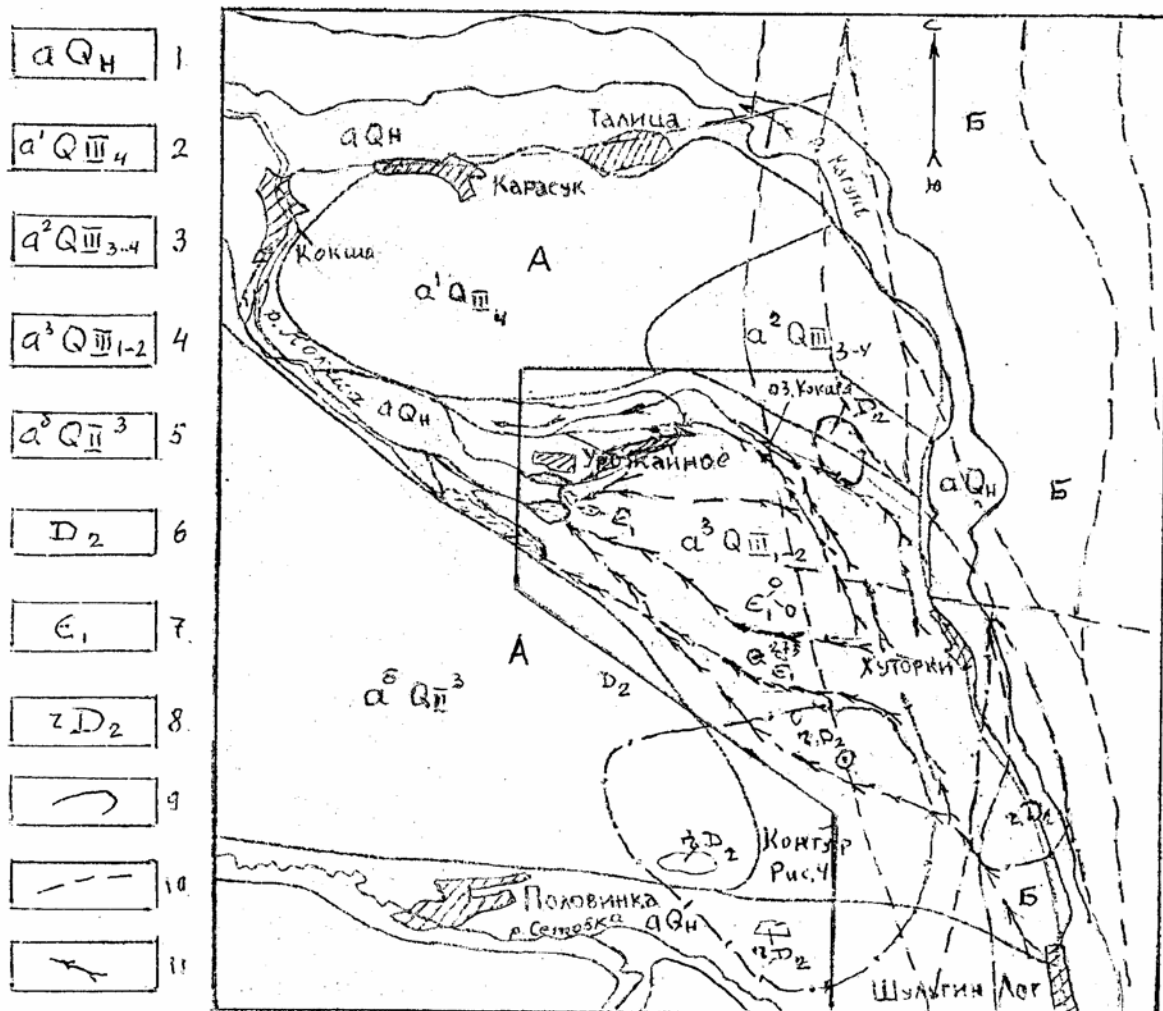
### 2. Химический состав поверхностных вод

№ п/п	Место отбора	№№ проб/ дата	Химический состав									Сумма анионов	Общ мин г/куб. дм	Сух. ост. г/куб. дм
			Катионы мг/куб. дм / мг – экв.					Анионы мг/куб. дм/ мг-экв.						
			Na	Ca	Mg	NH4	Сумма кат.	Cl	HCO3	SO4	NO3			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	р.Урожайная	2/12.7.00	10.3/0.45	29.0/1.45	3.65/0.3	0.03/0.002	43.4/2.2	1.77/0.05	110/1.8	14.8/0.3	2.66/0.04	129/2.2	0.17	0.14
2	Первая Кокша	3/12.07.00	0.66/0.04	33.1/1.65	4.86/0.4	-	47.6/2.47	2.32/0.07	122/2.0	15.7/0.3	4.87/0.08	145/2.47	0.19	0.16
3	Вторая Кокша	5/12.7.00	2.50/0.2	35.1/1.7	3.65/0.3	-	42.5/2.1	2.50/0.2	120/2.0	15.0/0.3	3.00/0.05	140/2.4	0.18	0.16
4	Катунь у с.Платово	6/10.10.2000	0.92/0.04	23.1/1.1	2.42/0.02	0.002/0.0001	26.4/1.39	1.45/0.04	73.2/1.19	6.79/0.14	1.19/0.02	82.6/1.39	0.11	0.07
5	Катунь у с.Хуторки	7/12.07.2000	2.60/0.2	34.0/1.7	3.65/0.3	-	40.3/1.8	2.40/0.07	120/2.2	15.0/0.3	3.5/0.06	141/-	0.18	0.16
6	Катунь у с.Майма	102/27.8.84[8]	16.3/0.71	19.0/0.95	1.22/0.1	1.40/0.08	38.0/1.84	6.40/0.18	9.20/1.5	7.80/0.16	-	106/1.84	0.15	0.13
7	Ср.состав вод р.Катунь	1981-85[8]	5.3-16.3	27-63	1.2-6.1	н/обн-0.1	37-56	2.6-6.3	80-140	6.6-12.4	Н/обн-2.0	105-153	0.15-0.21	0.1-0.15

Из таблицы видно, что тип воды во всех случаях одинаков. Воды гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые с минерализацией 0.15-0.21 г/куб. дм. Осенью (ноябрь-декабрь) минерализация иногда снижается до 0.11г/куб.дм (проба №6). Летом ее величина 0.17-0.19 г/куб.дм (пробы №№ 2,3,5,7,102). Средняя - 0.18 г/куб.дм. То есть воды р.Катунь и истоков р.Кокши одинаковы по составу, а по минерализации пресные и даже ультрапресные. Состав иногда варьирует в сторону увеличения натрия (проба №2) или хлора (пр. №102). Вода истоков р.Кокши (р.Урожайная) содержит больше натрия (до 10.4 мг/куб.дм при среднем около 3.0). По сравнению с периодом 1981-85 годов в 2000 году наблюдалось повышенное содержание нитратов как в р.Катунь так и в истоках р.Кокши (до 4.9 мг/куб.дм в пробе №3). Непосредственно на период сравнения (12.07.2000) составу вод р. Катунь соответствовал полностью состав вод р.Второй Кокши. Больше нитратов и меньше натрия, но больше магния содержала вода р.Первой Кокши при незначительно большей (на 0.1 г/куб.дм) минерализации. Река Урожайная содержала воду с несколько пониженной (на 0.07 мг/куб.дм) минерализацией, пониженным содержанием гидрокарбонатов, но повышенным содержанием натрия. Незначительные нюансы химсостава (до 5%) объяс-

няются, на наш взгляд, как погрешностями определения, так и примесями, привносимыми антропогенным загрязнением (истоки р.Кокши находятся в застройке). Таким образом можно считать, что по составу и минерализации воды истоков р.Кокши соответствуют водам р.Катуни. Состав микрокомпонентов не рассматривался. Отметим лишь, что воды р.Катуни содержат аммоний, железо, марганец, фтор, свинец, цинк, молибден, медь, уран, стронций, селен в концентрациях значительно ниже ПДК. Не отмечено наличия бериллия. В воде истоков р.Кокши микрокомпоненты не определялись.

### Геологическое строение.

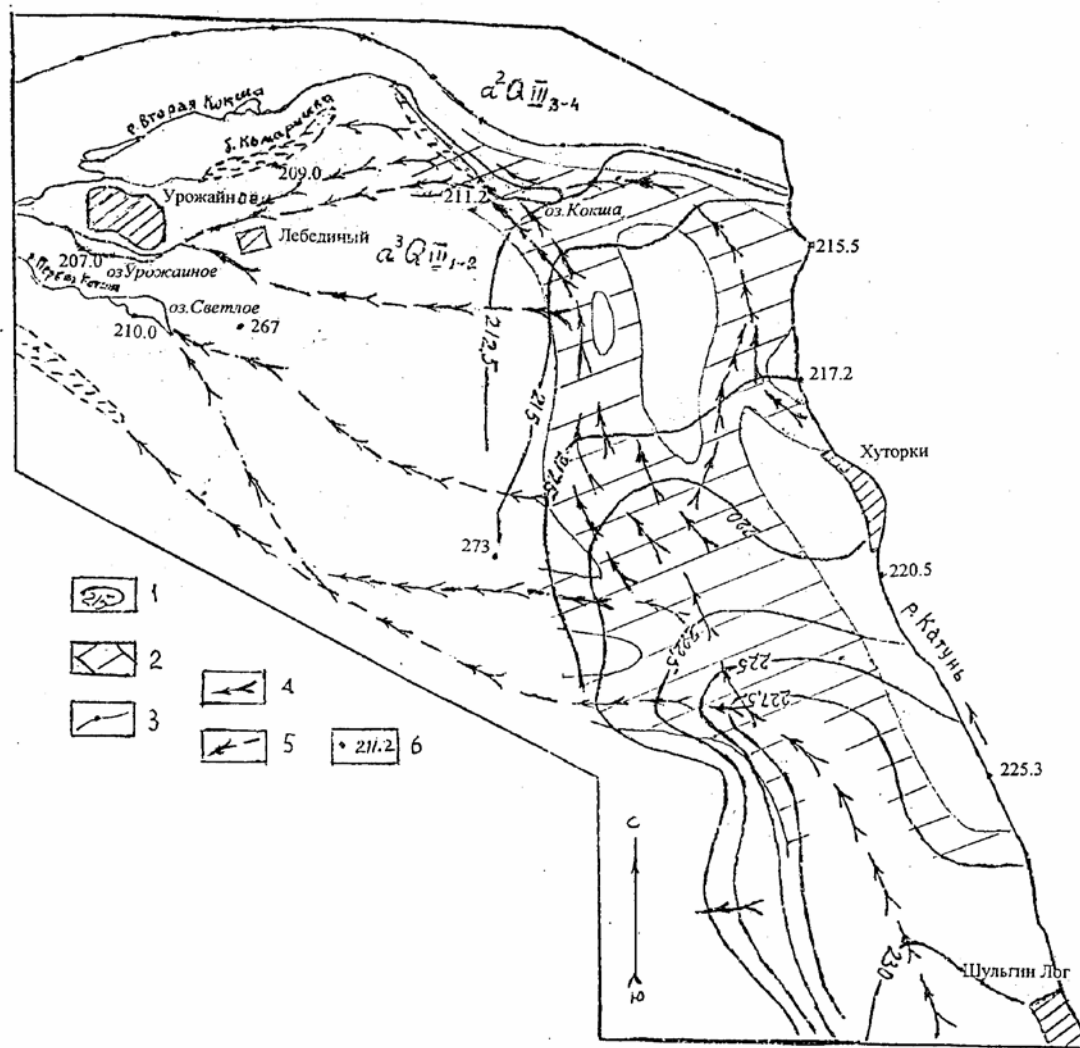


**Рис. 3. Схема геологического строения района.**

1-5 - отложения квартера.: 1. Голоцен, современное звено. Аллювий пойм рек. Пески, галечники, илы. Мощность до 10 м. 2. Верхний неоплейстоцен. Четвертая ступень. Аллювий первой надпойменной (песчанской) террасы. Галечники с валунами, пески с гравием, линзы иловатых суглинков. Мощность до 25 м. 3. Неоплейстоцен. Верхнее звено. Третья-четвертая ступени. Аллювий второй (талицкой) террасы. Галечники с валунами, пески, прослойки суглинков, илов. Мощность до 20 м. 4. Неоплейстоцен. Среднее звено. Первая-вторая ступени. Аллювий третьей (енисейской) надпойменной террасы. Гравийники, галечники с валунами, пески с гравием, супеси, илы; мощность до 25 м. 5. Неоплейстоцен. Среднее звено. Третья ступень. Аллювий бийской террасы. Галечники, пески. Мощность до 25 м. 6. Девонская система. Средний отдел. Лиловато-серые порфириды и их туфы, бурые сланцы. 7. Кембрийская система. Нижний отдел. Лиловато-серые аргиллиты, алевролиты, гравелиты, конгломераты, сланцы. 8. Горные породы гранитоидного состава, нерасчлененные. 9. Геологические границы. 10. Разломы. 11. Направления движения подземных вод. А - Каимский синклиорий; Б - Катунская шовная зона.

Из рассмотрения рисунка следует, что движение вод р.Катуни в сторону р.Кокши начинается в 15-20 км выше истоков, у с. Шульгин лог. Благодаря высокой скорости течения воды в р.Катуни на отдельных участках, создается подпор. Подпор обеспечивает проникновение воды в рыхлые отложения террас, что как раз и наблюдается, когда Катунь выходит из «прижима», расположенного выше с.Шульгин Лог в террасовые отложения на левом берегу. Формируется подземный поток параллельный

реке. Ему способствует высокая водопроницаемость отложений террасового комплекса р.Катуни, достигающая в пятикилометровой полосе от Шульгина Лога до Хуторков 500-1000 кв.м/сутки и более, что отражается на их электрических сопротивлениях, составляющих 1500-3000 ом. Зеркало подземного потока располагается на глубинах от 2-5 до 20-25 м (в среднем на 15-20 м). Мощность рыхлых, крупновалунно-галечных отложений, изменяется от 20 до 70 м с резким уменьшением до 5-20 м на расстоянии 5-6 км от р.Катуни. В трех километрах ниже с.Хуторки поток поворачивает на запад, наталкиваясь на менее проницаемые отложения второй террасы. О меньшей проницаемости свидетельствует большая песчаность (даже с суглинками), что влечет уменьшение электросопротивлений до 400-1000 ом. Отражению потока на запад способствует и встречное им на пути, под второй террасой, тело девонских гранитоидов и серия разломов северо-западной ориентации. Преодолев водораздел на глубинах до 25-30м, поток разгружается на поверхности в виде истоков р.Кокши, питая в первую очередь оз.Кокша и реку Вторую Кокшу.



**Рис. 4. Схема питания реки Кокши водами реки Катуни.**

1. Гидроизогипсы (по данным сейсморазведки и бурения 1976 года на участке Шульгинском). 2. Зоны интенсивного движения подземных вод по данным ЕП (только на участке, где имела съемка ЕП 1976 года). 3. Геологические границы. 4. Направления движения подземных вод. 5. Разломы. 6. Отметки урезов воды в м.

Поверхностной разгрузке способствует резкое уменьшение мощности валунно-галечных отложений до 25-30 м и многочисленные выходы на дневную поверхность докембрийских пород. Впрочем последние на отдельных направлениях, вдоль зон разломов, достаточно проницаемы и через них также идет питание истоков р. Кокши. Наблюдаются несколько таких зон. Первая, отходит от основного потока в 2 км выше с.Хуторки, пересекает водораздел в одном километре южнее сопки «Хуторской» и разгружается в длинный (5 км) линейный (по разлому) безымянный лог северо-западного направления, Из него

течет ручей, впадающий далее в р.Кокшу. Вторая отходит от основного потока в 5 км южнее Хуторков, пересекает водораздел в 2.5 км южнее сопки «Хуторской» и разгружается в тот же Безымянный лог. Имеются другие зоны, более локальные, питающие озеро Светлое, ручей Комаришка, озеро в с.Урожайном. Из всех перечисленных поток вдоль границы второй террасы, на наш взгляд, наиболее мощный, т. к. идет по аллювию. В целом поток приурочен к древней ложбине стока, сложенной отложениями третьей (енисейской) террасы. Наглядно это показано на рис.3.

Отметим следующие обстоятельства: 1) поток из Катуня распадается на ряд «струй», обусловленных неоднородностями строения водоносных горизонтов. Хорошо «промытые» галечники, с коэффициентами фильтрации до 20-50 м/сутки, чередуются с островками и грядами заиленных с суглинками и песками. Соответственно поток идет по первым, обходя вторые. В геофизических полях плохо проницаемые отложения отражаются пониженными сопротивлениями и отсутствием отрицательных аномалий естественного поля. Еще большая неоднородность фильтрационных свойств в палеозойских образованиях. Верхняя часть их разреза находится в зоне выветривания, что обуславливает площадную фильтрацию, но с небольшими коэффициентами (до 1м/сутки). Более проницаемы зоны разломов, где коэффициенты фильтрации на порядок или два порядка выше; 2) Можно оценить абсолютные скорости движения подземного потока. Они будут (при уклонах 1.2-1.3 м/км) несколько выше значений коэффициентов фильтрации - до 60-70 м/сутки. Это на три порядка меньше скорости движения воды в р.Катуня, составляющей 2-3 м/с; 3) На питание Кокши расходуется, как было показано выше, до половины кубокилометра воды в год. Расход Катуня 500-600 куб.м/с, или 15.7- 18.9 кубокилометров в год [8]. Следовательно на питание р.Кокши идет 2.5- 3.2% расхода реки Катуня (без учета подземного стока).

#### **Причины отступления Катуня на северо - восток.**

Что же заставило р. Катунь изменить русло и отступить северо - восточнее? Причины две: 1) В северном полушарии, согласно закону Бэра, у рек подмываются правые берега, следовательно у реки, текущей на север – северо-запад, как у Катуня на данном отрезке, долина мигрирует на восток-северо-восток. 2) Реку Катунь заставил отступить на восток очередной цикл тектонической активизации зоны сопряжения Каимского синклинория и Катунской шовной зоны, произошедший в низах верхнего неоплейстоцена. Блок, расположенный в 5 км к западу от Хуторков и до меридиана с. Кокша, по разлому №1 относительно приподнялся примерно на 30-40 м. Возник водораздел, препятствующий течению реки в старом русле. Это повлекло смещение долины Катуня в северо-восточном направлении и образование второй и первой террас. Поскольку в какой-то момент образовался необходимый для подземной фильтрации уклон, очевидно уже в голоцене (судя по маломощности современных отложений в долине Кокши) образовалась река Кокша. Конечно это лишь наметки к истории развития. Кстати подобная Кокше река есть рядом. Это р. Сетовка, текущая на запад от Катуня в 15 км южнее. Ее отделяет от Катуня тот же водораздел. Отличается от Кокши маловодностью истоков. Видимо вода из Катуня уже не проникает в Сетовку, хотя в среднем плейстоцене, когда образовалась четвертая (бийская) терраса, р.Катунь занимала положение р.Сетовки. Причины отступления ее на северо-восток те же, что и для третьей террасы – закон Бэра и неотектонические подвижки (воздымание юго-западного блока - г.Бабырган). Только несколько раньше – в верхах среднего неоплейстоцена.

**В заключение** подчеркнем, что феномен р.Кокши, заключающийся в мощном истоке, обусловлен подземным питанием из р.Катуня. Подземный поток формируется у с.Шульгин Лог, течет по мощному горизонту валунно-галечного аллювия параллельно Катуня до с.Хуторки, там поворачивает на запад, преодолевает под землей поверхностный водораздел и в 5-6 км от Катуня разгружается в виде серии озер, рек и ручьев, из которых, после слияния, образуется река Кокша. Фактически р.Кокша является протокой р.Катуня, часть которой существует в виде подземного потока, скрытого под землей на глубинах до 25-30 м. Структура потока сложная. Он распадается на ряд «струй», особенно при преодолении водораздела. Поток течет по аллювию, а также по зонам разломов в палеозойских породах. Отметим, что задача решалась комплексным анализом гидрологических, геохимических, геологических, гидрогеологических и геофизических данных.

Надеемся, что наше сообщение будет интересно геологам, географам и широкому кругу читателей, любителей природы.

#### **Литература:**

1. Алтайский край. Атлас. Том I. Москва-Барнаул. 1978.
2. Артамохина В.В. и др. Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Алтайского края. Том 1. Гидрогеологический очерк. М., ВГФ, 1973.
3. Модина Т.Д. Климаты Республики Алтай. Новосибирск, 1997, 166с.
4. Исследование и расчеты речного стока. Под ред. В.Д. Быкова. М., Изд-во МГУ, 1981. 228с.
5. Постникова О.В. Гидрогеологическая карта Кемеровской области и Алтайского края. Гидрогеология СССР, т. XVII, М., 1972.
6. Квасов Б.М., Крестовоздвиженский Ю.М. Отчет по комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1:50000 для целей мелиорации на Шульгинском массиве орошения за 1976-77 г.г. Верх-Катунское, 1978.
7. Крестовоздвиженский Ю.М., Аникеев В.Н., Леоненко А.Ф., Махов В.И. Отчет по комплексной гидро-

геологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1:200000 листа N-45-XXXII. ВГФ, ТГФ, ЗСГПП, Новокузнецк, 1977.

8. Кушнерев А.П., Крестовоздвиженский Д.Ю., Аникеев В.Н., Крестовоздвиженская Г.С. Отчет о предварительной разведке подземных вод для водоснабжения г. Горно-Алтайска, с. Маймы и Катунского промрайона (Отчет Катунской гидрогеологической партии за 1982-85 г.г.). Новокузнецк, 1985. 197 с.
9. Рычков В.М., Логинов В.Т., Михеева А.П. Отчет о полевых геофизических работах для обеспечения комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба 1:50000 для целей мелиорации на участках Барнаульском-1 и Шульгинском и с целью направления поисков пресных вод на участке Завьяловском (Работы ББП АГЭ за 1976 г.) ВГФ, ТГФ, АГЭ, АГГЭ, Майма, 1977.
10. Рычков В.М., Власова Г.А., Рычкова С.И. Результаты опытно-методических работ и переинтерпретации геофизических материалов для целей гидрогеологии по Степному Алтаю. (Отчет ББП АГЭ за 1985-92 г.г.) ВГФ, ТГФ, АГЭ, АГГЭ. Майма, 1992. 299 с.
11. Рычков В.М., Рычкова С.И. Геофизика для решения задач гидрогеологии и поисков нерудного сырья в Алтайском крае. //Геофизические методы при разведке недр и экологических исследованиях. (Тезисы докладов Всероссийского научно-технического совещания, посвященного 50-летию кафедры геофизики ТПУ, 18-20 марта 1996 года. Томск, 1996, с. 85-86.
12. Захаров А.К., Захарова И.А. Геологическое строение и полезные ископаемые площади листов N-45-136-Б,Г.(Отчет Майминской партии о результатах глубинного геолого-геофизического изучения района в масштабе 1:50000 за 1968-72 г.г.). Майма, 1972.