

УДК 626.816.+523.9-1/-8 (282.255.21)

**ВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ ОБЪЕМА ВОДЫ В ТОКТОГУЛЬСКОМ
ВОДОХРАНИЛИЩЕ В СВЯЗИ СО СТОКОМ РЕКИ НАРЫН**

Каримов К.А., Алибаева Г.К.

Институт физико-технических проблем и материаловедения НАН КР

Аннотация. В работе рассматриваются временные вариации изменений стока реки Нарын, а также вариации объема воды в Токтогульском водохранилище.

**TEMPORAL VARIATIONS IN THE VOLUME OF WATER IN THE
TOKTOGUL RESERVOIR IN CONNECTION WITH THE RUNOFF OF THE
NARYN RIVER**

Karimov K.A., Alibaeva G.K.

The Institute of Physical and Technical Problems of Materials Science, National
Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Summary. The summary considers the temporal variation of changes in runoff of the Naryn River, as well as variations in the volume of water in the Toktogul Reservoir.

Кыргызстан - горная страна, в которой ледники занимают до 5 % от общей территории. По данным гляциологов ледники в Кыргызстане занимают практически всю западную половину внутриконтинентальной и горной гряды Тянь-Шаня и части хребта Памиро-Алая и имеют устойчивое оледенение. Общеизвестно, что наполняемость водой Токтогульского водохранилища в основном обеспечивается притоком в него воды из реки Нарын. В реку Нарын, начиная с г. Нарын, вливаются два больших притока, это Малый Нарын и Большой Нарын. Истоки Малого и особенно Большого Нарына берут свое начало далеко в горах Тянь-Шанских хребтов и исходят из ледников, расположенных в высокогорье на высотах более 3000 метров. Таким образом, истоки рек Малого и Большого Нарына питаются за счет таяния ледников, а дальше по ходу течения они подпитываются подземными водами и осадками в виде дождя, выпадающими преимущественно в переходные сезоны года. Максимальное наполнение реки Нарын осуществляется в период абляции ледников в летний период. Максимальное наполнение Токтогульского водохранилища происходит в осенне- зимний период.

Рассмотрим временную изменчивость наполняемости Токтогульского водохранилища, начиная с 1990 года. По нормативам при строительстве Токтогульского водохранилища была допущена его наполняемость в 19 млрд·м³. Считалось, что этого уровня вполне достаточно на ближайшие 50 лет.

Далее приведем данные по общему объему накопленной воды в Токтогульском водохранилище за последний период времени до 2013г., взятые по данным МЧС КР.

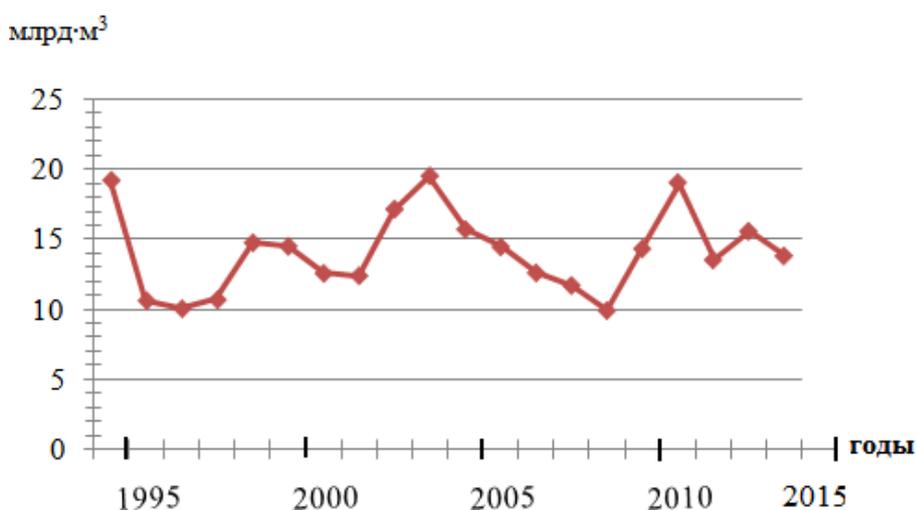


Рис 1. Межгодовые вариации объема воды в Токтогульском водохранилище

На рис. 1 приведены данные временных вариаций объема воды в Токтогульском водохранилище в миллиардах кубических метров (млрд·м³) за период времени с 1994 по 2013 годы. Из данных, приведенных на рис. 1, видны три

экстремальных значения объема уровня воды, приходящиеся на зимний период 1993 г, 2002 г, 2010 г. Как видно, в первых двух максимумах объема воды достигал 19,5 млрд·м³, а в третьем максимуме достигал 19,2 млрд·м³. Минимальное значение уровня воды в этот период составляло 10,0 млрд·м³ (фоновое значение до 1990года). Как видно, перепад уровня воды в водохранилище составлял двукратное превышение. Проектируемый критический уровень воды в водохранилище рассчитан по данным МЧС на 19,5 млрд·м³. Приводимые данные по объему воды национальной энергетической сети КР несколько ниже, чем данные МЧС КР, приведенные на рис. 1. Тем не менее, по данным прессы, из радио и телевидения общеизвестно, что зимой 1993 и 2003 г. наполняемость водой достигло критической отметки, более 19,5 млрд·м³ и вода начала переливаться через края. Потоки воды, не планируемые в зимний период, хлынули в Ферганскую долину Узбекистана. Это привело к непредсказуемым последствиям.

Зимние паводки стали ежегодными. Топило речные террасы в Ферганской долине. Затем мощный поток прорезал Каракумское водохранилище и двигался еще полсотни километров по таджикской земле. От Бекабада река перемещалась сотню километров по Узбекистану, продолжая наполняться от боковых притоков рек. Далее, границы воды вплотную подошли к Чардарьинскому водохранилищу, это казахстанская территория, и далее вплоть до самого Арала. Факт перелива воды через края водохранилища остается бесспорным.

Примечательно то, что эти 3 максимума по времени совпадают с тремя максимумами стока реки Нарын в Токтогульское водохранилище. В последнюю очередь приходится на три максимума 22, 23 и 24 циклов солнечной активности.

В связи со спадом солнечной активности после 2013 года резко снижается и сток воды в реке Нарын в 2013 г. Надо полагать, что, как сток реки Нарын, так и наполняемость Токтогульского водохранилища, возрастет до уровня, существовавшего до 1990 года. Как видно из работы, основные аномалии объема воды в Токтогульском водохранилище связаны с аномально большими значениями в стоке реки Нарын. Последние, в свою очередь, напрямую связаны с повышенным таянием ледников, в периоды максимумов солнечной активности.

Рассмотрим основные причины наполняемости Токтогульского водохранилища. На рис. 2 приводятся данные притока реки Нарын в Токтогульское водохранилище, начиная с 1980 г. и по настоящее время до 2012г. Данные взяты по измерениям на гидрологической сети Кыргызгидромета, которые проанализированы в работах [1,2]. Из рис. 2 видно, что, начиная с 1994 по 2004 годы, произошло в целом значительное увеличение стока воды с 3,1 до 3,5 км³ при фоновых значениях 2,6-2,8 км³.

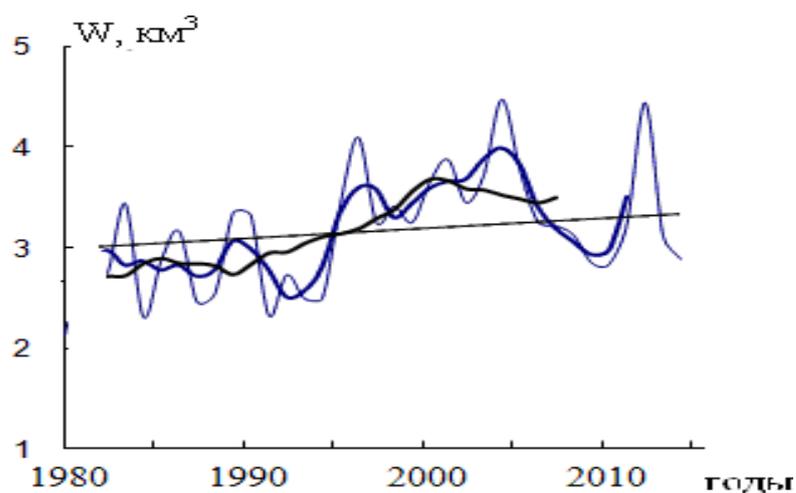


Рис.2. Межгодовые вариации стока по реке Нарын (г. Нарын)

Такое возрастание «фоновых» значений может быть подтверждено данными, приведенными на рис. 3. На рис. 3 приводятся отклонения глобальной температуры приземного слоя атмосферы от ее среднего за период с 1980 по 2010 г.г. Из рис. 3 следует, что за периоды с 1990-1995 по 2005-2008 годы отмечается повышение температуры от $0,3^{\circ}\text{C}$ до $0,7^{\circ}\text{C}$, т.е. практически в 2 раза. Следует отметить, что в Кыргызстане по данным Кыргызгидромета отмечалась максимальная температура в 1995-1997 годах, по России максимальное значение температуры было отмечено в 2002-2005 г.г.

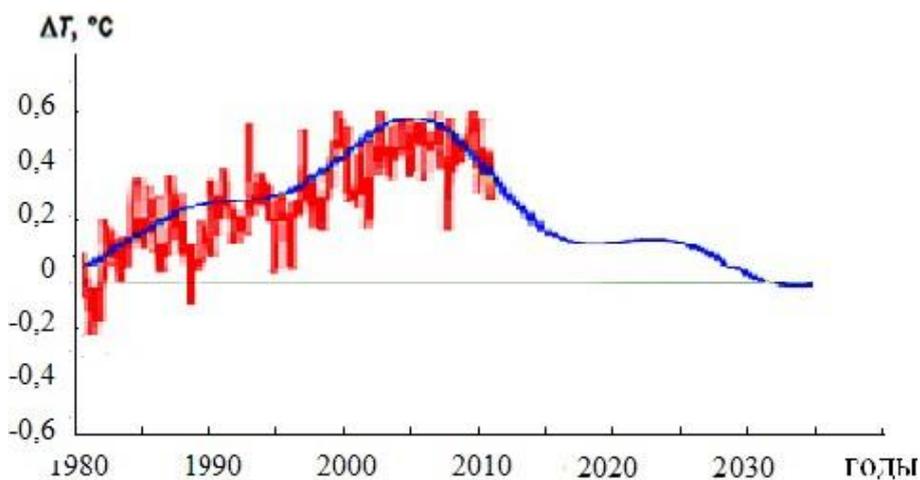


Рис.3. Отклонения глобальной температуры приземного слоя атмосферы от ее среднего значения, взятого за период с 1980-2013 гг. (штриховая кривая) и прогноз (сплошная).

В целом за этот период глобального потепления при возрастании температуры с $0,3^{\circ}\text{C}$ до $0,7^{\circ}\text{C}$ приток воды в реке Нарын возрос с $3,1 \text{ км}^3$ до $3,5 \text{ км}^3$ по вышеизложенным причинам. За счет глобального потепления возросла интенсивность таяния снега и льда, что привело к значительно большему притоку талой воды в малые притоки реки Большого и Малого Нарына. На фоне среднего уровня повышения температуры приток воды, как видно из рис. 1, приводит к 3-м

резким скачкам значений в полном стоке р. Нарын. Это 1994, 2002, 2010 годы, когда максимальный сток р. Нарын возрастал от среднесглаженного значения $3,5 \text{ км}^3$ до $4,1 \text{ км}^3$ в 1994 г., и до $4,6 \text{ км}^3$ в 2002, 2010 годах. Такое резкое возрастание стока воды за короткий период от 17 до 30% можно связать с 22, 23 и 24 циклами солнечной активности. На рис. 4 приводится динамика солнечной активности с 22 по 24 циклы. Из приведенного рисунка следует, что на 1990-1992, 2002 и 2010-2012 годы приходится максимум солнечной активности, связанный с максимальным притоком радиации. С этими же годами совпадают и годы максимального стока реки Нарын.

Классическая 11-летняя солнечная цикличность, строго говоря, не вполне 11-летняя, а варьирует от 8 до 13 лет. Экстремальные значения в стоке реки Нарын после 1980 года следуют друг за другом через 12, 9 и 9 лет. Максимумы солнечной активности за этот период следуют через 10, 9 и 10 лет.

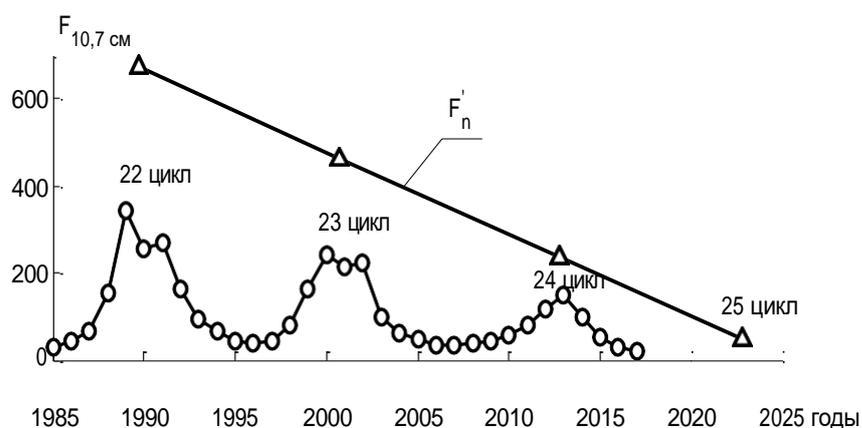


Рис. 4. Зависимость прямой солнечной радиации от чисел Вольфа с 22 по 24 циклы солнечной активности

Нужно отметить, что периоды максимальной солнечной активности отмечаются на 1-1,5 года раньше максимальных значений в экстремумах стока реки Нарын. Эту задержку обычно связывают с прямым воздействием инфракрасного теплового излучения Солнца на океан, а затем, уже спустя годы, и на атмосферу Земли. Эти данные подтверждаются нами в работе [3].

Рассмотрим основные факторы, влияющие на изменения режима стока реки Нарын в различные циклы солнечной активности. Известно, что, начиная с 1992 года, происходило интенсивное таяние ледников, которое по данным, приведенным на рис. 5, определялось максимальными значениями стаивания, связанного с притоком возросшей солнечной радиации. Известно, что радиационное тепло от Солнца составляет до 70% в абляции ледников. Радиационный приток существенно изменяется во времени, в зависимости от 11-летнего цикла солнечной активности. Осадки, выпадающие на ледники, только усиливают стоки талых вод.

Как видно из рисунка 5, нулевая изотерма в период максимума солнечной активности в 1977 году была в среднем на 300 м выше, чем в холодном 1972 году [4,5].

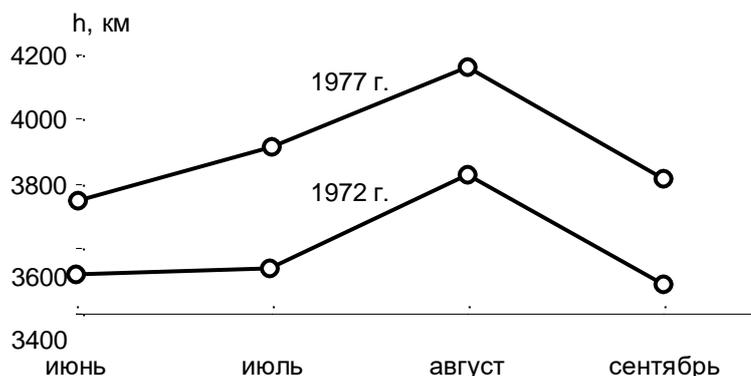


Рис. 5. Изменение высоты нулевой изотермы за период конца 22-го и начала 23-его циклов солнечной активности, 1972- минимум солнечной активности, 1977- максимум солнечной активности

На рис. 6 приведено количество стаявшего льда за период абляции с 1956 по 1967 год на примере ледника Карабаткак по данным Тянь-Шанской физико-географической станции.



Рис.6. Вариации величины поверхностного стаивания ледника Карабаткак

Данные, приведенные на рис. 6, характеризуют величину стаивания ледника в сантиметрах за весь период абляции. Из рис. 6 хорошо видны различия в величине стаивания ледника от максимума в 250 см к минимуму в 100-200 см за период абляции. Таким образом, эти различия составляют 130-150 см при средней величине за весь период в 170 см. Как видно, эти различия в таянии ледников от максимума и минимума солнечной активности составляют величину до 35%. Эти данные могут быть использованы в долгосрочном прогнозе таяния ледников и стока талой воды на примере рек Малого и Большого Нарына. С другой стороны, влияние солнечной активности отражается и на изменениях высоты нулевой изотермы, как ее принято называть, «нулевки». Эти изменения проанализированы в период времени, близкий к минимуму и максимуму солнечной активности и приведены на рис. 5. Вопрос о том, что ледники могут скоро растаять, это вопрос чисто риторический. Толщина ледников в Тянь-Шане достигает 300-500 м, и, как показывают гляциологи, для полного стаивания ледников потребуется от 500 до 600 лет.

Заключение.

В работе рассмотрена связь временных вариаций наполняемости водой Токтогульского водохранилища с вариациями стока реки Нарын.

1. Показано, что экстремальные значения в стоке реки Нарын и наполняемости Токтогульского водохранилища с 1980 по 2013 годы коррелируют с максимальными значениями солнечной активности в 22, 23 и 24 циклах.

2. Учитывая существенный спад солнечной активности после 2014 года, можно предположить, что объем воды в Токтогульском водохранилище в ближайшие 5 лет снизится до 8000-10000 млрд·м³.

Литература

1. Жунушова Г.Ш. Солнечная активность и сток рек. - Физика 2012, №1, с. 57- 60.
2. Каримов К.А., Жунушова Г.Ш. Колебания температурного режима в высокогорных районах Кыргызстана и солнечная радиация. - Изв. НАН КР, 2005, №3, с. 46-49.
3. Каримов К.А., Гайнутдинова Р.Д. Механизмы долго периодных изменений температурного режима нижней атмосферы. - Физика 2012, №1, с. 20-26.
4. Васильев И.А, Алехина В.М Об изменении уровня воды в Токтогульском водохранилище. - Тр.Межд.конференции по распространению упругих и упругопластических волн. Бишкек, 2009. с. 116-119
5. Калашникова О.Ю. К вопросу о гидрологических прогнозах весенне- летнего стока горных рек. - «Метеорология и гидрология в Кыргызстане». Бишкек, 2003, КРСУ. Вып.3.