

2001-280

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ ИМ. М.М. АДЫШЕВА

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И КУЛЬТУРЫ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМ. АСАНАЛИЕВА У.А.**

На правах рукописи
УДК 551.482.2 : 502.7 (575.2) (043.3)

КАРАМОЛДОЕВ ЖУМАКАДЫР ДЖЕКШЕНОВИЧ

**ФОРМИРОВАНИЕ СТОКА РЕК КЫРГЫЗСТАНА В МАЛОВОДНЫЙ
ПЕРИОД И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Специальность 11.00.11 – охрана окружающей среды
и рациональное использование
природных ресурсов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
доктора географических наук

Бишкек 2001

Работа выполнена на кафедре Экологии и безопасности жизнедеятельности Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры

Официальные оппоненты: доктор географических наук,
академик НАН КР **Оторбаев К.О.**

доктор географических наук,
профессор **Дж. Достайулы**

доктор экономических наук,
профессор **Атышев К.А.**

Ведущее учреждение: Казахский государственный
университет им. Аль-Фараби

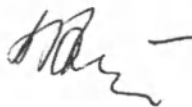
Защита диссертации состоится "24" мая 2001 г. в 14 часов на заседании Диссертационного Совета Д.0400109 при Кыргызском Горно-металлургическом институте МО и К и Институте геологии НАН КР

Адрес: 720001, г. Бишкек, проспект Чуй, 215, Кыргызский горно-металлургический институт. Факс: 8-3312-217843

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского горно-металлургического института МО и К

Автореферат разослан "10" апреля 2001г.

Ученый секретарь
Диссертационного Совета
к.г.-м.н., профессор



В.Ф.Ким

Введение.

Актуальность работы определяется тем, что проводимые в Кыргызстане реформы не могут быть реализованы без комплексного подхода в решении водохозяйственных проблем, в том числе рационального использования и охраны водных ресурсов. До настоящего времени основное внимание уделялось гидрологическим расчетам и прогнозам за вегетационный период, что прежде всего связано с орошаемым земледелием в Центральной Азии. Однако в связи с увеличением числа рассредоточенных малых и средних перерабатывающих предприятий, населенных пунктов, развитием фермерских хозяйств требует планирования водохозяйственных мероприятий по их бесперебойному водоснабжению на маловодный период. Особую значимость исследования минимального стока приобретают в связи с восстановлением экологически безопасных малых ГЭС.

Наряду с этим к настоящему времени накопились данные наблюдений и введенные в последнее время новые нормативы по определению расчетных гидрологических характеристик, требующих пересмотра и уточнения представлений о пространственно-временной изменчивости минимального стока горных рек. Это влечет необходимость совершенствования расчетов на основе использования более длительных рядов, для решения комплекса водохозяйственных задач с учетом их охраны и рационального использования.

Цель и задачи исследования – провести анализ формирования, усовершенствовать методы расчета и прогноза, оценить ресурсы речного стока за маловодный период для охраны и рационального использования водных ресурсов Кыргызстана.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ формирования и многолетних колебаний стока рек Кыргызстана в маловодный период.
2. Выявить закономерности пространственно-временного распределения минимального стока.
3. Разработать методику прогноза минимального стока с различной заблаговременностью.
4. Разработать методы расчета стока рек, при наличии и недостаточности материалов наблюдений.
5. Оценить ресурсы речного стока за маловодный период и провести их анализ, для охраны и их рационального использования

Фактическая основа и методика исследований. При работе над диссертацией автор опирался на существующие методы анализа пространственно-временной изменчивости минимального стока, на опыт его расчетов и прогнозов в горных условиях. Широко применялся статистический анализ и метод географических обобщений. Основными источниками

материалов послужили справочники и фондовые материалы Департамента по "Гидрометеорологии", Агентства по "Геологии и минеральных ресурсов", Института геологии им. М.М. Адышева, Тянь-Шаньской высокогорной физико-географической станции, Института Водных проблем и гидроэнергетики Национальной Академии наук Кыргызской республики. Использовались данные многолетних наблюдений за речным стоком 129 гидропостов и имеющейся сети метеостанций. исследуемые водосборы расположены в верхних частях бассейнов на высотах 1000-2000м и выше. Используются данные наблюдений по 1995 год со средней продолжительностью около 60 лет.

В работе также привлечены аэроснимки по территории Кыргызстана, особенно для труднодоступных высокогорных участков, а также материалы экспедиционных исследований, полученных при участии автора.

Научная новизна заключается в том, что впервые:

1. выявлены генетико-статистические закономерности пространственного распределения и многолетних колебаний минимального стока, на основе которых разработана методика прогноза месячного стока с различной заблаговременностью;
2. получены зависимости для расчета минимального стока рек Кыргызстана, на которых не достаточны или отсутствуют материалы наблюдений.
3. оценены ресурсы речного стока за маловодный период и их распределение по административным областям;
4. предложены гидрологические показатели, необходимые для планирования водо-охраных мероприятий и рационального использования стока рек Кыргызстана.

Практическое значение работы заключается в следующем.: выполненные автором разработки явились частью плановых научно-исследовательских работ, проводимых институтом Геологии и Институтом Водных проблем и гидроэнергетики НАН Кыргызской республики по темам: "Исследования природных комплексов Юго-Западного Тянь-Шаня" (1976-1980гг.), "Высокогорные озера СССР" совместно с ИВП АН СССР (1981-1985), "Оценка взаимосвязи поверхностных и подземных вод для разработки научных основ комплексного использования и охраны водных ресурсов Иссык-Кульского и Чуйского бассейнов" (1985-1990). Исследования являлись частью составленной карты "Районирования территории Кыргызской ССР по степени обеспеченности питьевой водой" (1989г). Разработанная методика долгосрочного прогноза минимального стока рек Северной Киргизии внедрена для практического использования в Управление "Киргизгидромет".(1988). "Оценка параметров среднегодового и внутригодового распределения стока рек Кыргызстана и разработка методов прогнозного расчета расходов различной обеспеченности и методики экономической оценки поверхностных вод, используемых на орошение" (1992-1995), "Научные основы оптимизации

использования водного и гидроэнергетического потенциала с целью достижения устойчивого экономического развития Кыргызстана" (1997-1999).

Разделы: "Анализ формирования минимального стока рек Кыргызстана для оптимизации его использования" и "Разработка основных направлений по развитию водно-земельных ресурсов Кыргызской республики". Наряду с этим по заданию ДП "Кун" при Правительстве Кыргызской Республики выполнила "Карта потребителей нетрадиционной энергетики" 1:500 000 МБ (1994-1995) и принята заказчиком. Автор являлся ответственным исполнителем.

Результаты исследований вошли в итоговые отчеты ряда крупных тем выполненных в рамках заданий АН и ГКНТ СССР, АН и Кабинета Министров Кыргызстана. Были использованы в энциклопедиях – "Киргизская ССР", "Географический энциклопедический словарь", "Кыргыз жергеси", "Чуйская и Таласская область", Монографии "Сток горных рек в маловодный период, его расчеты и прогнозы" (1994).

Материалы и результаты исследований по методике расчетов и прогнозов стока горных рек, рациональному использованию водных ресурсов применяются в системе Министерстве образования и науки Кыргызской республики в курсах вузовских лекций: "Комплексное использование водных ресурсов", "География Кыргызстана", "Учение о гидросфере", "Гидроэкологические проблемы Кыргызстана".

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на Международных (Москва, 1985; Минск, 1987; Чолпон-Ата, 1996; Бишкек, 1996, Всесоюзных (Фрунзе, 1980, Таллин, 1988, Алма-Ата, 1993), Межреспубликанских (Ош, 1990,1993; Пржевальск,1990; Бишкек, 1999) симпозиумах, конференциях, совещаниях, съездах географического общества, а также на Ученых Советах и конференциях Института геологии, ИВП и ГЭ НАН КР.

Публикации. Основные положения работы опубликованы в 34 работах, в том числе 1 монографии, 3 учебно-методических.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы (241 наименований) и приложения. Общий объем работы 233 страниц, в том числе 29 таблиц и 28 рисунков.

Основные защищаемые положения.

1. Анализ формирования стока рек в маловодный период показывает, что основное влияние на их формирование оказывают подстилающая поверхность и высотное расположение водосборов. В совокупности с климатическими условиями наблюдается различная продолжительность маловодного периода влияющая на возможность использования ресурсов речного стока. (Глава 1,2).

В области формирования стока рек Кыргызстана преобладают горные комплексы, рельеф которых создавался на фоне тектонических поднятий и

процессов денудации. Промежуточное положение занимают предгорный и предгорно-долинный комплексы. В области рассеивания и транзита стока на фоне преобладания прогибаний и процессов аккумуляции продуктов разрушения горных пород основное распространение получили области распространения подгорно-равнинного комплекса.

Днища внутригорных котловин представлены аккумулятивными равнинами, окруженные горными склонами. Сложены они в основном аллювиом принесенным реками с окружающих горных склонов. Так, как сток из котловин затруднен и слагающий их материал водопроницаемый, создаются хорошие условия для накопления грунтовых вод. Наиболее пониженные части котловин в разной степени заболочены. В отдельных внутригорных котловинах хорошо выражен древнеморенный рельеф. Повсеместно на склонах хребтов наблюдаются различные формы ледниковой аккумуляции. Древнеморенный рельеф занимает большие пространства на нагорных равнинах - сыртах и слабодисселированных высоких горах оказывая большое влияние на характер формирования стока рек Кыргызстана в маловодный период.

Согласно особенностям современного геолого-тектонического строения разномасштабных впадин на территории Кыргызстана выделяется два типа гидрогеологических структур: гидрогеологический массив трещинных, трещинно-жилых вод горного обрамления и пластово-водонапорную систему осадочных образований, слагающие собственно артезианские бассейны. Наибольший интерес, представляют гидрогеологические массивы, где формируется сток рек в маловодный период. Артезианские бассейны часто выступают областями рассеивания стока или транзита.

Для Кыргызстана характерно неравномерное распределение осадков по территории и по высоте. Данные сети метеостанций расположенных в пределах исследуемой территории показывают, что характерным для всего района является увеличение увлажнения с запада на восток и по высоте.

Отличительной особенностью территории является преобладание летних осадков над зимними, а на склонах хребтов начиная с 2600-2700 м наблюдается равное количество твердых и жидких осадков. На высоте выше 4000-4200 м, осадки выпадают только в твердом виде. На равнинной части территории таяние происходит интенсивно и продолжительность снеготаяния составляет от 4 до 20 дней. На высотах 2500 м, в 25-30% случаев снежный покров сходит полностью до наступления устойчивых положительных температур, за счет частых оттепелей. Средняя интенсивность снеготаяния на высоте до 2200 м составляет от 5 до 21,2 мм сут., на равнине может доходить до 30-40 мм сут.

Температурным фактором зимнего стока является продолжительность холодного периода в течении которого происходит истощение запасов подземных вод гидрогеологических массивов. Поверхностное питание при устойчивом холодном периоде отсутствует. В территориальном плане температурные различия незначительные. Разница в температурах

прослеживается с увеличением высоты. Данные показывают, что годовой ход температуры воздуха в целом зависит от высоты расположения метеостанций. Так для метеостанции Байтик, расположенной на высоте 1579 м, переход температуры через 0° происходит в конце марта в сторону положительных температур, а в сторону отрицательных - в конце октября. Для высоко расположенных станций наблюдаются круглогодичные отрицательные температуры, а в летние месяцы близкие к нулю.

Вследствие длительности и многоступенчатости процесса формирования стока рек в маловодный период, прямая связь с осадками не прослеживается: для всех исследуемых рек коэффициенты корреляции минимального стока с осадками незначительно отличаются от нуля. В то же время наблюдается общее соответствие между распределением по территории количества выпадающих осадков и величины стока за маловодный период.

Основным источником питания рек в маловодный период являются различные горизонты подземных вод. Кроме всех прочих источников имеет повсеместное распространение и составляет наибольший удельный вес. Подземные воды, в основном формируются тальными и дождевыми водами, претерпевшими трансформацию на водосборах рек. Соотношение различных типов вод в стоке рек изменяется в широких пределах в зависимости от дренирования, гипсометрическими характеристиками бассейнов рек.

Все реки Кыргызстана со всеми типами внутригодового распределения их стока, можно объединить в группу рек с половодьем в теплую часть года с особенностями Тянь-Шаньского, Алтайского и Казахстанского типов. Последние представляются мелкими предгорными и низкогорными речками с дружным весенним половодьем, на сток которых приходится незначительная доля в общем водном балансе. Часть рек относится к рекам горноарктической зоны холодного климата с летним половодьем (реки узла оледенения Киргизского хребта - Ала-Арча, Аламедин, Сокулук, Иссык-Ата и западной наиболее приподнятой части хребта Тескей Ала-Тоо - Аксуу (Арашан), Турген-Аксуу, Каракол), М.Нарын, Б.Нарын, Атбаши, Кокомерен, Чаткал, Акбура и др., основная часть которых принадлежит к рекам горнолесной зоны умеренного климата с весенне-летним половодьем. По генетическим признакам в годовом ходе стока рек исследуемой территории выделяется три фазовооднородных периода.

1. Весеннее, формирующееся тальными водами сезонных снегов, накопленных в нижних и средних ярусах горных склонов. Его объем определяется в основном, атмосферными осадками предшествующей зимы и текущей весны. По времени весеннее половодье приурочено к периоду апрель-июнь.

2. Летнее половодье, приурочено к периоду июль-сентябрь, формируется преимущественно тальными водами высокогорных снегов, снежников и ледников.

3. Половину года с октября по март, занимает осенне-зимняя межень, когда речной сток формируется преимущественно за счет истекания воды аккумулятивной в бассейне за предшествующий период.

Маловодье характеризуется относительно устойчивыми и небольшими расходами воды, плавно снижающимися к началу половодья. Внутрисуточные колебания температур в это время не наблюдаются.

Для некоторых районов отмечается высокий внутриледниковый и подледниковый сток. Однако, как показывают В. Л. Шульц, Г. Н. Голубев, в период минимального стока роль ледникового питания незначительна. Это хорошо показано на примерах, где сток рек с сильно развитым оледенением ничем не выделяется на фоне рек у которых отсутствует оледенение. Подобный анализ проведен для рек Кыргызстана, где значения слоя минимального стока у рек Чон-Урюкты, Ойтал, Тюп, Джергалан, не имеющих оледенения, оказался равным или выше на 2-4 мм, чем у рек Джеты-Огуз, Барскаун, Чон-Кызыл-Суу, имеющих развитое оледенение.

Для выявления устойчивости спада половодья проанализированы гидрографы характерных рек Кыргызстана. На реках с высокими водосборами показатели коэффициента истощения (α), всегда выше, чем в более низких водосборах. Наряду с этим, на протяжении самого спада наблюдается интенсивность меняющаяся из года в год. Как отмечает А.Н. Важнов, это происходит вследствие различной в объеме накопления подземных вод, с одной стороны, и различного распределения их по водоносным горизонтам, с другой. Результаты расчетов показывают, что из 32 для 27 рек, существует три вида кривой интенсивности спада. Для остальных рек с низкими водосборами и имеющими внутригорные впадины выделяется одна плавная кривая спада. Продолжительность маловодного периода для рек Кыргызстана различная и составляет в среднем 5 месяцев (ноябрь-март). Маловодный период прерывается во второй половине марта частыми оттепелями, на реках с южной экспозицией и относительно невысокими водосборами. Наиболее маловодный период наступает в различное время, в зависимости от высоты водосборов. Так, в бассейнах со средней высотой более 2000 м этот период, продолжительностью 10-15, иногда 70 дней, наблюдается зимой, преимущественно в феврале-марте, а на отдельных реках: Исфайрамсай - уроч. Лянгар, Сох - с. Сары-Канда, Ходжарбакирган - с. Андархан, Жумгал - с. Чаек и в апреле.

Многолетнее промерзание воды формирует подземное оледенение или многолетнюю криолитозону. Сезонное промерзание-оттаивание образует деятельный сезонно-талый слой в области криолитозоны и сезонно-мерзлый в подвергающихся регулярному промерзанию районах.

Для горных территорий альпийскую вечную мерзлоту можно разделить на два высотных пояса: пояс островной и пояс сплошной вечной мерзлоты. На основе исследований о связи тектоники и подземного оледенения показано, что

нижняя граница вечной мерзлоты в общих чертах повторяет рисунок тектонической структуры и поднимается на антиклинальных участках. Следует отметить, что для поверхностного стока происходит резкое увеличение градиента стока не от перехода от субальпийского пояса к альпийскому, как отмечается в многочисленных гидрологических исследованиях, а при переходе от зоны прерывистого распространения многолетней мерзлоты к смешанному-повсеместному распространению вечной мерзлоты. Смена растительных ландшафтных высотных поясов происходит в основном под воздействием внешних климатических факторов, а именно особенностей температуры и увлажнения горных хребтов. Распространение мерзлых пород может отсутствовать вдоль обводненных тектонических разломов, по руслам крупных рек, в песчаных массивах южных склонов, под крупными ледниками и озерами которые могут находиться в различных ландшафтных поясах. Полевые исследования показали, что для основной части рек в гидрогеологических массивах характерно слабое развитие аллювиальных отложений (мощность до 10 м), формирующих подрусловый сток. Реки, в основном протекают по палеозойскому фундаменту, что указывает на отсутствие или незначительную величину бассейновых подрусловых запасов. Выявлено, что независимо от местоположения водосборов рек по территории и по высоте, различия между суточными и среднемесячными (соответственно 5,10,30 - дневными) минимальными расходами незначительная зависимость тесная (рис.1,2), что подтверждает генетическую однородность питания реки в межень, особенно в период месячного минимального стока, когда подземные воды достигают наибольшего истощения.

2. Защищаемое положение связано с оценкой характеристик многолетних колебаний минимального стока. Разработкой методики прогноза стока рек за маловодный период, базирующейся на устойчивости спада гидрографа. (Глава 3,4).

Для крупных природных регионов, таких как Северный Кыргызстан, Внутренний Тянь-Шань, Центральный Тянь-Шань, Южный Кыргызстан выявлены отдельные многоводные и маловодные годы. Следует отметить, что для отдельных речных бассейнов наблюдается 3-5 летние многоводные или маловодные периоды.

В целом, для бассейна р. Нарын, высокие значения наблюдаются в 1942, 1944, 1953, 1954, 1955, 1979, 1980, 1989 1991, тогда как низкие в 1940, 1951, 1958, 1962, 1969, 1978 и 1986 годах. Как видно из данных, наблюдаются группы многоводных лет.

Южный Кыргызстан, куда вошли реки горного обрамления Ферганской впадины, имеют синхронность колебаний, характерной по годам, только для указанного региона. Так, высокие значения наблюдались в 1953, 1954, 1955,

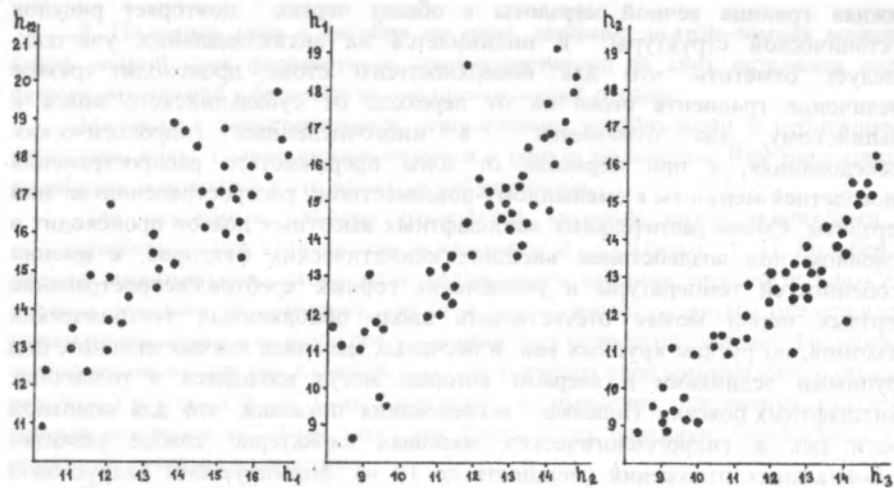
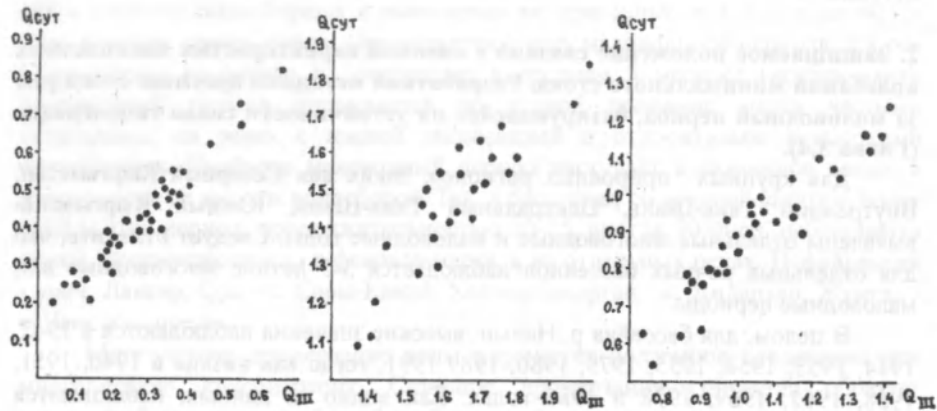


Рис.1 Связь между слоями стока различных месяцев реки Аламедин.



р. Чон-Койсу р. Чон-Аксу р. Иссык-Ата
Рис.2 Связь суточного и среднемесячного минимального стока типичных рек Кыргызстана.

1969, 1970, 1971, 1987, 1988, 1989, а низкие в 1933, 1937, 1940, 1942, 1957, 1976, 1986 годах.

Для рек бассейна Сары-Джаза характерно чередование 2-3 летних, как высоких показателей наблюдаемых в 1965, 1966, 1970, 1971, 1981, 1982, 1988, 1991 годах, так и низких, отмеченных в 1962, 1963, 1979, 1980, 1986, 1987 годах.

Совпадение экстремальной водности по отдельным годам для всей территории Кыргызстана свидетельствует о единстве воздействия природно-климатических предпосылок на формирование стока, а различия показывают на своеобразии хода колебаний стока в отдельных речных бассейнах. Анализ разностных интегральных кривых подтверждает положение о том, что периоды многолетних колебаний минимального стока подчиняются условиям преимущественного питания рек и четко выделяется три типа.

Для исследования внутрирядной скоррелированности минимального стока рассчитаны коэффициенты автокорреляции $R(\tau)$ со движкой от 1 до 7 лет.

Для обоснования однородности рядов наблюдений использован метод основанный на статистических критериях. Весь период наблюдений был разделен на два ряда с 30-х по 1960 год и с 1961 по 1992 г. Значения сравнивались с помощью критерия отношения дисперсий Фишера, значения и с помощью критерия Стьюдента. Статистически значимых расхождений между средними и дисперсией двух рядов не имеется, и их можно считать относительно однородными.

Значения коэффициентов $r(1)$ показывают на высокую внутрирядную скоррелированность слоев минимального стока рек Кыргызстана. Малыми $r(1)=0,0-0,15$ характеризуется сток рек расположенных в наиболее увлажненных частях территории, у которых преобладающим фактором накопления и расходования подземных вод выступают широко распространенные грунтовые воды сосредоточенные в отложениях древних морен и русловых частях речных долин. У группы рек (37,5%) величина $r(1)$ находится в пределах 0,20-0,40. Значения $r(1) = 0,40 - 0,60$ имеют 20% всех рек, которые распределены по всей территории независимо от степени увлажнения их водосборов. В формировании минимального стока на первый план выходит преимущественное питание рек за счет трещинных вод, распространенных в метаморфизированных песчаниках, кристаллических сланцах с прослоями порфиров допалеозоя.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что даже для близкорасположенных водосборов функций $R(\tau)$ могут сильно различаться, что объясняется большой ролью гидрогеологических особенностей водосборов. Отсутствие антропогенных изменений на водосборах этих высокогорных рек, незначительность изменения климатических условий, подтверждаемая данными климатологов и анализом многолетних колебаний

годового и минимального стока, позволяют прибегнуть к алгоритмам статистической обработки, предусматриваемым действующими нормативами.

Для оценки коэффициентов изменчивости C_v и асимметрии C_s , СНиП рекомендуют использовать метод приближенного наибольшего правдоподобия, в соответствии с которым C_v и C_s/C_v находятся по номограммам Е.Г. Блохинова. Ошибки получены по таблицам А.В. Рождественского.

На основании многочисленных исследований использовавших коэффициенты корреляции как меру синхронности колебания стока, имеющих количественную определенность и объективность, нами для рек Кыргызстана вычислены коэффициенты парной корреляции. Для подсчета коэффициентов пространственной корреляции использовались ряды наблюдений за период с 1950 по 1993гг.

Пространственная скоррелированность многолетних колебаний минимального стока рек Кыргызстана в целом не высока. Обращает на себя внимание отсутствие статистически достоверной корреляции между стоком даже близко расположенных рек. При числе наблюдений $n=40$, согласно критерию Питмена, с уровнем значимости 5% оценка коэффициента корреляции статистически достоверно отличается от нуля, если $R \geq 0,33$. Это подтверждает и анализ осредненных коэффициентов пространственной корреляции.

Исследования показывают, что для рек Кыргызстана имеет место закономерная связь между пространственной и внутрирядной скоррелированностью минимального стока, отражающей долю глубокого питания в формировании стока маловодного периода.

При отсутствии поверхностного питания линейная зависимость между средними расходами за смежные отрезки времени (сутки, декада, месяц) имеет место для всех рек в период минимального стока. Теснота связи и незначительные отличия среднесуточного и среднемесячного стока подтверждает генетическую однородность в межень.

Для рек Кыргызстана с длительной и устойчивой меженью (60 суток и более) при отсутствии поверхностного питания, наиболее целесообразным, является применение методики прогноза минимального стока основанной на использовании закономерностей истощения запасов подземных вод, предложенных А.М.Важновым, Е.Г.Поповым и др. Попытка прогноза стока рек за маловодный период с учетом предшествующих осадков и температуры не дает положительных результатов. Коэффициенты парной корреляции стока различных месяцев маловодного периода с величиной осадков за предшествующий теплый период (с апреля до данного месяца) оказались незначительными ($k < 0,3$). В этой связи методика прогноза притока воды за маловодный период и его распределение по времени базируется на

экспоненциальном уравнении, описывающем истощение запасов подземных вод в речном бассейне. Спад гидрографа происходит за счет разгрузки подземных емкостей (различных водоносных горизонтов).

В общем случае, когда дренируются несколько горизонтов уравнение спада описывается формулой

$$Q(t) = \sum_{i=1}^{k+1} Q_{0i} e^{-\alpha_i t} \quad (1)$$

где Q_{0i} и α_i - начальный расход и коэффициент спада для i -й емкости. Самый нижний $(K+1)$ -й горизонт дает постоянный, «не спадающий» расход. При этом α_1 меняется от 0,01 до 0,02; α_2 обычно в два раза меньше и меняется от 0,6040 до 0,008. Коэффициент α_3 не превосходит 0,002. В тех случаях, когда коэффициентом можно пренебречь, следует говорить о тех горизонтах, из которых самый нижний дает базисный расход. Следует подчеркнуть, что для всех спадов формула (2) вполне хорошо аппроксимирует спад гидрографа. Для одной и той же реки в различные годы число выделяемых экспонент K постоянно. Это свидетельствует о том, что линейная емкостная модель достаточно правильно описывает реальные процессы в формировании стока и что число выделяемых экспонент K отражает реальные гидрогеологические особенности водосборов. И эта емкостная модель с K слоями с убывающим притоком и $(K+1)$ -м слоем с постоянным притоком приводит к известной методике прогноза минимального стока по слоям стока предыдущих месяцев, на основе уравнения линейной регрессии.

Прогноз стока с заблаговременностью 1 месяц осуществляется по формуле:

$$h_m = a_1 h_{m-1} + \dots + a_k h_{m-k} + b, \quad (2)$$

С заблаговременностью 2 месяца – по формуле

$$h_m = a''_1 h_{m-2} + \dots + a''_k h_{m-k-1} + b'' \text{ и т.д.} \quad (3)$$

и т.д. Данная схема легла в основу прогноза минимального стока. При этом, оптимальное число месяцев предикторов, при котором становится минимальной средняя квадратическая ошибка прогноза, оказалось, как правило, равным числу K , т.е. числу экспонент, регулярно выделяемых на спаде гидрографов данной реки.

Оценка среднеквадратической погрешности прогноза S^2 получено согласно результатам А.В.Христофорова по формуле, непосредственно учитывающей возможность расчета статистической неустойчивости при увеличении числа параметров.

$$S^2 = \tilde{D} \left[1 + \frac{k+1 - \frac{1}{n}}{n-k-2} \right] \quad (4)$$

Для каждого месяца m и для различных значений заблаговременности 1 рассмотрены варианты с разными $K=1,2,\dots,n$. Оптимальным принималось то значение K , при котором S^2 - минимальна.

Полученные результаты показывают, что в большинстве случаев оптимальным является значение $K=1$. Для отдельных рек и месяцев следует принимать значения $K=2,3$ и даже 4. Вклад в прогностическую зависимость детально проанализирован по каждому месяцу – предиктору. Например, прогноз февральского стока р. Аламедин осуществляется по таблице 1 и 2.

Таблица 1.

Прогноз минимального стока с заблаговременностью в 1 месяц.

№ прогнозируемого месяца	Коэффициенты уравнения регрессии				b	S/δ
	10	11	12	1		
2			0,13	0,74	1,42	0,42
			0,28	0,62	0,92	0,41
		-0,16	0,26	0,62	1,72	0,43
	-0,02	-0,12	0,26	0,62	1,90	0,43

Таблица 2

Прогноз минимального стока с большой заблаговременностью

№ прогнозируемого месяца	Коэффициенты уравнения регрессии				b	S/δ
	8			11		
2				0,40	3,60	0,75
			-0,10	0,52	4,49	0,77
		0,02	-0,15	0,55	3,95	0,79
	0,01	0,02	-0,14	0,55	3,07	0,79

Приуроченность речных бассейнов к зонам интенсивных тектонических нарушений, где подземные воды представлены различными типами трещинных вод, характеризуется высокой стабильностью. Результаты расчетов показывают на высокую внутрирядную скоррелированность рядов наблюдений, а для 17 рек значения $r(1)=0,40$. Прогноз минимального месячного стока с годичной заблаговременностью может осуществляться по формуле:

$$h_t = \bar{h} + r(1)(h_{t-1} - \bar{h}), \quad (5)$$

где h -слой стока за месяц, $r(1)$ -коэффициент автокорреляции.

При $r(1)>0,64$, что имеет место для ряда рек, показатель прогноза не превысит 0,80 и следовательно, для этих рек возможен удовлетворительный прогноз с годичной заблаговременностью.

Согласно Наставлению по службе прогнозов и Руководству, методика долгосрочного прогноза может считаться удовлетворительной при 0,80 и

хорошей при 0,50. Оценка оправдываемости прогнозов с различной заблаговременностью произведена в соответствие с действующими в настоящее время нормативами. За допустимую ошибку прогнозов принято вероятное ее отклонение от нормы $\Delta_{доп}=0,674$ оправдываемость совокупности прогнозов % вычислена как соотношение числа прогнозов с ошибками не превышающими допустимую, к общему числу прогнозов. Сводные результаты прогнозов (оправдываемости) помещены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты прогнозов.

Месяц	Заблаговременность L										
	Число рек, у которых 0,80							Число рек с 0,50			
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4
ХП	36	24	6	0	0	0	0	15	4	1	1
I	39	27	17	44	3	0	0	16	2	1	0
II	37	32	21	13	8	1	0	24	5	1	0
III	32	29	22	14	8	8	1	18	7	2	1
IV	18	14	14	9	7	3	0	1	1	1	0

Обращает на себя то обстоятельство, что наибольшая заблаговременность удовлетворительных и хороших по качеству прогнозов имеет место у рек с глубоким питанием, которое обеспечивает устойчивый по форме, практически неизменный от года к году спад гидрографов. Подобная устойчивость обеспечивает высокую тесноту статистических зависимостей между стоком разных месяцев и, следовательно обеспечивает высокую точность прогнозов даже большой заблаговременности. В связи с этим представляет интерес значения коэффициентов корреляции $r(1)$ между слоями за m -й месяц, в частности за март ($r=III$)- почти повсеместно маловодный. Значения $r(1)$ определяются долей влагозапасов глубоких горизонтов, переходящих от предыдущего года к последующему. Эти горизонты обеспечивают часть базисного расхода q , мало меняющуюся от года к году. Чем выше доля подобного стока, т.е. чем выше вклад глубокого устойчивого питания, тем выше связь между минимальным стоком различных лет и, следовательно выше связь $r(1)$. Таким образом, величина $r(1)$ для марта характеризует глубину (устойчивость) подземного питания. Это подтверждает сопоставление величин $r(1)$ с гидрологическими условиями отдельных водосборов и наличием статистически достоверной корреляции между заблаговременностью удовлетворительных прогнозов мартовского стока по стоку предыдущих месяцев и значениями $r(1)$. Коэффициент корреляции между ними составляет $0,6 \pm 0,1$. Для всех рек с $r(1)>0,4$ мартовский сток может удовлетворительно прогнозироваться с заблаговременностью $l=3$, т.е. для этих рек доля устойчивого глубокого питания достаточно высока. При $R(1)>0,64$

удовлетворительный прогноз может иметь заблаговременность 12 месяцев, если использовать не предыдущие месяцы, а мартовский сток предыдущего года.

3. Для разработки методики расчета минимального стока при отсутствии материалов наблюдений в качестве основной предложена зависимость M_{\min} от средневзвешенной высоты водосбора. Наряду с этим для Иссык-Кульского и Нарынского бассейнов впервые предлагаются новые расчетные схемы определения минимального стока. В целях исключения одностороннего влияния отдельных экстремальных расходов в практике гидрологических расчетов принято использовать ряды наблюдений за единый период, что по существу имеет место и для используемых рек. Это в достаточной степени обеспечивает сопоставимость C_v и C_s/C_v минимального стока и построению обобщающих зависимостей.

Анализ полученных значений C_v , изменяющихся в пределах от 0,15 до 0,50 показывает на существование определенных закономерностей в их пространственном распределении. Характерно, что одинаковая изменчивость минимального стока наблюдается у рек, расположенных в разных частях территории, причем их распределение не увязывается с распределением увлажнения по Кыргызстану.

Период устойчивого подземного питания, особенно у рек с низкими водосборами, прерывается частыми оттепелями, которые завышают C_v . Относительно большие величины изменчивости характерны и для рек с малыми водосборами и не имеющими естественных регулирующих емкостей. Здесь происходит интенсивное истощение подземного питания, приводящее к увеличению C_v минимального стока. Следует отметить, что величина изменчивости минимального стока не имеет четко выраженной закономерности пространственного распределения и определяется локальными особенностями водосборов рек. Выделить районы с близкими значениями C_v не удалось, хотя для основной части рек величины находятся в пределах 0,15-0,30. Соотношение C_s/C_v варьируют от 1 до 4, в среднем равны 2-3, для них также отсутствует какая-либо закономерность в их территориальном распределении. Выделить районы с близкими значениями C_v не удается, хотя для большинства рек эти значения различаются в пределах $C_v=0,25 \pm 0,15$.

Величина C_v горных рек зависит от дренированности трещинных, трещинно-жильных и поровых подземных вод горно-складчатых областей и не зависит от типа их питания. Одним из основных факторов влияющих на формирования минимального стока, является средневзвешенная высота водосбора $H_{\text{ср}}$. С уменьшением $H_{\text{ср}}$, увеличивается подземный приток в реки, что связано с маловодный период и его распределение по времени базируется на уменьшении уклонов местности, увеличением задернованности склонов, большим распространением снесенного обломочного материала,

уменьшающих скорость стекания поверхностных водотоков и увеличивающих инфильтрацию.

Для выявления закономерностей пространственного распределения минимального стока рек исследуемой территории, на основе традиционных подходов построены графики зависимостей h от средней высоты $H_{\text{ср}}$, являющихся интегральными показателями влияния комплекса не только климатических, но и геолого-геоморфологических условий.

Выделение районов и построение соответствующих им линейных зависимостей $h = aH_{\text{ср}} + b$. Осуществлялось следующим образом. прежде всего были выделены наиболее отличающиеся друг от друга районы I-XIV. Эти районы включают наибольшее число точек. Каждый из них является достаточно однородным в климатическом, физико-географическом и гидрогеологическом отношении. Это следует из полевых исследований, выполнявшихся при участии автора из работ, посвященных климатическому районированию. Границы районов достаточно надежно определяется орографией. (рис.3). Характеристики полученных зависимостей (число пунктов, параметры регрессии a и b и коэффициенты корреляции r между h и $H_{\text{ср}}$) помещены в таблице 4.

Таблица 4.

Характеристики районов полученных по зависимости $M_{\min}(H_{\text{ср}})$

Район	Число пункт.	a	b	r
Восточно-Иссык-Кульский	10	0,004	1,20	0,90
Юго-Западного Иссык-Куля	10	0,008	-18,7	0,90
Кочкорский	5	0,013	-38,4	0,80
Восточно-Чуйский	6	0,002	-2,07	0,80
Западно-Чуйский	5	0,004	-9,67	0,90
Таласский	6	0,0028	-1,42	0,75
Верхнего Нарына	7	0,0022	-5,37	0,75
Бассейн р.Кокомерен	6	0,0041	-7,65	0,85
Кетментюбинский	5	0,0002	2,92	0,75
Южного склона Чаткальского хребта	6	0,0103	-23,7	0,75
Северо-западный склон Алайского хребта	5	0,0017	-0,33	0,75
Северного склона Туркестанского хребта	5	0,0012	-0,66	0,85
Северо-зап. склона Ферганского хребта	7	0,0024	0,98	0,90
Юго-зап. склона Ферганского хребта	8	0,1946	3,31	0,90

Согласно правилам регрессионного анализа, точность оценки параметров регрессии пропорциональна величине $\frac{1-K^2}{\sqrt{L}}$ и, следовательно зависит не столько от числа точек L , сколько от показателя тесноты связи r . Поэтому,

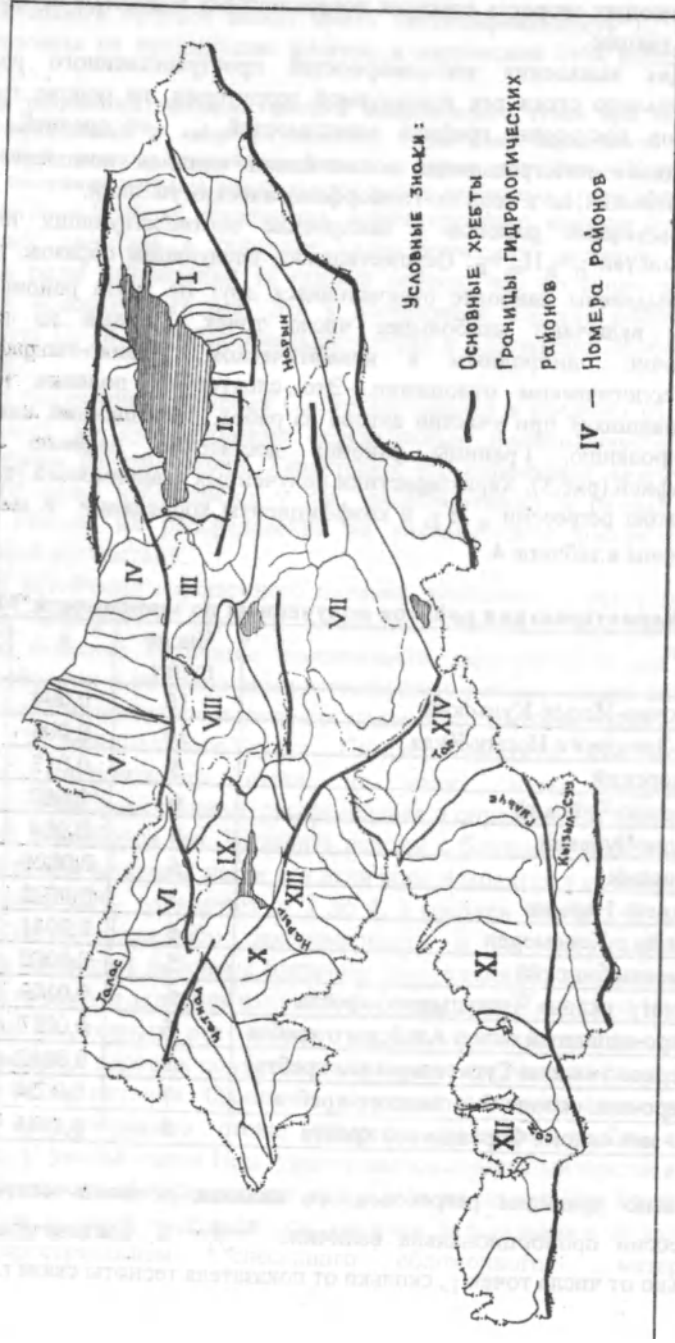


Рис.3. Основные гидрологические районы выделенные по $M_{\min} f(H_{\text{ср}})$

несмотря на небольшое число точек L , каждая зависимость, будучи весьма тесной ($R \geq 90$) получены достаточно надежно.

Основными факторами, влияющими на минимальный сток являются водность и климатические условия предшествующего года, подчиняющиеся высотной поясности в горных областях. Поэтому В.Л. Шульц предложил, для условий Средней Азии уравнение зависимости $M_{\min} = f(M_0)$ в виде

$$M_{\min} = 0,806 M_0^{0,63} \quad (6)$$

Средняя квадратичная ошибка при вычислении M_{\min} достигает 20,4 %.

Применяя это положение Т.М. Богачинов установил зависимость между модулями месячного стока M_{\min} и годового M_0 вида

$$M_{\min} = 0,546 M_0^{0,77} \quad (7)$$

которая дает относительную среднюю квадратичную ошибку в 15,8 %. Это несколько меньше чем дает формула (7), того же вида полученная В.Л. Шульцем для всей Средней Азии. Проверка основанная на более длительных рядах наблюдений, по материалам рассматриваемых рек Кыргызстана дала среднюю квадратичную ошибку в 21,7 %.

По мнению В.Л. Шульца более надежной является определение средних многолетних месячных минимальных модулей стока в неизученных створах по связям со стоком межени $M_{\min} = 0,037 h_{\text{меж}} + 1,39$ (8), где $h_{\text{меж}}$ - слой межени в мм. Средняя ошибка вычислений составила 5,92 %. Определение многолетних модулей стока в неизученных створах предложена по материалам рек Ферганской долины.

Полученные нами зависимости $h(H_{\text{ср}})$ для основных районов I-XIV дают среднюю ошибку 8,7 % очевидно, что при переходе от слоев к модулям минимального месячного стока относительная ошибка расчета не меняется.

Подобные исследования для Памиро-Алая и Тянь-Шаня проведены В.М. Михайловым, который учитывал в качестве дополнительного устойчивого фактора глубину врезания - $H_{\text{ср}}$, определяющего долю минимального стока в годовом. Им получено два графика гиперболического вида убывающих зависимостей $M_{\min} (H_{\text{ср}})$ для предгорных и горных территорий, что позволяет выявить весьма существенную особенность приуроченности горных рек к гидрогеологическим массивам и артезианским бассейнам, отличающимся друг от друга различными гидрологическими особенностями. Но как указывает автор, полученные зависимости схематичны, хотя и отражают картину взаимосвязи величины минимального стока, высоты водосбора и глубины врезания.

В исследованиях минимального стока для части Средней Азии А.З.Амусья выделила районы с различными типами зависимостей модуля минимального стока 80%-ной обеспеченности $M_{80\%}$ от средней высоты водосборов. Кривые связи имеют сложный вид и их выражение в аналитической форме затруднительно. В пределах территории в работе представлена зависимость $M_{80\%} (H_{\text{ср}})$, только для Чуйского района. В этой связи

ею для упрощения расчетов составлена интерполяционная таблица, отражающая изменение величины модуля минимального стока с ростом высоты водосборов. На территорию Северной Киргизии приходятся районы (Восточный Иссык-Куль, Юго-Западный Иссык-Куль и Западно-Чуйский). Проверка по материалам 40 рек дала среднюю ошибку в 26,9 %.

При проведении экспедиционных исследований выявлено, что для моренных отложений характерно повсеместное площадное выклинивание вод и развитие заболоченных участков. Моренные отложения (геологический индекс Q) перекрывают коренные допалеозойские, палеозойские и палеоген-неогеновые отложения в виде пологоволнистых, зачастую хорошо задернованных поверхностей. По нашим подсчетам, площади всего комплекса моренных отложений (за исключением территорий занятых ледниками) составляет 27,5 % всей территории горного обрамления Иссык-Кульской впадины.

До настоящего времени фактор моренности в расчетных зависимостях не учитывался. Этот фактор нами введен в ряд определяющих сток характеристик. Предлагаемый коэффициент моренности речных бассейнов задается как отношение суммы площадей моренных отложений $AO_1 + AO_{II} + AO_{III}$, к общей площади водосбора A с вычетом территорий, занятых ледником A_L и современными моренами AO_{IV} , не участвующими в формировании минимального стока из-за того, что они расположены в верхних гребневых частях водосборов с круглогодично отрицательными температурами.

$$\varphi = \frac{AO_1 + AO_{II} + AO_{III}}{A - (A_L + AO_{IV})} \quad (9)$$

Параметры, необходимые для расчета φ определялись по данным экспедиционных исследований при участии автора в сочетании с фоновыми материалами и данными аэроснимков. Полученная зависимость имеет линейный вид и достаточно тесная - коэффициент корреляции между h_{80} и φ равен 0,80. При оценке параметров зависимости $h_{80}(\varphi)$ учитывалось то обстоятельство, что при расчете h_{80} неизученных рек используется не абсолютная, а относительная средняя квадратичная погрешность. Использовать метод целесообразно если в качестве меры погрешности расчета или прогноза предполагается использовать среднеквадратическое значение абсолютной ошибки. В то же время в гидрологических расчетах чаще используется относительная ошибка измеряемая в процентах. Исходя из этого, параметры линии регрессии $h_{80}(\varphi) = a\varphi + b$, оценивались методом наименьших квадратов не абсолютных, а относительных ошибок, то есть исходя из условий минимума величины.

$$\varepsilon^2(h_{80}) = \sum_{i=1}^{18} \left(\frac{h_{80} - a\varphi_i - b}{h_{80i}} \right)^2 \quad (10)$$

где φ - коэффициент моренности, а h_{80i} - слой минимального месячного стока 80%-ной обеспеченности, снятый с расчетной кривой обеспеченности для i -й реки, $i=1, \dots, 18$.

Условия минимума ε^2 приводят к системе линейных уравнений

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{18} \frac{\varphi_i}{h_{80i}} = a \sum_{i=1}^{18} \left(\frac{\varphi_i}{h_{80i}} \right)^2 + b \sum_{i=1}^{18} \frac{\varphi_i}{h_{80i}^2} \\ \sum_{i=1}^{18} \frac{1}{h_{80i}} = a \sum_{i=1}^{18} \frac{\varphi_i}{h_{80i}^2} + b \sum_{i=1}^{18} \frac{1}{h_{80i}^2} \end{cases} \quad (11)$$

Решение этой системы определяет a и b и задает расчетную зависимость $h_{80}(\varphi)$ в виде $h_{80} = 16,5\varphi + 3,70$ (12)

Относительная среднеквадратичная ошибка. Полученная на зависимом материале составляет $\varepsilon_s = 17,3\%$.

Для оценки точности расчета $h_{80}(\varphi)$ на независимом материале использован метод выбрасываемых точек: поочередно выбрасывалась одна из рек и по оставшимся 17 переоценивались параметры a и b , по которым рассчитывалось значение h_{80} для выброшенной реки. В результате получается 18 ошибок расчета на независимом материале. По ним рассчитывалось ε исходя из формулы (9) при $L=18$. Ошибка расчета по предлагаемой методике составляет $\varepsilon = 19,3\%$.

В целом, тесная зависимость $h_{80}(\varphi)$ свидетельствует о том, что фактор моренности действительно оказывает большое влияние на формирование минимального стока. Хорошее совпадение фактических значений h_{80} с расчетными дают реки Каракол, Чон-Койсуу, Чолпон-Ата, находящиеся на разных высотах, на склонах различной экспозиции, разные климатические и гидрогеологические условия, но близкие коэффициенты моренности φ . Это показывает, что зависимость h_{80} минимального стока от φ применима для разнообразных условий и, следовательно, есть основание предполагать, что положительные результаты от ее применения могут быть получены и за пределами Иссык-Кульского бассейна и, вероятно, за пределами Кыргызстана. На данном этапе использование коэффициента моренности на базе формулы (11) позволяет рассчитывать минимальный сток неизученных рек бассейна озера Иссык-Куль с точностью, превосходящей другие известные методики. Одновременно, наличие достаточно тесной региональной зависимости $h_{80}(\varphi)$ позволяет давать количественную оценку антропогенных изменений минимального стока. Значение $h_{80} \%$ рассчитанное для рек Актерек за последние 25 лет, т.е. за годы интенсивного орошения территории ее

водосбора, на 70 % превышает значение h_{80} (φ), соответствующее региональной зависимости (12).

Таким образом, можно констатировать, что полученная зависимость минимального стока от относительной моренности водосбора не только расширяет арсенал исследования горных территорий, но уже позволяет давать практические результаты.

Следует отметить, что участие в формировании минимального стока четвертичных отложений, двойко : в одних - они выступают, как накопители и трансформаторы влаги (районы с положительным водным балансом), а в других их участие незначительно (районы с отрицательным водным балансом). Примером могут служить отложения высоких межгорных впадин (Суусамыр, Каракол) - активно формирующие минимальный сток и отложения впадин (Жумгал, Алабуга-Нарын), расположенные в зоне транзита рек, практически не участвующих в стокоформировании.

Для исследуемой территории выявлены следующие литологические комплексы и типы водопроницаемости : поровой тип водопроницаемости - (16,5%) ; рыхлые породы, сцементированные льдом (вечная мерзлота - 6,4%) ; полурыхлые породы мезозойского, палеогенового и неогенового возрастов, порово-трещинный тип водопроницаемости (6,4%), породы карбонатные и гидрохимического происхождения палеозойского возраста, трещинно-карстовый тип водопроницаемости (13,1%), метаморфические и изверженные породы - трещинный тип водопроницаемости (57,6%) площади бассейна р. Нарын.

Выделение районов Нарынского региона и построение соответствующих им линейных зависимостей $M = a \cdot Agп + b$, осуществлялось следующим образом :

прежде всего, были выделены районы, каждый из которых является достаточно однородным в климатическом, физико-географическом, гидрогеологическом отношениях. Ошибка расчета по методике $M_{мин}$ ($Agп$) рассчитывалась исходя из формулы (10) и составляет 21,4%. Границы районов достаточно надежно определяются орографией.

Таблица 5

Основные параметры выделенных районов по зависимости $M(Agп)$

Район	Число пункт.	a	b	r
1.Массивы герцинид Среднего и Юж. Тянь-Шаня	6	0,268	2,169	95
2.Массивы каледонид Северного Тянь-Шаня	8	0,086	4,306	90

В Северный подрегион входят гидрогеологические массивы Киргизской части каледонид Северного Тянь-Шаня. В Южный - входят массивы х герцинид Среднего и Южного Тянь-Шаня. Увеличение $M_{мин}$ с ростом $Agп$, происходит за счет увеличения площадей, а соответственно объемов и

числа водоносных горизонтов гидрогеологических массивов. Сопоставление графиков зависимостей двух отмеченных районов показывает на отличие градиентов средней величины минимального стока. В Северном подрегионе градиент составляет - 0,3 л/с. с кв.км., в Южном - 0,7 л/с. с кв.км., на каждые 10% площади. Это отвечает известному общегеографическому положению об увеличении градиентов и контрастности ландшафтов с ростом аридности.

4. Для Кыргызстана имеет место неравномерное распределение ресурсов бечного стока и гидроэнергетического потенциала. Без анализа современного состояния использования речного стока невозможно выявить основные тенденции в развитии водоснабжения. Поэтому впервые проведенная оценка ресурсов речного стока за маловодный период базируются на региональных зависимостях полученных для 14 гидрологических районов. (Глава 5,6).

Особенностями коммунально-бытового водоснабжения является равномерность потребления воды в течение года и неравномерность в течение суток. При повышении температуры воздуха потребление воды в несколько раз возрастает, однако сезонные колебания не превышают 15-20%. В то же время суточные колебания значительны, так как более 70% воды потребляется днем.

Данные о минимальном стоке применяются при разработке проектов указанных видов водоснабжения в горнодобывающей промышленности, при проектировании ГЭС. Характеристики минимального стока имеют определяющее значение при разработке мер по упорядочению использования и охране водных ресурсов. Они лимитируют водопотребление и водопользование и влияют на существование экосистем. Таким образом, они являются лимитирующими для человеческого общества, а иногда и катастрофическими в периоды пересыхания рек.

В промышленно освоенных районах сброс сточных вод может быть не только сопоставлен с минимальным стоком, но и превышать его, поэтому далее очищенные технические воды, могут привести к загрязнению реки в результате накопления загрязняющих веществ в ее русле.

По данным (Эргешов А.А., 1998) общий речной сток Кыргызстана оценивается в 51 км^3 , тогда как за маловодный период, по оценкам автора, составляет всего $10,7 \text{ км}^3$. Величина речного стока за маловодный период составляет от 10 до 40% от общего и имеет крайне неравномерное географическое распределение. Неравномерное распределение водных ресурсов по территории Кыргызстана приводит к тому, что в одних районах наблюдается острая нехватка воды, а в других возникновение дефицита водных ресурсов отодвинуто в будущее. Водопотребление различных отраслей хозяйства и водообеспеченность территории в различных районах

страны большей частью не согласуется с численностью населения, размещением производства. Так, в Чуйской и Ошской областях сосредоточена основная часть населения, в том числе крупнейшие города Бишкек и Ош, где расположены основные промышленные предприятия. Ресурсы речных вод Чуйской и Ошской областей характеризуются наименьшими величинами (0,84 и 1,98 км³), что составляет 7,8% и 18,5% соответственно от общих ресурсов за маловодный период. Из таблицы 6 также видно, что наименьшие показатели на 1 км² площади составляет для Чуйской 219 тыс.м³/км² и 200 тыс.м³/км² для Ошской областей. Если рассмотреть распределение ресурсов речного стока на душу населения по областям, то наименьшие величины приходятся так же на наиболее населенные Чуйскую-0,6 тыс.м³ и Ошскую-1,34 тыс.м³ области.

Наименьшие ресурсы речного стока так же приходятся на Таласскую область-0,62 тыс.м³, однако на 1 км² площади приходится 246 тыс.м³, а на человека 10,7 тыс.м³, показатели близки к средним по Кыргызстану.

Примером больших различий распределения ресурсов речного стока можно привести Иссык-Кульскую область. Более половина, а именно 46,9 м³/с речного стока, сосредоточена в сыртовых, малонаселенных районах Иссык-Кульской области, тогда как более 99% населения проживает в Прииссыккулье, где ресурсы речного стока составляют 43,9 м³/с, т.е. фактически для жителей Иссык-Кульской области на душу населения приходится не 7,71 тыс.м³, а 3,86 тыс.м³ воды.

Сельское водоснабжение отличается своей рассредоточенностью в связи с разнообразием географических ландшафтов, влияющих на норму водопотребления. Проблема централизованного водоснабжения региона решена далеко не полностью. Особенно неблагоприятно обстоит водоснабжение в Ошской и Джалал-Абадской областях. Здесь соответственно 47,4% и 50,2% сельских населенных пунктов не имеют систем централизованного водоснабжения. Такое положение определяется прежде всего общими географическими, историческими сложившимися особенностями указанных областей. Данные показывают, что ежегодный прирост населения Кыргызстана составляет 0,3-0,4% городского и 1,9-2% сельского населения. Из 4,6 млн. человек сельское население составляет 65,6%.

В настоящее время более половины населения Кыргызстана, включая 639 населенных пунктов, не имеющих централизованного водоснабжения, пользуются в питьевых целях поверхностными водами, подверженными загрязнению коммунально-бытовыми отходами, агрохимикатами, сточными водами и др. Как показывают данные, из 65% населения проживающей в сельской местности 44,5% населенных пунктов не имеют водопроводов. Большинство действующих водопроводов требуют реконструкции, ремонта и строительства дополнительных водопроводных систем. Обеспеченность системами водоснабжения и водоотведения сельских населенных пунктов по областям выглядит следующим образом: Чуйской-57,8; Таласской-58,0%;

Иссык-Кульской – 60,0; Нарынской –60,0; Ошской – 51,0 и Джалал-Абадской – 32,6%. В целом по республике 44,5%.

Таблица 6.

Распределение ресурсов речного стока по областям за маловодный период.

Область	Площадь тыс.км ²	Ресурсы речного стока.			
		км ³ /год	%	на 1 км ² площади тыс.м ³	на душу населения тыс.м ³ /год
Чуйская	18,7	0,84	7,8	44,9	0,6
Иссык-Кульская	43,1	2,0	18,7	46,4	7,71
Таласская	11,4	0,62	5,7	54,4	3,02
Нарынская	46,7	2,84	26,5	60,8	10,7
Ошская	46,2	1,98	18,5	42,9	1,34
Джалал-Абадская	32,4	2,45	22,8	75,6	2,88

Использование питьевой воды на коммунально-бытовые и производственной нужды возросли и в 1996 году составили более 875 млн.м³/год. Данные показывают, что вопрос водоснабжения населения питьевой водой будет усложниться по ряду географических, климатических и др. причин, демографической ситуацией в стране (ускоренные темпы прироста сельского населения).

В настоящее время из 1022 водопроводов, 145 находятся в неудовлетворительном состоянии из-за изношенности санитарно-технического оборудования, отсутствия необходимых зон санитарной охраны водисточников и водозаборных сооружений.

Объемы сброса сточных вод в поверхностные водоемы по отраслям экономики изменяются в широких пределах и составляет 0,01 млн.м³ в электроэнергетике, 511,9 млн.м³ в сельском хозяйстве. На долю жилищно-коммунального хозяйства приходится 120,1 млн.м³.

Использование питьевой воды на коммунально-бытовые и производственные нужды по республике составило 847,3 млн.м³/год, в том числе по Чуйской –664,0, Таласской –13,0, Иссык-Кульской – 30,0, Нарынской – 11,7, Ошской и Джалал-Абадской 128,6 млн.м³/год. Следует отметить, что идет рост водопотребления по всем областям, особенно на хозяйственно-питьевые нужды.

Кыргызстан располагает значительным гидроэнергетическим потенциалом малых рек и водотоков, ирригационных каналов и водохранилищ, ускорение освоения которых путём сооружения на них малых и средних ГЭС будет способствовать решению локальных проблем энергоснабжения. Расчёты показывают экономико-экологическую целесообразность строительства на горных реках Кыргызстана около ста деривационных ГЭС с суммарной

годовой выработкой 48 млрд. кВт.ч. электроэнергии. Энергетика в республике представлена четырьмя отраслями: угольной, нефтедобывающей, газовой и электрической. Каждая отрасль имеет свой реальный вес в структуре народного хозяйства. Потребность в этих 4-х энергоносителях в республике удовлетворяется за счет собственных источников: в угле на 20%, нефти - на 4%, газ импортируется из стран СНГ на 100%. И только потребность в электроэнергии удовлетворяется полностью и часть её экспортируется в другие страны Центральной Азии.

При общем уменьшении уровня промышленного производства, повлекшим за собой и снижения электропотребления, произошёл стремительный рост потребления электроэнергии населением и сферой сокультбыта (с 950 млн.кВт.ч. в 1989 г. до 3 млрд.кВт.ч. в 1997 г.) или рост превысил 300%.

Таким образом, на различные нужды народного хозяйства республики в 1997 году было использовано 3 млрд.кВт.ч. электроэнергии, что равносильно использованию около 750 тыс.тн. угля. По этой и другим причинам, применение гидроэлектроэнергии во всех отраслях экономики республики, заменяющей уголь, газ или мазут, безусловно оправдано экологически и экономически выгодно.

Анализ энергетического потенциала Кыргызстана показал, что при небольших капитальных затратах в кратчайшие сроки на горных реках можно построить несколько десятков перспективных деривационных ГЭС.

К первоочередным объектам по вводу мощностей, могут быть отнесены 19 из ранее построенных и выведенных из эксплуатации с суммарной мощностью 10,5 тыс.квт.ч. Очередность же вновь сооружаемых ГЭС была определена путём анализа и сопоставления их технико-экономических показателей, в частности сравнением экономической эффективности затрагиваемых капиталовложений или минимуму срока их окупаемости. В этом отношении, наиболее дешевыми и быстроокупаемыми явились 11 ГЭС с суммарной мощностью 57,1 тыс. квт. при действующих водохранилищах. Далее, в перспективе должно начаться массовое строительство 58 ГЭС (суммарная мощность которых составляет 914,6 тыс.квт.) на неосвоенных участках горных рек, согласно установленной очередности, получаемой в соответствии их срокам окупаемости и значимости для народного хозяйства данного региона республики.

Для характеристики гидроэнергетических ресурсов важное значение придается распределению речного стока во времени и по территории. У горных рек, отличающихся большими уклонами, изменения мощности во времени полностью идентичны изменениям водности. Поэтому эти изменения вполне могут характеризоваться показателями изменчивости водности рек. Согласно «Инструкции по составлению водно-энергетического каскада рек СССР» на основании линейного учета, реки классифицируются по 8^м классам.

По приведенной классификации реки Кыргызстана подразделяются по бассейнам, следующим образом:

В бассейне оз.Иссык-Куль отсутствуют реки, способные вырабатывать энергию свыше 1 млрд.квт.час/год т.е. реки относятся в основном к У-У1 классу. Причем лишь наиболее крупные реки такие, как Тюп и Джергалан могут быть отнесены к У^м классу, $\mathcal{E}=0,75$ и $\mathcal{E}=0,64$ млрд.квт.час/год соответственно. К У1^м классу могут быть отнесены реки Тургень, Аксу, Арашан, Каракол, Джетыогуз, Чон-Кызылсу, Джуука, Барскаун, Тон, Чон-Аксу, Чон-Койсу, Чолпон-Ата, Чон-Урюкты и др.

Сравнительно небольшое количество рек объединяются в УП класс, это Джергез, Чон-Джаргылчак, Турасу, Ак-Терек, Тору-Айгыр, Ак-Су (Семеновка). К числу рек, потенциальная выработка электроэнергии которых не превышает 0,125 млрд.квт.час относятся все мелкие притоки типа Шаты, Курменты, Кутурга, Ойта В бассейне р.Чу следует особо отметить р. Чон-Кемин, ПУ класс с величиной $\mathcal{E}=2,2$ млрд.квт.час. У^м класс занимают следующие реки: Карабалта, Аксу, Алаарча, Сокулук, Джарды-Каинды относятся к ПУ^м классу. К УП^м классу, $\mathcal{E}=0,25-0,125$ млрд.квт.час относятся небольшие реки Чон-Каинды, Джеламыш, Кичи-Кемин, Коморчек, Каракол (Восточный), Кызылсу. К УП^м Кызылсу, Кегети, Каинды.

Притоки р. Талас, имеют довольно низкий потенциал выработки электроэнергии, более крупные реки такие, как Куркуресу, Карабура, Урмарал, Беш-Таш, Уч-Кошой могут вырабатывать от 0,25 до 0,5 млрд.квт.час, что соответствует У1^м классу. Остальные реки занимают по величине теоретически возможной выработки электроэнергии место классом ниже.

Несколько иная картина в бассейне Тарим. Высокой энергией водного потока обладает приток реки Тарим – р. Сарыджаз $\mathcal{E}=15,0$ млрд.квт.час который можно отнести к I классу. Реки Чон-Узенгикуш, Аксай, Кызылсу (Восточная) обладают меньшей энергией и могут быть отнесены к У1 классу.

Из притоков р. Нарын наиболее высокий класс занимает р. Кокомерен. Суммарный электропотенциал бассейна которой превышает 11 млрд.квт.час, что позволяет отнести последнюю к I классу. Крупные притоки Чон-Нарын, Кичи-Нарын, Атбаша, Алабуга, Чичкан, Джумгал, могут вырабатывать электроэнергию в пределах 2,5-5,0 млрд.квт.час каждая, занимая III класс, а реки Кекирим, Карасу (правая), Узунахмат классом ниже, ПУ. К У – классу следует отнести реки Онарча, Кокджерты, Ковюксу, Карасу (левая).

Реки Ферганской долины отличаются тем, что ПУ^м класс более многочислен по сравнению с бассейном р. Нарын. Сюда входят такие притоки, как р.Кульджа, Куршаб, Кугарт, Майлису, Акбура, Аравансай, Исфара, Ходжабакирган, а реки Яссы, Тентексай, Исфайрамсай, Сох относятся к У классу и лишь река Тар с ее притоками может быть отнесена ко П^{ом} классу, $\mathcal{E}=5,3$ млрд.квт.час, а I^м класс занимает р. Чаткал, $\mathcal{E}=10,8$ млрд.квт.час. Река Кызылсу (Алайская или Западная), бассейн реки Амур-Дарья, обладает

потенциальной энергией более 4 млрд.квт.час, что позволяет отнести ее к довольно высокому III классу.

Так как минимальный сток является лимитирующим фактором работы деривационных ГЭС, автором на основании длительных рядов наблюдений (в среднем 67 лет), для рассматриваемых рек рассчитаны расходы различной обеспеченности (25,50,75,97%).

Если за лимитирующий принять обеспеченность 50%, то в него входит 15, а при 75% 11 рек. Таким образом предложенные расчетные характеристики основанные на длительных рядах наблюдений позволяют выбирать оптимальные расходы при строительстве деривационных ГЭС. Следует отметить, что выбор оптимальных расходов необходим и для ГЭС не только на указанных реках, но и для рек на которых возможно строительство ГЭС больших мощностей.

Анализ показывает, что основная масса неизученных или неимеющих достаточного материала для расчетов реки входят в 8 класс — реки, обладающие энергией менее 0,125 млрд.квт.час/год.

Заключение

Рациональное использование и охрана водных ресурсов в современных условиях не может быть четко организовано без их все стороннего изучения. Необходимо знать где и в каком объеме требуются водные ресурсы, а также то количество воды, на которое можно рассчитывать в каждом рассматриваемом районе.

В годовом цикле изменения водности рек Кыргызстана отчетливо выделяются многоводные и маловодные периоды. Характеристики стока рек за маловодный период имеют определяющие значения при разработке мер по упорядочению использования и охране водных ресурсов. Поэтому для рек Кыргызстана выполнен детальный анализ основных природных факторов, определяющих условия формирования минимального стока, его изменение во времени и распределение по территории. Разработаны методики долгосрочного прогноза при наличии данных гидрометрических наблюдений и расчета при их отсутствии. Оценены ресурсы речного стока за маловодный период для планирования водохозяйственных мероприятий по их рациональному использованию.

Впервые для рассматриваемой территории исследован характер спада речного стока в осенне-зимний период. Обоснована и реализована известная многоступенчатая линейная емкостная модель истощения влагозапасов нескольких горизонтов подземных вод, которая определяет линейный характер связи между стоком различных периодов. Показано отсутствие надежной корреляции минимального стока с предшествующими осадками и температурами. Для маловодного периода разработана методика прогноза месячного стока по значениям стока 1-3 предшествующих месяцев. Методика

дает удовлетворительные и хорошие прогнозы с заблаговременностью 1-6 месяцев. Анализ возможной заблаговременности прогнозов минимального стока различных рек показал, что она увеличивается с возрастанием доли устойчивого глубокого подземного питания, которая численно может быть охарактеризована коэффициентом корреляции между минимальным стоком смежных лет.

Внутрирядная скоррелированность многолетних колебаний минимального стока и ее зависимость от гидрогеологических особенностей водосборов показывает, что высокая корреляция между стоком различных лет имеет место для рек с большой долей устойчивого глубокого подземного питания в маловодный период. Для таких рек предложена методика прогноза с заблаговременностью в 1 год.

Характер многолетних колебаний минимального стока показывает на относительную статистическую однородность используемых рядов. В соответствии с нормативными требованиями выполнен расчет параметров распределения вероятностей минимального месячного стока, построены кривые обеспеченности и оценена точность полученных расчетных характеристик.

Выявлено, что значительная корреляция наблюдается для рек, необязательно близко расположенных, но имеющих большую долю глубокого подземного питания и, следовательно, значительные коэффициенты корреляции между минимальным стоком смежных лет.

Для исследуемой территории на основе распределения характеристик минимального месячного стока, выделены относительно однородные районы, для которых предположены линейные зависимости нормы минимального стока от средней высоты водосбора. Показано, что пространственное распределение минимального стока 80% обеспеченности в целом повторяет распределение его средних значений. Для тех же районов получены сходные зависимости, которые могут быть использованы в расчетах минимального стока при отсутствии материалов наблюдений.

Исследовано влияние различных подстилающих пород в том числе моренных отложений на формирование минимального стока. Для его расчета предложена новая характеристика отношение площади древних морен к действующей, т.е. за вычетом ледников и современных морен, площади водосбора. Использование этого коэффициента моренности позволило разработать надежную методику расчета минимального стока неизученных рек бассейна оз. Иссык-Куль и бассейна р. Нарын, которая может также применяться для оценки антропогенных изменений минимального стока.

Рассчитаны основные гидрологические характеристики расходов воды различной обеспеченности для бесперебойного водоснабжения и работы деривационных ГЭС.

Основное содержание работы отражено в следующих публикациях:

Монографии и учебно-методические пособия

1. Сток горных рек в маловодный период, его расчеты и прогнозы. Бишкек, Илим, 1994.-149с.
2. География: Терминдердин тушундурмо создугу./ Башкы ред. М. Борбугулов; - Ф.: Кырг. Совет Энциклопедиясынын Башкы редакциясы., - 256 б. (Туз.: С. Байгуттиев, О. Бараталиев, К. Жумашев, ж.б.), Фрунзе 1987.
3. Методические указания по курсу «Учение о гидросфере», МУК, Бишкек, 1998., 18 с.
4. Методические указания по курсу «Комплексное использование водных ресурсов», МУК, Бишкек, 1998, 21 с.

Статьи

1. Роль экзогенных процессов в формировании горных ландшафтов. // сб. Проблемы горного ландшафтоведения. Фрунзе, Илим, 1979. с.47-50.
2. Анализ формирования минимального стока рек Иссык-Кульской котловины // Гидрогеологические исследования межгорных впадин.- Фрунзе. 1985. -С154-159 (соавторстве с Аламановым С.К.)
3. Условия формирования минимального стока рек горного обрамления Чуйской долины // Материалы УШ Межреспубликанской научной конференции молодых ученых. – Фрунзе. Илим. 1986. – С.124-126.
4. Определение площадей региональных единиц. Атлас Киргизской ССР. М., ГУГК, ч I, 1987, с. 154-156.
5. Внутригорные впадины Тянь-Шаня как резерв орошаемого земледелия. Тез. докладов УШ Всесоюзной конференции по мелиоративной географии. Таллин, 1988, с.44-45(в соавторстве с Иманкуловым Б.И., и др.)
6. Оценка подземного притока в реки Северной Киргизии в период минимального стока.-В кн.:Итоги и перспективы физико-географических исследований в Киргизии. Фрунзе, 1988,с.151-153.
7. Период минимального стока на реках Северной Киргизии. - В сб.: Гидрология Киргизии. Фрунзе, 1989, с.76-80.
8. Долгосрочный прогноз минимального стока рек Северной Киргизии.-В сб.: Гидрология Киргизии. Фрунзе, 1989, с.81-88.(в соавторстве с Христофоровым А.В.)
9. Исследования минимального стока для целей охраны и рационального использования водных ресурсов Северной Киргизии.-В кн.: Географические исследования и рациональное природопользование. Фрунзе, 1989, с.90-92.
10. Прогноз минимального месячного стока рек Иссык-Кульского и Чуйского бассейнов с годичной заблаговременностью.-В сб.: Проблемы оз.Иссык-Куль и его горного обрамления. Фрунзе, 1990.с.18-20. (в соавторстве с Христофоровым А.В.)

11. Методика расчета минимального стока рек Иссык-Кульской котловины при отсутствии материалов наблюдений.-В сб.: Проблемы оз. Иссык-Куль и его горного обрамления. Фрунзе. 1990, с.15-16.

12. Исследование территориальной согласованности колебаний годового стока рек Иссык-Кульского бассейна. В сб.: Проблемы оз.Иссык-Куль и его горного обрамления. Фрунзе, 1990 с.17-18. (соавторстве с Аламановым С.К., Музакеевым М.А.)

13. Территориальная согласованность многолетних колебаний минимального стока рек Северной Киргизии.-В сб.: Материалы научно-практической конференции по проблемам экологии, охраны и рационального использования природных ресурсов. Ош, 1990.с.96-98.

14. Охрана и рациональное использование водных ресурсов Республики Кыргызстан. Матер. научн. конф.: Рациональное природопользование горных стран. Бишкек, 1991.-с.109-110. (в соавторстве с Музакеевым М.А., Аламановым С.К.)

15. Гидрогеологические условия. Энциклопедия Чуйской области. Бишкек, 1994.с.414-415.

16. Гидрогеологические условия Таласской области. Энциклопедия Таласской области. Бишкек, 1995. С.105-106

17. Территориальная согласованность многолетних колебаний стока рек Кыргызстана. Вклад молодых ученых в аграрную реформу. Сб. Научных трудов посвященных 1000 летию эпоса “Манас”. Ч.1. Бишкек 1995., с. 150-157.

18. Пространственное распределение характеристик изменчивости и средних значений минимального стока рек Кыргызстана. Вклад молодых ученых в аграрную реформу. Сб. научных трудов посвящ. 1000-летию эпоса “Манас”. Ч.1. Бишкек, 1995, с. 145-150

19. Генетико-статистический анализ формирования минимального стока горных рек. В сб.: Высокогорные исследования: изменения и перспективы в XXI веке. Бишкек, 1996. С.133-134.(в соавторстве с Христофоровым А.В., Арыновым Т.А.)

20. Формирование и пространственное распределение минимального стока рек Южного Кыргызстана. Известия НАН Кыргызской Республики. Бишкек 1998. Ч.2-3.,с.60-64.

21. Географическое распределение земельно-водных ресурсов Кочкорского района и их использование. Наука и новые технологии. Бишкек, 1998. №1. С. 115-120.(в соавторстве Асыкуловым Т., Бердалиевым Д.К.)

22. Географо-гидрологические обобщения характеристик минимального стока Нарынского региона. Наука и новые технологии. Бишкек, 1998, №2, с.169-173.

23. Влияние многолетней мерзлоты на подземный приток в горные реки. Геодинамика, металлогения полезных ископаемых и геоэкология. Сб. научн. трудов. КГ-МИ, КИМС. Ч-1, Бишкек, 1999. С.246-250.

24. Оценка естественного и антропогенного воздействия на формирование стока горных рек. Сб. научн. трудов. Вып. I. БВКК, Бишкек, 1999 с.336-342.

25. Исследование минимального стока рек Кыргызстана. Сельское хозяйство Кыргызстана. Сб. научных трудов. Вып. 2., ч. I. Бишкек, 1999 с.149-155.

26. Анализ формирования рек Талаского бассейна в маловодный период. Наука и новые технологии. Бишкек, 1999, №4. С.147-149. (в соавторстве с Асыкуловым Т., Бердалиевым Д.К.)

27. Проблемы водоснабжения Кыргызской республики. Окружающая среда и здоровье. Сб. научн. трудов. БГУ, 1999. с.62-69. (в соавторстве с Соболин Г.В.)

28. Эколого-экономические проблемы в мелиорации и водном хозяйстве Кыргызстана. Геодинамика, металлогения полезных ископаемых и геоэкология. Сб. научн. трудов./КГ-МИ, КИМС. Ч.-I Бишкек, 1999. С.242-246. (в соавторстве с Соболин Г.В.)

29. Эколого-экономическая оценка эффективности строительства деривационных ГЭС. Сб. научн. трудов. Вып. I, БВКК, Бикек, 1999. С.78-84. (в соавторстве с Соболиным Г.В., Жапаровым Т.М.)

30. Условия формирования минимального стока рек Нарынского региона. Сельское хозяйство Кыргызстана. Сб. научных трудов. Вып. 2. ч. I, Бишкек, 1999. с.128-132. (в соавторстве с Утировым Ч.У., Кенжебаевой)

31. Водно-земельные ресурсы Таласской области и их использование. Окружающая среда и здоровье человека. Сборник научных трудов. БГУ, 1999. С.55-62. (в соавторстве с Чодураевым Т.М.)

32. Прогноз питьевого водоснабжения сельского населения Кыргызской Республики. Окружающая среда и здоровье человека. Сб. науч. Тр. БГУ, 1999. С.163-169. (в соавторстве с Молдошевым К.О.)

К. Молдошев

АННОТАЦИЯ.

Работа основана на материалах многолетних экспедиционных исследований проведенных при участии автора, и так же фондовых и литературных источников.

Выполнен анализ основных природных условий Кыргызстана формирующих сток рек в маловодный период.

На основе длительных периодов наблюдений исследован характер многолетних колебаний стока и их территориальное распределение. Основой для прогноза стока за осенне-зимний период послужила линейная емкостная модель истощения влагозапасов нескольких горизонтов подземных вод определяющих характер связи между стоком различных периодов.

Проведен анализ использования стока рек в водоснабжении и обосновывается необходимость строительства экологически безопасных малых ГЭС. Предложены основные гидрологические характеристики необходимые для рационального использования стока рек Кыргызстана.

АННОТАЦИЯ.

Кыргызстандын ар кайсы аймактарында жүргүзгөн экспедициялардын материалдары, фондулук жана адабий булактардын негизинде автор тоолуу өлкөбүздүн дарыяларынын тартылуу мөөнөтүндөгү кубулуштарын изилдеген.

Дарыялардын тартылуу мөөнөтү учурундагы көп жылдык кыймылына жана аянт боюнча таркалышына негизги табигый факторлордун тийгизген таасири көрсөтүлгөн.

Изилдөөлөрдүн негизинде дарыялардын болочок агымдарынын көлөмүнө прогноз жүргүзүүчү методдорду, ошондой эле гидрологиялык жактан изилденбеген дарыялар үчүн жаңы эсептөө формулалары сунуш кылынган.

Кыргызстандын дарыяларынын тартылуу мөөнөтү учурундагы көлөмү аныкталып, сарамжалдуу пайдалануу үчүн, сууну пайдалануучу суу тармактарга негизги гидрологиялык көрсөткүчтөрдү тартуулаган.

Abstract

This work is based on the author's Field work, articles and data, and unpublished information.

An analysis of Base Flow for the rivers of Kyrgyzstan has been done, based on long term observations (up to 20 years).

A linear capacity model of moisture stocks in several Aquifers, including annual variation in interflows. Was used to predict autumn and winter (base) flows.

Water supply needs for Kyrgyzstan have been calculated. Showing the need for Small, environmentally friendly reservoirs, which could also produce electricity.

An outline of the characteristics of a rational scheme for using the flow of Kyrgyzstan's rivers is developed and presented.