КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 556.18:502/504 (282.255.5) На правах рукописи

**КАЛИЕВА КАРЛЫГАШ ЕСИМОВНА**

**Совершенствование межгосударственного управления трансграничными водными ресурсами с целью обеспечения экологической безопасности региона (на примере Шу- Таласского речного бассейна)**

Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD),

доктора по профилю 6D080500 Водные ресурсы и водопользование

Научный консультант:

Жапаркулова Е. Д.,

кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

Зарубежный консультант:

Петрас Пунис,

доктор технических наук, профессор

Республика Казахстан

Алматы, 2023

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ОПРЕДЕЛЕНИЯ | 4 |
|  | ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ | 5 |
|  | ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| 1 | СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК | 9 |
| 1.1 | Управление водными ресурсами трансграничных рек: проблемы, уроки и прогнозы | 9 |
| 1.2 | Бассейновое управление водными ресурсами трансграничных речных бассейнов | 12 |
| 1.3 | Интегрированное управление водными ресурсами трансграничных речных бассейнов | 17 |
| 2 | ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕК ШУ-ТАЛАССКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА | 24 |
| 2.1 | Изменение климата и климатические тренды водосборных территорий Шу-Таласского водохозяйственного бассейна | 24 |
| 2.2 | Изменение стока рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна при глобальном потеплении климата | 34 |
| 2.3 | Влияние климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна | 42 |
| 2.4 | Ритмичность многолетних климатических и гидрологических показателей водосбора рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна | 51 |
| 3 | ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ШУ-ТАЛАССКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА | 58 |
| 3.1 | Анализ использования водных ресурсов и оценка их изъятия (прямые нагрузки) на водосборах Шу-Таласского водохозяйственного бассейна | 58 |
| 3.2 | Оценка антропогенной нагрузки на водосборах Шу-Таласского водохозяйственного бассейна (косвенные и совокупные) | 74 |
| 3.3 | Оценка эффективности использования водных ресурсов Шу-Таласского водохозяйственного бассейна | 92 |
| 4 | СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫМИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА | 99 |
| 4.1 | Алгоритм обеспечения экологической безопасности при управлении водными ресурсами трансграничных речных бассейнов | 99 |
| 4.2 | Совершенствование принципов управление водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна | 105 |
|  | ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 111 |
|  | СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 115 |
|  | ПРИЛОЖЕНИЕ | 123 |

**ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**Бассейн водосборный –** часть земной поверхности и толщи почвогрунтов, с который происходит сток воды в водоток к определенному створу на нем или в водоем**.**

**Внутригодовое распределение стока –** распределение величины стока по календарным периодам или сезонам года.

**Водное законодательство –** совокупность законов и подзаконных актов, регулирующих общественные отношения, связанные с использованием водных ресурсов.

**Водное хозяйство** – группа отраслей народного хозяйства, осуществляющих изучение, учет, регулирование, распределение и использование поверхностных и подземных водных ресурсов страны в интересах народного хозяйства, а также в целях защиты населения и материальных ценностей от разрушительного действия вод.

**Водные отношения –** общественные отношения в области использования и охраны водных объектов.

**Водные ресурсы** – поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы.

**Водообеспеченность -** степень возможного удовлетворения потребностей водопользователя в воде за счет доступных для использования водных ресурсов.

**Водопользование (использование водных объектов) –** использование различными способами водных объектов для удовлетворения потребностей физических и юридических лиц.

**Водопользование хозяйственно-питьевые** – использование водных объектов как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

**Водохозяйственная деятельность -** деятельность граждан и юридических лиц, связанная с использованием, восстановлением и охраной водных объектов.

**Гидрогеология** – наука о подземных водах, об их происхождении, условиях залегания, законах движения, режиме, физических и химических свойствах, взаимодействия с горными породами, связи с атмосферными и поверхностными водами, их хозяйственном значении.

**Гидрологические наблюдения** – наблюдения над элементами гидрологического режима, чаще всего посредством их измерений.

**Гидрологические характеристика –** количественные показатели элементовгидрологического режима и водных ресурсов, определяемые на основе наблюдений (измерений) или гидрологических расчетов.

**ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

В настоящей диссертации применяют следующие обозначения и сокращения:

ИУВР **–** интегрированное управление водными ресурсами

ОБСЕ - Организация по безопасности и сотрудничеству в Европе

ООН - Организация Объединенных Наций

ВСУР – Всемирный Саммит по Устойчивому развитию

ГВП – Глобальное водное партнёрство

БВО – Бассейновые водохозяйственные организации

ВМО – Всемирная метеорологическая организация

ЦА – Центральная Азия

РК – Республика Казахстан

КР – Кыргызская Республика

РГП – Республиканское государственное предприятие

Казгидромет – гидрометеорологическая служба Казахстана

Кыргызгидромет – гидрометеорологическая служба Кыргызстана

ВХБ – Водохозяйственный бассейн

ГЕ - гидрологический ежегодник

МС – метеорологическая станция

Гидропост - гидрологический пост

ГГИ – Государственный гидрологический институт

ККСОН – Комитет по контролю в сфере образования и науки

ПМВР – правила использования водных ресурсов

НДВ – нормативы допустимого воздействия

ЦПКВ – целевые показатели качества воды

АВП – ассоциация водопользователей

КРС – крупный рогатый скот

ЕАОС - Европейское агентство по окружающей среде

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы**. «Водные ресурсы трансграничных рек Центральной Азии являются общим достоянием. От их эффективного использования зависит судьба десятка миллионов людей, стабильность и благополучие всего региона», - сказал Касым-Жомарт Токаев. В то же время Глава государства в целом высоко оценивает взаимодействие Казахстана и Кыргызстана по бассейнам рек Шу и Талас на сегодняшний день и считает его положительным примером для многих стран мира.

Ограниченность водных ресурсов рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, выполняющие важные средообразующие или экологические функции и являющиеся в основном пространственным базисом для народонаселения и природопользования Чуйской и Таласской областей Кыргызской Республики, а также Жамбылской области Республики Казахстан и их системы территориальной организации водопользования, обусловленные природно-географическими зонами, уровнем и характером социально-экономического развития региона, в ближайшее время могут стать сдерживающим фактором развития водной безопасности.

Проблема соблюдения принципов сбалансированного использования водных ресурсов трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, приобретает особую актуальность для Кыргызстана и Казахстана, обеспечивающих водную безопасность их населению, промышленности и сельскому хозяйству, а также необходимостью предотвращения негативных воздействий со стороны сопредельных государств.

На современном этапе решение данной проблемы в водосборных территориях трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна требует реализации адекватных мер, нуждающихся в соответствующем научном обеспечении, базирующихся на совершенствовании межгосударственного управления трансграничными водными ресурсами с целью обеспечения экологической безопасности региона с использованием бассейнового подхода.

**Цель исследования -** изучить территориальную организацию водопользования на территориях водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в контексте с совершенствованием управления водными ресурсами трансграничных рек с целью обеспечения экологической безопасности региона.

Для достижения поставленной цели были определенны следующие взаимосвязанные задачи:

- рассмотреть основные теоретические подходы к проблеме трансграничного управления водными ресурсами речных бассейнов;

- изучить влияние климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна;

- изучить территориальную организацию водопользования в целях управления водными ресурсами трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна;

- определить основные направления дальнейшего совершенствования межгосударственного управления трансграничными водными ресурсами;

**Объект исследования –** территориальная организация водопользования в водосборах трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна.

**Предмет исследования** – бассейновые процессы использования и управления водными ресурсами трансграничного бассейна.

**Материалы и методы исследования.** Базы исследования созданы на основе многолетних статистических материалов Национального статистического комитета Кыргызской Республики и Бюро национальной статистики Агентства по статистическому планированию и реформ Республики Казахстан.

Для решения поставленных задач в качестве основных методов использованы: ландшафтно-бассейновый подход, принципы устойчивого развития и рационального водопользования, методология интегрированного управления водными ресурсами, современные оценки водообеспеченности населения и территории, способы и приемы определения антропогенных нагрузок на водные объекты и их водосборные территории (прямые и косвенные воздействия), анализ статистической однородности временных рядов для установления факта и времени начала изменения исследуемых характеристик, метод гидрологической аналогии для восстановления гидрологических данных, корреляционно-регрессивный анализ для установления зависимостей между гидрологическими и климатическими характеристиками и линейного тренда.

**Научная новизна:**

- выявлены и конкретизированы важнейшие современные проблемы управления водными ресурсами и обозначены преимущества методов интегрированного управления водными ресурсами трансграничных рек;

- выявлены тенденции изменения климата и влияние климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна;

- раскрыты особенности современной системы организации водопользования на водосборах трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, определены тенденции использования водными ресурсами на территории Кыргызской Республики и Республики Казахстан;

- разработана обобщенная прикладная модель управления водными ресурсами трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, базирующаяся на алгоритмах обеспечения экологической безопасности схемы территориально-организационного анализа водопользования

- разработана прикладная модель для оценки потенциала природных и антропогенных нагрузок на водосборах трансграничных рек, ориентированная на интегрированное управление водными ресурсами трансграничных рек.

**Теоретическая и практическая значимость.** По результатам проведенных исследований доказано, что тенденции изменения гидрологического режима водосбора трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна зависят не только от климатических факторов, но и в значительной степени определяется антропогенной деятельностью на речных водосборах, а использование ландшафтно-бассейнового подхода для целей детализации региональной водообеспеченности населения и территории, показали природообусловленность систем водопользования, их детерминированность действием антропогенных факторов, эффективность использования водных ресурсов, территориальную организацию и управление водопользованием.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждались на научных конференциях: Международный Водный Форум «Водные ресурсы и климат». (Минск, Белоруссия, 2017); III международная научно-практическая конференция молодых ученных «Вклад Молодых Ученых в Развитие АПК в Условиях Четвертой Промышленной Революции». (Алматы, 2018); XXIII международная научно-практическая конференция молодых ученных и студентов «Научная молодежь в аграрной науке: достижения и перспективы». (Алматы, 2019); международная научная конференция «Современные проблемы развития мелиорации и пути их решения». (Москва, 2020); международная научно-практическая конференция «Международная магистерская летняя школа». (Алматы, 2020); международная научно-практическая конференция «Управление водными ресурсами в условиях глобализации».(Алматы, 2021).

**Публикации.** Автором опубликовано 11 научных работ, из них 1– в изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus, 3 статьи в рецензируемых журналах, рекомендуемых ККСОН МОН РК и 7 – в материалах Междунарадных научно-практических конференций.

**Структура работы**. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы из 110 наименований. Общий объем работы составляет 122 страниц текста, включает 45 рисунков, 21 таблиц.

**1 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК**

**1.1 Управление водными ресурсами трансграничных рек: проблемы, уроки и прогнозы**

В соответствии с Конвенцией по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер (Хельсинки, 1992), под трансграничными водами понимают «любые поверхностные или подземные воды, которые обозначают, пересекают границы между двумя и более государствами или расположены в таких границах; в тех случаях, когда трансграничные воды выпадают непосредственно в море, пределы таких трансграничных вод ограничиваются прямой линией, пересекающей их устье между точками, расположенными на линии малой воды на их берегах» [1; 2; 3; 4].

Международным сообществом приложены значительные усилия к решению вопросов, возникающих в сфере управления трансграничными водными потоками, что выразилось в принятии «Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер» и «Конвенции о праве несудоходных видов использования международных водотоков», а также создании Всемирного Водного Совета. Данные документы содержат основные направления развития межнационального сотрудничества в области совместного использования и охраны трансграничных водотоков, а Всемирный водный Совет занимается актуализацией проблем в этой области и проработкой вариантов для их решения.

Однако следует отметить, что международные документы содержат в себе лишь определенный каркас, на основе которого каждая конкретная страна или группа стран вырабатывает свой механизм действий относительно трансграничного объекта. Среди многообразия двусторонних и многосторонних договоров присутствуют как более, так и менее удачные варианты. Однозначным успехом и наиболее явственным показателем работы международного договора в отношении трансграничных водных потоков является договор, в котором, кроме представителей государств, принимают участие неправительственные организации и общественность. Такой формат работы приводит к большей гласности, а также учету мнений всех заинтересованных в данном вопросе сторон.

Изучение проблем трансграничных речных бассейнов является одним из наиболее актуальных научно-практических направлений в изучении вопросов рационального водопользования и совместного использования водных ресурсов трансграничными странами. Помимо многих нерешенных вопросов в водном хозяйстве, эта тема неизменно связана с социально-экономическими и экологическими интересами. Трансграничным речным бассейнам свойственны множественные частные задачи в сфере водопользования и управлении водными ресурсами, осложненные фактором межгосударственного взаимодействия.

Управление водными ресурсами трансграничных речных бассейнов представляет собой динамичный процесс планирования, организации, контроля использования и охраны окружающих среды.

При определении стратегических целей управления водными ресурсами трансграничных стран и развития ее водного хозяйства в конкретных областях, то есть коммунально-бытовое и промышленное водоснабжение, сельскохозяйственное водопотребление, требует необходимость оценки их достижимости. Сложность управления водными ресурсами трансграничных речных бассейнов обусловлена спецификой природных вод в жизнеобеспечении человека, как важнейшего средообразующего компонента и производственного ресурса для отраслей экономики.

Речной бассейн с его климатическими условиями, функциями стокообразования, пространственным базисом народонаселения и прозводственной деятельности в определенной степени характеризуется естественной единицей водохозяйственного управления.

Обращаясь к методическим аспектам управления водными ресурсами, отметим, что этот динамический процесс подразделяется на несколько взаимосвязанных этапов, которые, в конечном счете, базируются на результатах комплексного гидрологического, климатического, гидрохимического, водохозяйственного анализа и всех полученных результатов.

Выбор той или иной модели управления водными ресурсами и водного хозяйства в силу особенностей каждого государства – участника обусловливается политическими, экономическими, организационными, правовыми, технологическими и другими факторами.

# Цели управления водными ресурсами в разных странах отличаются друг от друга по тем или иным признакам, однако с определенной уверенностью можно утверждать, что в настоящее время целью управления водными ресурсами является их использование и охрана, обеспечивающие социально-экономическое развитие общества, биологическое разнообразие и нормальное функционирование водных экосистем на неограниченно длительный период времени. Эти цели достигаются путем решения следующих задач [5; 6; 7]:

- удовлетворение базовых потребностей людей в безопасной питьевой воде и в благоприятных санитарно-гигиенических условиях;

- обеспечение продовольственной безопасности посредством более эффективного использования водных ресурсов;

- защита экосистем и обеспечение их целостности;

- совместное использование водных ресурсов как различными хозяйствующими субъектами, так и государствами;

- защита от негативного воздействия вод путем управления рисками;

- управление водными ресурсами на основе определения ценности воды в экономическом, социальном, экологическом, культурном аспектах;

- рациональное управление водными ресурсами при общественном контроле и соблюдении интересов всех слоев населения;

- внедрение новых технологий в промышленности, сельском и коммунальном хозяйстве, позволяющих уменьшить водопотребление и сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;

- обеспечение доступа для всех к информации о состоянии водных ресурсов;

- воспитание бережного отношения к водным ресурсам, развитие культуры рационального природопользования.

Управление водными ресурсами должно предусматривать генерацию и выбор альтернативных решений. Для этого целесообразно использовать такие критерии, которые бы играли основную роль при оценке эффективности систем управления. Эти критерии должны быть настолько количественны, насколько позволяет ситуация, причем следует помнить, что на разных этапах функционирования системы перечень критериев может меняться.

Ниже приведены некоторые, наиболее распространенные критерии:

**Функционирование.** Это один из факторов, наиболее часто используемых при оценке системы. Предсказание функционирования системы может быть сделано исходя из физических или математических моделей, опыта или наблюдений над аналогичными системами. Регулирующие ведомства разрабатывают требования к функционированию систем. Например, они определяют, что содержание железа в подготовленной для употребления воде не должно превышать 0.3 мг/дм3.

**Стоимость**. Это всегда очень важный критерий. Для точной оценки стоимости необходима разработка экономической модели, включающей такие факторы, как проектирование системы, стоимость строительства и эксплуатации, а также политику налогообложения. Надежность. Надежность – это вероятность того, что система и ее подсистемы будут работать в соответствии с проектом. Существуют сильные взаимосвязи между надежностью, стоимостью и функционированием. Нельзя добиться желаемого функционирования системы, если какие-либо ее части не работают. Для того чтобы избежать отказов, можно включить в систему дублирующие блоки, однако это повышает ее стоимость. При планировании работы водохозяйственной системы целесообразно учитывать возможные проблемы с надежностью как рассматриваемой системы, так и связанных с ней систем.

**Время.** Термин «время» имеет различные значения по отношению к оценке системы. Одно из них связано с необходимостью учета режима работы водохозяйственных системы, режима водного объекта, с которым она связана, режимом работы водопотребителей и другие.

Другое значение – время функционирования системы, то есть срок, на который предусмотрено нормальное функционирование водохозяйственных системы. Также можно рассматривать время проектирования и строительства водохозяйственных системы, время протекания типовых процессов и другие.

**Требования к обслуживанию**. Для пользователя системы существенную ценность имеет быстрота и простота обслуживания, причем очевидно, что между надежностью и требованиями к обслуживанию существует тесная связь. Так, более надежные системы требуют меньшего ухода, а надежность системы может быть повышена улучшением обслуживания. На примере требований к обслуживанию видно, насколько важно еще на этапе проектирования учитывать способ управления системой. Например, на многих установках водоподготовки и водоочистки работает неквалифицированный персонал. Поэтому монтаж сложных систем управления на таких предприятиях может оказаться пустой тратой денег.

**Гибкость.** Гибкость необходима для того, чтобы систему можно было приспособить ко всяким неожиданным или планируемым переменам. Так, установки для водоподготовки и водоочистки должны обладать гибкостью, чтобы воспринимать нововведения в технологии и технике. После того как были выбраны факторы, влияющие на оценку системы, необходимо скомбинировать их с некоторыми весами по некоторому обобщенному критерию, где выходы системы являются факторами, служащими для оценки. Каждому фактору приписывается отдельный вес и затем они собираются в единую функцию, известную как функцию цели, которую и необходимо оптимизировать.

К основным видам деятельности, осуществляемой в процессе управления водными ресурсами относятся [8]:

- совершенствование системы управления и увеличение ее эффективности и открытости;

- совершенствование производственных процессов, приводящих к ухудшению состояния водных объектов;

- вовлечение в процесс охраны водных объектов как можно большего количества людей и воспитание разумного и бережного отношения к природе;

- нахождение оптимальных решений, являющихся компромиссом между охраной и использованием природных ресурсов, между государством, местными властями, водопользователями и населением;

- улучшение санитарного состояния водных объектов.

Для успешного управления водными ресурсами требуется аккуратность и знание доступного ресурса, способов его использования, конкурирующих требований к ресурсам, мер и процессов для оценки значимости и ценности конкурирующих требований и механизмов для преобразования политических, социально-экономических и экологических решений в действиях на местах.

**1.2 Бассейновое управление водными ресурсами трансграничных речных бассейнов**

Бассейновый принцип управления водными ресурсами принят как важнейший во многих странах и положен в основу планирования и рационального использования и охраны вод.

Основоположником бассейнового принципа управления водными ресурсами является О. С. Колбасов, который отмечал, что еще на ранних стадиях крупных законопроектных работ в области водного законодательства было замечено, что в отличие от земли, ее недр, лесов, которые без всякого ущерба для их правильной эксплуатации могут быть поделены между субъектами, воды не поддаются такому делению, так как в силу присущих им естественных свойств, природные запасы воды на более или менее обширных площадях, нередко простирающихся в пределах территорий нескольких государств, оказываются в неразрывной взаимосвязи, образуя так называемые бассейны крупных рек и водоемов. Это обстоятельство приводит к необходимости рассматривать водный бассейн, как единый объект межгосударственного управления, независимо от границ административно-территориальных образований, лежащих на площади бассейна [9].

Бассейновый принцип управления природными ресурсами в мировой практике начал применяться на рубеже XIX-XX веков, когда были реализованы первые модели взаимосвязанного использования водных и земельных ресурсов в водосборных бассейнах. В первой половине XX века впервые стали создаваться бассейновые советы (комитеты, комиссии) c целью сбалансированного управления водными ресурсами на водосборе. Первоначально, в 1930-х годах, они создавались в США, в бассейнах р. Теннеси, Колумбия и Миссури. Спустя 30-40 лет бассейновый принцип получил распространение в Европе для управления водопользованием в Англии, Франции и ряде других стран [10; 11].

В мировой практике в области водного хозяйства существуют многочисленные методологические подходы и принципы, используемые при разработке бассейновых планов управления водными ресурсами. При этом основной целью оценочной системы по трансграничному мониторингу является выявление и разработка оптимальных стратегических вариантов бассейнового планирования с учетом политического, социально-экономического и экологического развития речного бассейна, характеризующих взаимовыгодности предлагаемых мероприятий трансграничных государств. Данный методологический инструмент, как правило, используется совместными речными бассейновыми организациями для изучения актуальных вопросов и выбора оптимальных решений, которые состоят из четырех факторов развития и трех источников водных ресурсов, а факторы развития могут быть добавлены с учетом каждого отдельного случая.

Разработка и внедрение бассейновых планов управления водными ресурсами трансграничных речных бассейнов дает возможность водохозяйственным (бассейновым) организациям проводить комплексный анализ и оценку существующей водохозяйственной обстановки, осуществлять планирование водопользования для бассейна на краткосрочную (2-3 года), среднесрочную (5-7 лет) и долгосрочную (10-15 лет) перспективы. При бассейновом планировании учитываются возможные тенденции экономического развития, демографические прогнозы, возрастающие признаки воздействия изменений климата и гидрологического режима рек, влияющие на развитие бассейнов.

Разработка бассейновых планов управления водными ресурсами речных бассейнов требует соблюдения основных принципов, которые позволяют сделать их наиболее жизнеспособными и эффективными, которые базируются в процессе планирования водопользования и может быть использован на любом уровне, начиная с государственного и межгосударственного уровней, и заканчивая бассейном любой малой реки.

Для адекватного решения проблемы адаптации к изменению климата, территориальное организация водопользования должно стать неотъемлемой частью планирования на национальном, региональном и местном уровнях и, соответственно частью бассейнового управление водными ресурсами, то есть вопросы адаптации к изменению климата должны стать одними из основополагающих.

Бассейновый подход - это средство сбалансированного управления природопользованием, позволяющее скоординировать деятельность отраслевых и территориальных органов управления в решении вопросов природопользования и создать единую структуру управления природопользованием в речных бассейнах.

Методическую основу использования бассейнового подхода в управлении природопользованием составляет представление о речном бассейне как сверхсложной иерархически устроенной природно-хозяйственной системе, в пределах которой однонаправленный поток природного вещества, энергии и информации способствует структуризации природных и хозяйственных компонентов, установлению прочных связей и взаимодействия между ними. Системная взаимосвязь природных и хозяйственных компонентов бассейна, четкость и однозначность выделения его границ, возможность прогнозировать изменение состояния природных компонентов и комплексов бассейна как во времени, так и в пространстве, составляют основу широкого применения бассейнового подхода в управлении природопользованием.

Анализ существующих методов выделения, классификации и структуризации речных бассейнов дает возможность выработать некоторые методические подходы к организации управления природопользованием в речных бассейнах разного иерархического уровня. Особенность разработанного подхода заключается в учете:

- системных связей природы и хозяйства при организации природопользования в конкретном речном бассейне;

- иерархической соподчиненности речных бассейнов притоков в пределах бассейна главной реки;

- интересов каждого субъекта природопользования (от частного предпринимателя до региона и страны в целом) при выработке обще бассейновой стратегии природопользования.

Таким образом, речной бассейн представляет собой устойчивую сбалан­сированную геоэкологическую систему, продуцирующую под влиянием стабильного источника энергии разнообразную совокупность природных ресурсов, одним из которых является вода [12].

Л.М. Корытный выделил основные принципы бассейновой концепции [13]:

1. Бассейн - интегральная природно-хозяйственная-демографическая система.

2. Бассейн – особый природный объект – природная геосистема высокой степени целостности, сочетающая абиогенную основу (литоорогидросистему) со специфическими рядами функционирования биоты, то есть квазикибернетическая, саморегулирующаяся, парадинамическая и парагенетическая система, наиболее подходящий объект для всестороннего применения системного подхода.

3. Бассейны универсальны; это самые распространенные на поверхности суши природные комплексы; почти вся суша – совокупность бассейнов.

4. Бассейн обладает границами – водоразделами, без субъективности и четко выделяемыми и на местности, и на карте. Следовательно, именно бассейны представляют собой наиболее объективную естественную основу решения любых задач и проблем в сфере природопользования .

5. Гидрографическая и водораздельная сеть бассейна – самая строго иерархически упорядоченная сеть на планете; в этом ключ к систематизации в различных областях природопользования.

6. В границах бассейна «замыкаются» основные циклы круговоротов вещества и энергии. Водные объекты водосбора – конечные звенья «цепочек» загрязнения. В связи с этим роль бассейновой концепции при исследованиях геоэкологических процессов биосферы несомненна.

7. С водными объектами тесно связана вся история цивилизации; в бассейнах сформировались особые этнодемографические общности.

8. На «водных линиях» концентрируются поселение и промышленные объекты, в связи, с чем бассейны можно рассматривать и как специфические экономические пространственные структуры.

9. Роль бассейновой концепции постоянно увеличивается вследствие возрастания значения водного фактора и водных ресурсов (особенно питьевой воды) в природопользовании планеты.

10. В период нарастания геополитической напряженности бассейны – наиболее подходящие, созданные самой природой пространственные объекты для разрешения геополитических противоречий, как на региональном, так и на межрегиональном уровнях.

Основой реализации любого из перечисленных механизмов системы управления водным хозяйством является наличие современной методической базы, отвечающей современным требованиям водного законодательства, уровню развития экономики страны и социально-экономическому развитию общества, базирующихся на принципах совместного и равноправного использования ресурсного потенциала водосборных территории трансграничных рек, (рисунок 1).



Рисунок 1 – Управление водными ресурсами по бассейновому принципу [14; 15]

Следовательно, в рамках бассейновой концепции наиболее перспективно решать проблемы организации, рационализации, оптимизации, районирования, моделирования, картографирования, контроля природопользования и управления его процессами. Однако, как любая система управления природопользованием, бассейновый подход управления водными ресурсами имеет сильные и слабые стороны (таблица 1).

Таблица 1- Сильная и слабая стороны бассейнового подхода управления водными ресурсами

|  |  |
| --- | --- |
| Сильная сторона | Слабая сторона |
| Исключены промежуточные звенья, а также вмешательство других, не отвечающих за воду организаций и лиц в управлении водными ресурсами | Отсутствие оценки влияния климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим рек |
| Обеспечено равномерное, рациональное и пропорциональное к водному источнику каждого водопользователя управление, независимо от места его расположения в ирригационных системах | Существование пробелов между планированием и реализацией территориального водопользования |
| Повышена ответственность договорных отношений за водообеспечения между управлением ирригационными системами (УИС) и водопользователями (Ассоциациями Водопользователей (АВП) и фермерскими хозяйствами | Формальное отношение к оценке эффективности трансграничного распределения воды неизвестно и требует оценки |
| Обеспечено оптимальное управление водными ресурсами на уровне межхозяйственных каналов, независимо от места его расположения в ирригационной системе. | Слабое методологическое обеспечение управления водными ресурсами на межгосударственном уровне |

Таким образом, эффективное управление речными водными системами может быть затруднено или ослаблено механизмами, которые выходят за рамки управления водными ресурсами, действующих на бассейновом уровне.

**1.3 Интегрированное управление водными ресурсами трансграничных речных бассейнов**

Понятие «Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР)» было предложено в 1992 году на Международной Конференции по воде и окружающей среде в Дублине, а на конференции в Рио-де-Жанейро было включено в концепцию «Повестка дня 21».

Динамика развития событий, посвященных устойчивому развитию, экологической безопасности на глобальном уровне и этапы развития интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР) имеет следующие вехи своего развития [16]:

- впервые в 1968 году создан Римский клуб, деятельность которого была направлена на развитию глобалистки и принята Концепция Римского клуба;

- первая Конференция ООН по окружающей среде в Стокгольме в 1972 году, где был признан глобальный экологический кризис всей биосферы, в том числе впервые водному фактору придавалось особое внимание;

- совещание по безопасности и сотрудничеству в Европе (ОБСЕ) в 1975 году Хельсинки, определило понятие «безопасность» многомерной;

- в 1992 году на Дублинской Конференции по воде и окружающей среде установлены базовые принципы интегрированного управления водными ресурсами и международного сотрудничества трансграничных речных бассейнов;

- вторая Конференция ООН по окружающей среде и развитию проведена в 1992 году в Рио-де-Жанейро, где мировое сообщество приняло - «Повестка дня ХХI века» и Декларацию по окружающей среде и развитию;

- в 2000 году состоялся Саммит Тысячелетия в Нью-Йорк, где в Декларации Тысячелетия, утвержденной Генеральной Ассамблеей ООН 8 сентября 2000 года, ключевыми целями названы: «поддержка принципов устойчивого развития»; «бережного и ответственного отношения к природе»; «остановить нерациональное использование водных ресурсов»; «способствовать обеспечению справедливого доступа к воде»;

- в 2002 году на Всемирном Саммите по Устойчивому развитию (ВСУР) в Йоханнесбурге впервые интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) был признан всеми государствами и на саммите было рекомендовано всем странам подготовить Стратегии и Национальные планы ИУВР к концу 2005 года;

- в 2002 году создана международная сеть «Глобальное Водное Партнерство» (ГВП) с целью содействия процессу внедрения принципов ИУВР на разных уровнях управления водой (глобальном, региональном, национальном и местном).

Основой интегрированного управления водными ресурсами является признание взаимозависимости всех видов водопользования водосборных территориях речных бассейнов. При таком подходе решения по распределению и управлению водными ресурсами учитывают воздействия каждого вида водопользования на другие и принимаются совместно всеми заинтересованными государствами расположенных бассейна трансграничных речных бассейнов.

Основной принцип ИУВР - управление водными ресурсами на уровне речных бассейнов на основе гидрографических границ - является гарантией стабильного и равноправного, разумного и справедливого водообеспечения вне зависимости от местоположения водопользователя (выше или ниже по течению).

Существует большое количество работ, посвященных интегрированному управлению водными ресурсами (ИУВР) трансграничных рек, а именно Dellapenna J.W., Gupta J. [17], Lipper J. [18], Lammers J. [19] и Birnie P., Boyle A.E. [20] международного водного права в управлении трансграничными реками, включающих доктрины «абсолютного территориального суверенитета», «абсолютной территориальной целостности», «ограниченного территориального суверенитета» и «общности интересов», Buzan B., Weave r O., Wilde, J. Security [21] и Buzan B. People [22] проблемами регулирования водных ресурсов трансграничных рек, Buzan B., Weaver O., Wilde, J.Security [23] теорию региональных комплексов безопасности при использовании водных ресурсов трансграничных рек, а также Духовный В.А., Соколов В.И. [24], Barry Buzanand Ole Waever [25], South Priaralie [26], Plusquellec H. [27], Frank Jaspers [28] и Biswas A. [29] в разработке схемы взаимодействия факторов в системе ИУВР, принципов формирования ИУВР, процесса планирования и реализация ИУВР для гидрографического бассейна [30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37].

Таким образом, как показал анализ выше указанных научных работ в мировом масштабе и в том числе Центральной Азии и Казахстане направлены на формирование механизмов организации и совместного проведения правовых и управленческих мероприятий, однако одним из фундаментальных направлений при ИУВР трансграничных рек является обеспечение устойчивого развития, распределения и мониторинг использования водных ресурсов с учетом социальных, экономических и экологических задач, как средообразующей системы для общества не нашли отражения [36, 54 c.].

При этом особенно следует отметить, что водосборные территории в бассейнах трансграничных рек, как природного объекта высокой экологической и экономической значимости, выполняющих средообразующую функцию в современных условиях и перспективе будет невозможно без соблюдения всеми сторонами требований особой хозяйственной деятельности в рамках геоэкологических ограничений, отражающих качественные и количественноые показатели экологических, экономических и социальных ситуаций, являющихся индикатором государственной безопасности, особенно в странах, распложенных в среднем течениии и низовьях речных бассейнов [36, 60 с.].

Следовательно, для сбалансированного использования природных ресурсов в водосборных территориях речных бассейнов в пространственно-временном масштабе, необходима разработка системы математических моделей интегральных критериев, базирующихся на анализе современных подходов, учитывающих геоэкологические ограничения в области водного хозяйства и их адаптация к целям исследования, вытекающих из принципов разумного, равноправного и справедливого использования водных ресурсов в соответствии концепции принятых на Повестке дня XXI века ООН в Рио-де-Жанейро (1992) [21].

Главная природная функция речного бассейна – средообразующая, то есть, во-первых, стокообразование, это особая деятельность геосистемы, обеспечивающая единство гидрогеохимических потоков, во-вторых, среда обитания человека, требующая обеспечение их экологической безопасности и, в-третьих, это пространственный базис для природопользования и природообустройства, учитывающий интересы всех людей, проживающих на одной территории, то есть триединство природных функций речного бассейна [36, 60 c.].

В этих рамках решаются экономические задачи - повышение покупательской способности общества, социальные задачи - улучшение благосостояния населения и экологические задачи – обеспечение качества среды обитания человека [36, 60 c.].

Современная концепция водопользования трансграничных рек, сформированная в «Повестке дня на XXI век» на Всемирной конференции в Рио-де-Жанейро в 1992 году, где зафиксированы принципы равноправного, справедливого и разумного использования водных ресурсов, является основой Триединства функции управления речного бассейна [36, 60 c.].

При этом оно определяет научную и практическую целесообразность разделения на систему познания, что открывает возможность интегрированного управления водными ресурсами водосборами бассейна трансграничных рек c учетом геоэкологического ограничения, (рисунок 2) [36, 61 c.].

При этом структура ИУВР трансграничных рек может быть представлена в виде четырех взаимосвязанных блоков [36, 62 с.]:

- водный потенциал (гидрологический режим во времени и распределение по территории; предельно-допустимый объем водных ресурсов для природных и антропогенных водопотребителей и экологические требования к сохранению водных экосистем);

- технико-экономический потенциал (трудовые ресурсы, сельскохозяйственное использование земельных ресурсов, поголовье скота, промышленное производство);

- эколого-водохозяйственный потенциал (качество воды, загрязнение воды, загрязнение биогенными веществами, экологическое состояние водной экосистемы);

- социально-экологический потенциал (экологическое состояние речных бассейнов, воздействие антропогенной деятельности для человека и среды его обитания, экологическая ситуация в водосборах рек).

При определении водного потенциала водосборных территорий речных бассейнов в системе «стокообразование – равноправное использование - экология», необходимо учитывать особенности формирования и функционирования антропогенных и природных водопотребителей в водосборах трансграничных рек.



Рисунок 2 – Прикладная модель триединства функции управления водными ресурсами водосбора бассейна трансграничных рек

Технико-экономический потенциал в водосборах трансграничных рек в системе «природопользование (природобустройство) – справедливое использование - экономика», характеризует формирование природно-техногенных комплексов, осуществляемая человеком для решения экономических задач. При этом необходимо разработать инфраструктуру природно-техногенного комплекса с учетом оптимального сочетания природных и антропогенных элементов, повышающих покупательскую способность общества и экологическую устойчивость водосбора, а также улучшающих качество среды обитания человека.

Эколого-водохозяйственный потенциал в водосборах трансграничных рек характеризуется уровнем загрязнения и качеством поверхностных водных ресурсов, формирующихся в результате антропогенной деятельности.

Социально-экологический потенциалв системе «общество – разумное использование – социальный аспект» очень сложный процесс, так как экономический, экологический и социальный интересы государств, расположенных в водосборных территориях трансграничных речных бассейнов, не всегда совпадают, то есть в государствах, расположенных в верховьях и средних течениях, преобладает экономический интерес, а в низовьях – добавляется также экологический и социальный интерес.

При этом следует отметить, что хозяйственная деятельность обеспечивает повышение покупательской способности общества, а экология показывает влияние антропогенной деятельности на среду обитания человека, в результате чего проявляются противоречивые взгляды и понимание о сбалансированном использовании водных ресурсов речных бассейнов.

Поэтому соблюдение принципов равноправного, разумного и справедливого использования водных ресурсов трансграничных рек всегда исходит от населения, которое живет в низовьях рек и испытывает влияние и воздействие отражения техногенных нагрузок, формирующихся в результате человеческой деятельности в верховьях и среднем течениях рек.

Ниже приводятся результаты сильной и слабой стороны интегрированного управления водными ресурсами трансграничных речных бассейнов (таблица 2).

Таблица 2 - Сильная и слабая сторона интегрированного управления водными ресурсами трансграничных речных бассейнов

|  |  |
| --- | --- |
| Сильная сторона | Слабая сторона |
| Единицей для планирования и управления водными ресурсами является речной бассейн | Ущемление прав водопользователей нижнего течения |
| Водные ресурсы и земля, которая формирует площадь речного бассейна, должны быть интегрированы и находятся под единым управлением | Существование пробелов между водной стратегией, законодательством и управлением |
| Социальные, экономические и экологические факторы также должны быть рассмотрены совместно, интегрированы в рамках управления водными ресурсами | Отсутствие оценки антропогенных нагрузок водосборов речных бассейнов |
| Поверхностные, подземные и возвратные воды, а также экосистемы, через которые текут эти воды, должны быть рассмотрены совместно и интегрированы в рамках управления водными ресурсами | Низкая продуктивность воды из-за отсутствия стимулирования по сохранению качества воды фермерскими хозяйствами |
| Для принятия эффективных решений по водным ресурсам необходимо эффективное участие общественности | Формальное отношение к нормированию водопотребности |
|  | сельскохозяйственных угодий |
| Прозрачность и отчетность при принятии решений являются необходимыми чертами устойчивого управления водными ресурсами | Недоучет, а иногда игнорирование экологических и природоохранных требований |

Учитывая вышеприведенную информацию о принципах и методах интегрированного управления водными ресурсами трансграничных рек, для эффективной территориальной организации водопользования, данные наработки для развития стратегии на локальном уровне используются достаточно редко и требует совершенствования на основе регулирования и предотвращения трансграничных воздействий, связанных с планируемым увеличением хозяйственной деятельности.

Выводы по первой главе

1. Проблема рационального использования трансграничных водных ресурсов требует научного обоснования и сопровождения, а также широкого использования бассейновых и интегрированных подходов и методов управление водными ресурсами трансграничных бассейнов, которое наиболее объективно и целесообразно, должно базироваться на равноправном учете интересов всех государств, базирующихся на формировании системы совместного управления природопользованием, прежде всего водными ресурсами на основе развитой институциональной структуры.

2. Бассейновый принцип управления водными ресурсами трансграничных рек, как средство сбалансированного использования природно-ресурсного потенциала речных бассейнов, позволяет скоординировать деятельность территориальных и бассейновых органов управления в решении вопросов природопользования и создать единую структуру управления водопользованием в речных бассейнах.

3. Основной принцип интегрированного управления водными ресурсами трансграничных речных бассейнов на основе гидрографических границ является гарантией стабильного и равноправного, разумного и справедливого водообеспечения вне зависимости от местоположения водопользователя (выше или ниже по течению).

4. Стратегия рационального использования водных ресурсов в бассейнах трансграничных рек должна основываться на сохранении устойчивого развития, базирующегося на формировании системы совместного управления природопользованием, прежде всего, водными ресурсами на основе развитой институциональной структуры.

**2 ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕК ШУ-ТАЛАССКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА**

**2.1 Изменение климата и климатические тренды на водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна**

Территория Шу-Таласского водохозяйственного бассейна сформирована реками Шу, Талас и Асса, его общая площадь составляет 64,5 км2, включающая административные территории Кочкорского района Чуйской области и Нарынского района Таласской области Кыргызской Республики, а также Жамбылской области и Созакского района Туркестанской области Республики Казахстан.

Река Шу, протекает западнее котловины озера Иссык-Куль и является крупнейшей в Северном Тянь-Шане, ее длина 1067 км, площадь бассейна 62500 км2. Она образуется при слиянии рек Джуванарык и Кочкор, берущих начало из ледников в хребтах Кыргызский и Терскей-Алатоо [38]. Равнинная поверхность Шуйской впадины постепенно понижается от 1300 м на востоке до 120 м на западе. Морфологической границей Шуйской впадины с юга служит Кыргызский хребет (4894 м) и холмистая песчаная равнина Мойынкум, понижающаяся на западе от 660 до 200 м. На севере располагаются кулисообразно сменяющие друг друга и понижающиеся в северо-западном направлении хребет и пенепленизированные горы (западное окончание Заилийского Алатау, Жетыжол, Кендыктас, Шу-Илийские горы, Майжарылган) и равнина Бетпак-Дала [39].

Водосборая территория бассейна рек Асса-Талас расположена на северо-западе Кыргызской Республики и юго-западе Республики Казахстан. Река Талас образуется при слиянии рек Каракол и Учкошой, формирующихся на стыке Кыргызского и Таласского хребтов, и в нижнем течении теряется в песках Муюнкум. Длина реки Талас 661 км, площадь водосборного бассейна 52 700 км². Река Асса берет начало из слияния рек Куркуреу -Суу, берущих начало на северном склоне Таласского Ала-Тоо и Терс, образующихся на юго-восточном склоне Аса Каратау, длина которых 253 км и площадь водосбора 6670 км2, является левым притоком реки Талас и впадает в пустынный водоприемник в песках Муюнкум [40].

Водосборная территория Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, как модель многофункциональных речных бассейнов с разнообразными природно-климатическими ареалами, охватывающих горных, предгорных, предгорно-равнинных, равнинных и пустынных географических зон, выполняющих важные средообразующие или экологические функции, где возобновляемые водные ресурсы региона, формируются в горных экосистемах Тянь-Шаня и Памира за счет таяния сезонного снежного покрова и ледников, относится к глобальной проблеме изменения климата, рассмотренной в Рамочной конвенции ООН об изменении климата и принятой на «Саммите Земли» в Рио-де-Жанейро в 1992 года.

Для прогноза современных изменений климата и их проявления на водосборе Шу-Таласского водохозяйственного бассейна создана база исследований, на основе многолетних информационно-аналитических материалов РГП «Казгидромет» и «Кыргызгидромет», Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) и справочно-информационного портала «Погода и климат», по метеорологическими станциями Нурлыкент, Саудакент, Талас, Ойык, Байтик и Толе би позволяющих изучить тенденции в пространственно-временном масштабе (таблица 3) [41; 42].

Таблица 3 - Климатические показатели территории водохозяйственного бассейна Шу-Талас

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Метеорологическая станция | | | | | |
| Бассейн реки Асса | | Бассейн реки Талас | | Бассейн реки Шу | |
| Нурлы-кент | Сауда-кент | Талас | Ойык | Байтик | Толе би |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Среднегодовая температура воздуха (), оС | | | | | | |
| 1940 | 8,6 | 10,9 | 9,2 | 10,9 | 7,6 | 10,6 |
| 1941 | 9,1 | 11,3 | 8,3 | 11,5 | 8,0 | 11,5 |
| 1942 | 6,9 | 10,3 | 7,9 | 9,8 | 6,6 | 8,6 |
| 1943 | 5,9 | 9,6 | 7,4 | 8,6 | 6,3 | 8,9 |
| 1944 | 7,6 | 10,5 | 8,2 | 10,1 | 7,8 | 9,2 |
| 1945 | 6,7 | 9,4 | 7,3 | 8,3 | 6,0 | 8,3 |
| 1946 | 6,9 | 10,1 | 8,0 | 9,4 | 6,8 | 9,3 |
| 1947 | 7,0 | 10,0 | 8,0 | 9,3 | 7,0 | 9 |
| 1948 | 6,2 | 10,4 | 7,8 | 10,0 | 6,4 | 9 |
| 1949 | 5,8 | 9,5 | 6,4 | 8,5 | 5,1 | 8,1 |
| 1950 | 5,8 | 9,1 | 6,7 | 7,8 | 5,9 | 8,6 |
| 1951 | 6,4 | 9,3 | 6,9 | 8,1 | 6,3 | 8,1 |
| 1952 | 6,6 | 9,3 | 7,3 | 8,7 | 6,3 | 8,8 |
| 1953 | 7,4 | 10,6 | 7,7 | 10,0 | 6,9 | 9,6 |
| 1954 | 5,4 | 8,3 | 6,3 | 7,4 | 5,6 | 6,7 |
| 1955 | 7,0 | 10,5 | 8,0 | 9,9 | 7,3 | 8,9 |
| 1956 | 7,2 | 9,7 | 7,7 | 9,4 | 7,1 | 9,3 |
| 1957 | 6,1 | 9,4 | 6,6 | 8,8 | 5,7 | 8,2 |
| 1958 | 7,6 | 10,0 | 7,6 | 9,4 | 6,2 | 9,5 |
| 1959 | 6,6 | 9,3 | 7,3 | 8,8 | 6,2 | 8,0 |
| 1960 | 6,3 | 8,9 | 7,0 | 7,9 | 6,0 | 7,4 |
| 1961 | 7,8 | 10,7 | 7,9 | 10,5 | 6,4 | 10,3 |
| 1962 | 7,3 | 10,4 | 7,7 | 10,2 | 6,7 | 9,8 |
| 1963 | 8,0 | 10,8 | 8,8 | 10,7 | 7,7 | 10,6 |
| 1964 | 6,8 | 8,9 | 6,8 | 8,9 | 5,6 | 8,4 |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1965 | 8,1 | 10,8 | 8,3 | 10,6 | 7,2 | 10,5 |
| 1966 | 8,1 | 10,6 | 8,2 | 10,1 | 6,9 | 9,4 |
| 1967 | 7,7 | 10,0 | 7,8 | 9,7 | 6,4 | 9,2 |
| 1968 | 7,2 | 9,9 | 7,5 | 9,5 | 6,4 | 8,9 |
| 1969 | 6,2 | 7,9 | 7,6 | 6,9 | 5,7 | 7,1 |
| 1970 | 7,9 | 10,1 | 7,9 | 9,8 | 6,5 | 9,0 |
| 1971 | 8,4 | 10,9 | 8,8 | 10,4 | 7,3 | 9,9 |
| 1972 | 6,2 | 8,1 | 6,2 | 8,0 | 4,9 | 7,7 |
| 1973 | 8,3 | 10,7 | 8,4 | 10,5 | 7,0 | 10,0 |
| 1974 | 6,8 | 9,1 | 6,8 | 8,2 | 5,7 | 8,3 |
| 1975 | 7,8 | 10,8 | 7,9 | 10,2 | 6,6 | 9,4 |
| 1976 | 7,5 | 9,4 | 7,6 | 9,0 | 6,2 | 8,6 |
| 1977 | 8,4 | 10,4 | 8,5 | 10,1 | 7,2 | 9,4 |
| 1978 | 7,8 | 10,1 | 8,2 | 10,1 | 7,0 | 9,6 |
| 1979 | 8,1 | 10,6 | 8,3 | 10,1 | 6,9 | 9,6 |
| 1980 | 8,6 | 10,4 | 9,1 | 10,4 | 7,4 | 10,3 |
| 1981 | 7,7 | 11,0 | 8,5 | 10,7 | 6,7 | 10,4 |
| 1982 | 7,8 | 10,2 | 8,2 | 10,2 | 6,5 | 9,9 |
| 1983 | 8,6 | 12,2 | 9,1 | 11,8 | 7,5 | 11,0 |
| 1984 | 6,4 | 9,3 | 6,6 | 8,6 | 5,3 | 8,2 |
| 1985 | 7,6 | 10,2 | 8,3 | 9,7 | 7,0 | 9,6 |
| 1986 | 7,9 | 10,7 | 8,5 | 10,7 | 6,6 | 9,9 |
| 1987 | 8,1 | 10,9 | 8,7 | 11,0 | 6,6 | 10,4 |
| 1988 | 8,3 | 10,9 | 9,0 | 10,6 | 7,1 | 9,9 |
| 1989 | 7,3 | 11,0 | 7,7 | 10,7 | 6,0 | 9,8 |
| 1990 | 8,4 | 11,1 | 8,9 | 10,7 | 7,0 | 10,6 |
| 1991 | 8,1 | 10,7 | 8,3 | 10,7 | 6,7 | 10,0 |
| 1992 | 7,8 | 10,5 | 8,4 | 10,6 | 6,6 | 10,9 |
| 1993 | 7,1 | 9,2 | 7,4 | 9,3 | 5,7 | 9,1 |
| 1994 | 8,1 | 10,1 | 7,6 | 10,1 | 6,7 | 9,5 |
| 1995 | 8,3 | 12,1 | 8,6 | 12,6 | 6,8 | 10,4 |
| 1996 | 7,0 | 10,3 | 7,8 | 11,3 | 5,6 | 9,3 |
| 1997 | 8,7 | 12,0 | 9,4 | 13,0 | 7,2 | 11,2 |
| 1998 | 7,9 | 10,4 | 8,8 | 11,2 | 7,0 | 10,3 |
| 1999 | 8,3 | 11,7 | 9,0 | 12,4 | 6,9 | 11,3 |
| 2000 | 8,7 | 12,3 | 9,2 | 13,4 | 7,0 | 11,9 |
| 2001 | 8,8 | 11,5 | 9,3 | 11,4 | 6,3 | 10,8 |
| 2002 | 8,6 | 11,8 | 9,1 | 12,0 | 6,9 | 11,3 |
| 2003 | 7,9 | 10,5 | 8,8 | 11,0 | 6,4 | 10,5 |
| 2004 | 8,7 | 12,3 | 9,5 | 12,8 | 7,4 | 11,7 |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2005 | 8,0 | 12,0 | 9,2 | 12,2 | 6,9 | 10,8 |
| 2006 | 8,6 | 11,3 | 9,5 | 11,5 | 6,8 | 10,9 |
| 2007 | 8,5 | 11,7 | 9,4 | 11,7 | 7,2 | 10,8 |
| 2008 | 8,3 | 11,1 | 9,1 | 11,0 | 7,1 | 10,4 |
| 2009 | 8,1 | 11,3 | 8,8 | 11,4 | 6,9 | 10,7 |
| 2010 | 8,6 | 11,8 | 9,3 | 11,4 | 7,4 | 10,7 |
| 2011 | 7,6 | 10,2 | 8,4 | 10,1 | 6,4 | 9,9 |
| 2012 | 7,0 | 10,2 | 8,1 | 9,8 | 6,5 | 9,2 |
| 2013 | 9,1 | 12,3 | 9,2 | 12,3 | 7,3 | 11,3 |
| 2014 | 6,7 | 9,6 | 8,1 | 9,5 | 6,1 | 8,7 |
| 2015 | 8,8 | 11,9 | 9,4 | 12,1 | 7,4 | 11,6 |
| 2016 | 9,2 | 12,1 | 9,8 | 12,1 | 7,6 | 11,5 |
| 2017 | 8,3 | 11,0 | 9,3 | 11,2 | 7,2 | 10,5 |
| 2018 | 7,7 | 10,6 | 8,9 | 10,1 | 6,6 | 9,6 |
| 2019 | 9,4 | 11,9 | 10,1 | 12,4 | 7,5 | 11,5 |
| 2020 | 8,0 | 11,3 | 8,6 | 11,4 | 6,4 | 10,3 |
| Годовые атмосферные осадки (), мм | | | | | | |
| 1940 | 330 | 165 | 237 | 154 | 561 | 353 |
| 1941 | 373 | 187 | 360 | 238 | 585 | 424 |
| 1942 | 375 | 135 | 341 | 174 | 605 | 412 |
| 1943 | 361 | 162 | 247 | 174 | 344 | 136 |
| 1944 | 200 | 93 | 159 | 169 | 427 | 129 |
| 1945 | 421 | 157 | 221 | 244 | 463 | 224 |
| 1946 | 366 | 104 | 245 | 224 | 469 | 245 |
| 1947 | 430 | 104 | 384 | 237 | 564 | 387 |
| 1948 | 299 | 180 | 131 | 243 | 417 | 236 |
| 1949 | 444 | 213 | 354 | 292 | 559 | 346 |
| 1950 | 297 | 101 | 246 | 141 | 570 | 266 |
| 1951 | 502 | 251 | 350 | 317 | 494 | 374 |
| 1952 | 548 | 232 | 315 | 254 | 532 | 341 |
| 1953 | 447 | 241 | 354 | 287 | 638 | 395 |
| 1954 | 471 | 234 | 311 | 254 | 560 | 211 |
| 1955 | 475 | 220 | 345 | 220 | 465 | 317 |
| 1956 | 434 | 269 | 321 | 219 | 479 | 323 |
| 1957 | 314 | 244 | 287 | 256 | 469 | 230 |
| 1958 | 670 | 348 | 398 | 397 | 696 | 485 |
| 1959 | 478 | 168 | 315 | 255 | 509 | 422 |
| 1960 | 424 | 256 | 317 | 291 | 517 | 384 |
| 1961 | 366 | 127 | 332 | 184 | 517 | 209 |
| 1962 | 490 | 265 | 292 | 218 | 549 | 318 |
| 1963 | 516 | 278 | 351 | 290 | 660 | 262 |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1964 | 395 | 191 | 280 | 243 | 580 | 266 |
| 1965 | 400 | 127 | 301 | 189 | 506 | 317 |
| 1966 | 441 | 234 | 404 | 256 | 799 | 285 |
| 1967 | 455 | 223 | 414 | 243 | 530 | 277 |
| 1968 | 522 | 237 | 358 | 259 | 462 | 323 |
| 1969 | 793 | 272 | 433 | 299 | 594 | 339 |
| 1970 | 425 | 216 | 331 | 235 | 633 | 767 |
| 1971 | 392 | 198 | 243 | 215 | 478 | 296 |
| 1972 | 563 | 231 | 340 | 252 | 615 | 390 |
| 1973 | 294 | 176 | 344 | 190 | 436 | 52 |
| 1974 | 430 | 147 | 379 | 157 | 495 | 20 |
| 1975 | 328 | 152 | 312 | 162 | 483 | 72 |
| 1976 | 437 | 197 | 392 | 213 | 511 | 94 |
| 1977 | 494 | 161 | 372 | 173 | 500 | 196 |
| 1978 | 611 | 247 | 321 | 266 | 489 | 354 |
| 1979 | 497 | 202 | 372 | 219 | 577 | 295 |
| 1980 | 424 | 176 | 270 | 201 | 537 | 268 |
| 1981 | 449 | 183 | 279 | 197 | 752 | 303 |
| 1982 | 319 | 140 | 278 | 162 | 525 | 225 |
| 1983 | 322 | 163 | 285 | 145 | 590 | 247 |
| 1984 | 410 | 144 | 250 | 125 | 516 | 225 |
| 1985 | 393 | 171 | 285 | 183 | 525 | 350 |
| 1986 | 392 | 141 | 256 | 145 | 536 | 272 |
| 1987 | 521 | 186 | 376 | 201 | 571 | 382 |
| 1988 | 503 | 187 | 336 | 202 | 573 | 323 |
| 1989 | 383 | 154 | 306 | 165 | 543 | 251 |
| 1990 | 398 | 228 | 331 | 249 | 514 | 230 |
| 1991 | 399 | 174 | 285 | 187 | 536 | 265 |
| 1992 | 406 | 238 | 284 | 260 | 541 | 94 |
| 1993 | 688 | 509 | 420 | 568 | 547 | 145 |
| 1994 | 540 | 278 | 331 | 306 | 549 | 132 |
| 1995 | 400 | 165 | 152 | 196 | 552 | 138 |
| 1996 | 449 | 226 | 266 | 248 | 557 | 330 |
| 1997 | 426 | 213 | 156 | 237 | 561 | 270 |
| 1998 | 591 | 277 | 546 | 292 | 559 | 268 |
| 1999 | 590 | 221 | 342 | 244 | 562 | 273 |
| 2000 | 447 | 207 | 315 | 232 | 568 | 245 |
| 2001 | 451 | 138 | 289 | 147 | 574 | 257 |
| 2002 | 580 | 147 | 494 | 157 | 555 | 393 |
| 2003 | 616 | 190 | 475 | 206 | 529 | 490 |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2004 | 458 | 218 | 337 | 241 | 520 | 267 |
| 2005 | 505 | 213 | 278 | 237 | 512 | 258 |
| 2006 | 466 | 120 | 277 | 126 | 505 | 294 |
| 2007 | 343 | 224 | 299 | 247 | 501 | 279 |
| 2008 | 349 | 91 | 248 | 93 | 495 | 287 |
| 2009 | 435 | 204 | 314 | 229 | 490 | 238 |
| 2010 | 600 | 260 | 444 | 277 | 486 | 351 |
| 2011 | 487 | 146 | 353 | 155 | 482 | 345 |
| 2012 | 458 | 72 | 186 | 72 | 409 | 187 |
| 2013 | 588 | 87 | 361 | 88 | 451 | 330 |
| 2014 | 601 | 87 | 273 | 89 | 425 | 334 |
| 2015 | 458 | 155 | 305 | 166 | 398 | 424 |
| 2016 | 588 | 182 | 510 | 196 | 363 | 470 |
| 2017 | 602 | 155 | 305 | 166 | 423 | 386 |
| 2018 | 379 | 113 | 276 | 118 | 431 | 330 |
| 2019 | 337 | 108 | 257 | 112 | 394 | 273 |
| 2020 | 297 | 140 | 200 | 81 | 378 | 259 |

Климат, как многолетний режим погодных факторов, присущий географическим зонам Планеты, выполняющих особые функции – стокообразование, продуцирование биомассы, почвообразование и среда обитания человека, обладает прямыми и обратными связями в природных процессах, требующих анализа и оценки в пространственно-временном масштабе. Эта функциональная деятельность климата определяет научную и практическую целесообразность изучения тенденции изменения климата для выявления их благоприятных и отрицательных воздействий, учитывающих интересы формирования и использования водных ресурсов речных бассейнов [43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50].

Оценка и определение статистических параметров временного ряда климатических показателей выполнена по электронной таблице 2000 и построение их графиков с использованием линейного тренда были произведены в программе Microsoft Excel.

Для анализа и оценки тенденции изменения климата использованы среднегодовые температуры воздуха (, оС) и годовые атмосферные осадки (), а также метод линейного тренда, который записывается в виде уравнения линейной регрессии с двумя свободными числеными показателями: *,* где – расчетное значение показателя наблюдений; – порядковый номер наблюденной величины; и – регрессионные коэффициенты или свободный численный показатель.

На основе созданной базы исследования по метеорологическим станциям Нурлыкент, Саудакент, Талас, Ойык, Байтик и Толе би (Приложение Б и В), расположенных на водосборной территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна с использованием программы Microsoft Excel построены графики временного ряда среднегодовых температур воздуха и годовых атмосферных осадков и получены уравнения их линейного тренда (рисунки 3-8, таблица 4).

Таблица 4 – Климатические модели на территориях водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метеостанция | Показатели | Уравнение линейных трендов | Изменение  показателей |
| Нурлыкент | , оС |  | 1,7140 |
| , мм |  | 89,8880 |
| Саудакент | , оС |  | 1,8880 |
| , мм |  | -30,7062 |
| Талас | , оС |  | 1,9280 |
| , мм |  | 20,4000 |
| Ойык | , оС |  | 2,9120 |
| , мм |  | -78,336 |
| Байтик | , оС |  | 0,4080 |
| , мм |  | -69,7920 |
| Толе би | , оС |  | 2,2240 |
| , мм |  | -5,3840 |

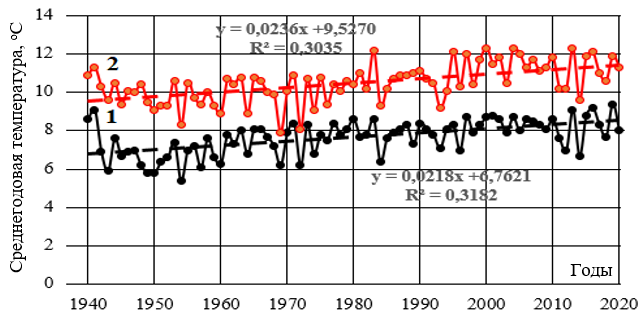


Рисунок 3 - График изменения среднегодовой температуры воздуха для метеорологических станции Нурлыкент (1) и Саудакент (2) за 1940-2020 годы и его линейный тренд

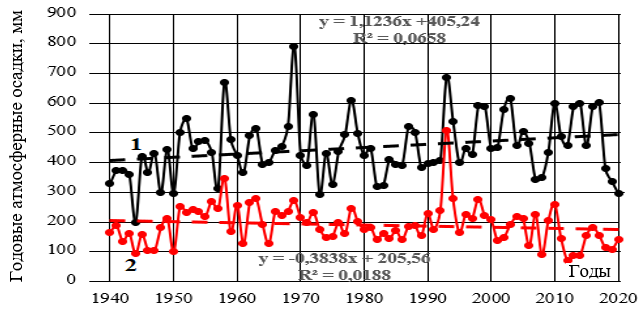


Рисунок 4- График изменения годовых атмосферных осадков по данным метеорологических станций Нурлыкент (1) и Саудакент (2) за 1940-2020 годы и его линейный тренд

Анализ динамики климатических показателей по метеорологической станции Нурлыкент, расположенной в предгорной зоне бассейна реки Асса, и ее климатическая модель показали, что в районе исследования за рассматриваемый период 1940-2020 годы наблюдалось ее повышение среднегодовой температуры воздуха (таблица 4 и рисунок 3) за 81 лет на 1,7140оС с интенсивностью 0,0210оС/год и годовые атмосферные осадки (таблица 4 и рисунок 4) повышались на 89,8880 мм с 1,1097 мм/ год.

Тренд климатических показателей по данным метеорологической станции Саудакент, расположенной в южных пустынях бассейна реки Асса и их климатическая модель показали, что в районе исследования за рассматриваемый период 1940-2020 годы имело место повышение среднегодовых температур воздуха на 1,8880оС с интенсивностью 0,0233оС/год (таблица 4 и рисунок 3) и уменьшение атмосферных осадков на 30,7062 мм с 0,3790 мм/ год (таблица 4 и рисунок 4).

Исследования, проведенные по данным метеорологической станции Талас, расположенных в предгорной зоне бассейна реки Талас и их климатическая модель показали, что в районе исследования за рассматриваемый период 1940-2020 годов изменения среднегодовых температур воздуха (таблица 4 и рисунок 5) за 81 лет наблюдалось ее повышение на 1,9280оС с интенсивностью 0,0238оС/год и годовых атмосферных осадков (таблица 4 и рисунок 6) повышается на 20,4000 мм с 0,2519 мм/ год.

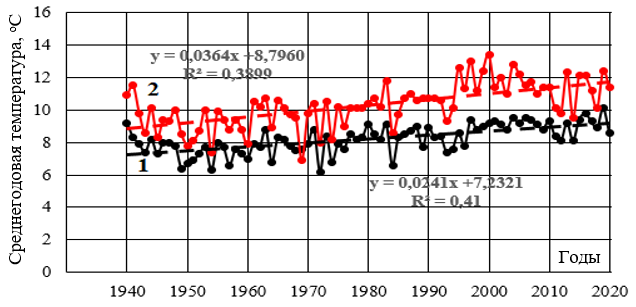
****

Рисунок 5 - График изменения среднегодовой температуры воздуха по данным метеорологических станций Талас (1) и Ойык (2) за 1940-2020 годы и его линейный тренд

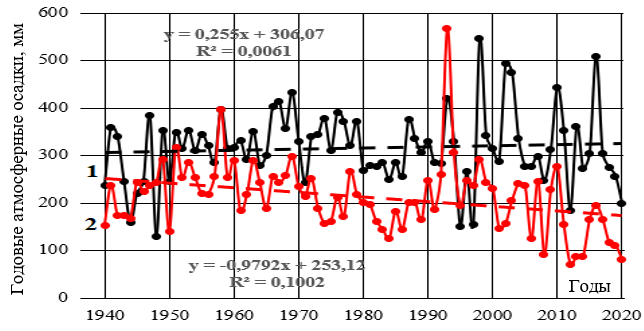


Рисунок 6 - График изменения годовых атмосферных осадков по данным метеорологических станций Талас (1) и Ойык (2) за 1940-2020 годы и его линейный тренд

Анализ многолетнего хода изменения климатических показателей по метеорологической станции Ойык, расположенных в южной пустыне водосборной территории бассейна реки Талас, являющихся зоной магазинирования гидрологического стока показали, что в районе исследования за рассматриваемый период 1940-2020 годов изменения среднегодовых температур воздуха (таблица 4 и рисунок 5) за 81 лет наблюдалось ее повышение на 2,9120оС с интенсивностью 0,0359оС/год и годовых атмосферных осадков (таблица 4 и рисунок 6) уменьшается на 78,3360 мм с 0,9671 мм/ год.

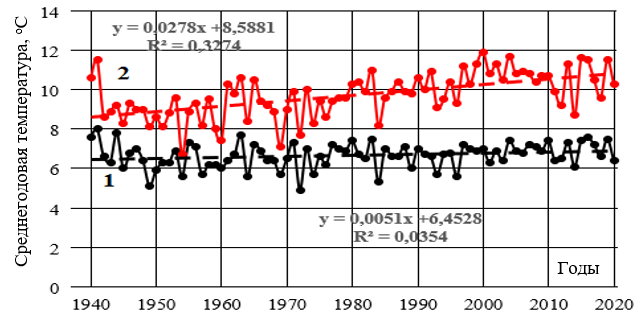


Рисунок 7 - График изменения среднегодовой температуры воздуха по данным метеорологических станций Байтик (1) и Толе би (2) за 1940-2020 годы и его линейный тренд

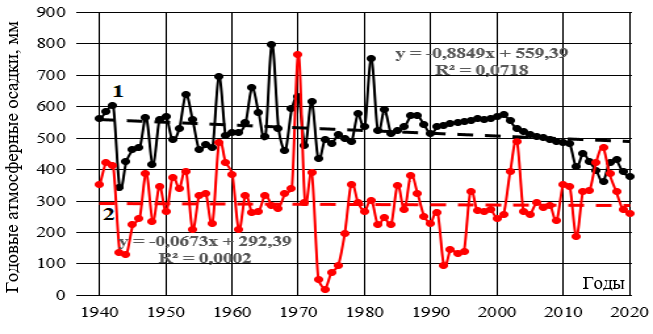


Рисунок 8 - График изменения годовых атмосферных осадков по данным метеорологических станций Байтик (1) и Толе би (2) за 1940-2020 годы и его линейный тренд

Исследования, проведенные по данным метеорологической станции Байтик, расположенной в предгорный зоне бассейна реки Шу и их климатическая модель показали, что характерны общие закономерности изменения климатических показателей присущие предгорной зоне не соблюдаются, то есть за рассматриваемый период 1940-2020 годов изменение среднегодовых температур воздуха (таблица 4 и рисунок 7) за 81 лет наблюдалось ее повышение на 0,4080оС с интенсивностью 0,0050оС/год и годовых атмосферных осадков (таблица 4 и рисунок 8) уменьшается на 69,7920 мм с 0,8616 мм/ год.

Тренд климатических показателей по данным метеорологической станции Толе би, расположенной в равнинных зонах бассейна реки Шу, и их климатическая модель показала, что в районе исследования за рассматриваемый период 1940-2020 годов наблюдалось повышение среднегодовых температур воздуха на 2,2140оС с интенсивностью 0,0274оС/год (таблица 4 и рисунок 7) и уменьшение атмосферных осадков на 5,3840 мм с 0,0664 мм/ год (таблица 4 и рисунок 8).

Следовательно, резко континентальный, засушливый характер климата в целом для водосборной территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, сглаживается от увеличения атмосферных осадков за счет высокогорного рельефа, а также близким расположением естественных и искусственных водоемов, а уменьшение осадков и повышение температуры воздуха в южных пустынных зонах связано с близким соседством пустыни Мойынкум.

Анализ темпа роста климатических характеристик в Шу-Таласском водохозяйственном бассейне показывает, что их количественные значения по всем метеорологическим станциям не совпадают, то есть в современных условиях темп прироста среднегодовых температур воздуха в сравнении с темпом роста годовых атмосферных осадков в два раза выше, что способствует повышению дефицита водопотребления естественных и культурных сельскохозяйственных угодий до 25% и уменьшению поверхностного гидрологического стока до 15 % в сравнении с серединой ХХ века.

**2.2 Изменение стока рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна при глобальном потеплении климата**

В условиях глобального изменения климата, интегральными показателями, характеризующими их деятельность на водосборных территориях речных бассейнов, является гидрологический сток, рассматриваемый как функцию математического ожидания отклика климатических факторов в отражающей динамике их гидрологического режима. При этом, водосборная территория речных бассейнов, выполняющая важную средообразующую функцию, является пространственным базисом природопользования и народонаселения, с признанием обеспечения их водной безопасности. Эти функции речных бассейнов определяют научную и практическую целесообразность изучения изменчивость речного стока Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, являющегося стратегическими межгосударственными водным объектами Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

Для оценки изменчивости гидрологического режима речных бассейнов под влиянием природных факторов и антропогенной деятельности, требующего многофакторные аналитические исследования для долгосрочного прогнозирования воздействия на формирование водных ресурсов с целью обеспечения водной безопасности региона использована методология научного познания, широко применяемый в научных исследованиях статистический и системный анализы [51].

Для выявления особенности формирования гидрологического профиля рек водосборных территорий Шу-Таласского водохозяйственного бассейна созданы базы гидрологических исследований с использованием многолетних материалов, гидрологических ежегодников (Ресурсы поверхностных вод…., 1969, 1973; Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши…, 1987; Государственный водный кадастр …., 2006), «Шу-Таласская бассейновая инспекция по регулированию использования и охраны водных ресурсов (отчет о деятельности)» Комитета по водным ресурсам Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстана, РГП «Казгидромет» и «Кыргызгидромет» за 1940-2020 годы и недостающие данные наблюдений временного ряда восстановлены на оснс использованием метода гидрологической аналогии в рамках речных бассейнов [52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60], (таблица 5):

- в зоне формирования стока бассейна реки Куркуреу-Суу в пределах Кыргызской Республики использованы наблюдения гидрологического поста Чон-Кургак и в зоне использования водных ресурсов - гидрологического поста Маймак, расположенных в бассейне реки Асса в пределах Республика Казахстан;

- в зоне формирования и регулирования стока водохранилищем в бассейне реки Талас в пределах Кыргызской Республики использованы наблюдении гидрологического поста Кировское, а в зоне использования водных ресурсов в пределах Республики Казахстан – гидропост Жасоркенет;

- в зоне формирования и регулирования стока водохранилищем в бассейне реки Шу в пределах Кыргызской Республики использованы наблюдении гидрологического поста Милянфан, а в зоне вторичного регулирования стока и использования водных ресурсов в пределах Республики Казахстан – гидропост Ташотколь.

Таблица 5 – Среднегодовые расходы рек территории водохозяйственного бассейна Шу-Талас, м3/с

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Гидрологическая станция | | | | | |
| Бассейна реки Асса | | Бассейна реки Талас | | Бассейна реки Шу | |
| Куркуре-Су | Асса | Киров-ское | Жасор-кенет | Милян-фан | Ташот-коль |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1940 | 1,95 | 7,19 | 26,5 | 13,1 | 19,6 | 53,2 |
| 1941 | 2,35 | 12,03 | 33,4 | 18,9 | 22,4 | 60,8 |
| 1942 | 2,21 | 10,29 | 35,9 | 21,1 | 25,9 | 70,3 |
| 1943 | 2,14 | 9,51 | 26,4 | 13,1 | 20,7 | 56,2 |
| 1944 | 1,98 | 7,58 | 24,2 | 11,2 | 22,5 | 61,1 |
| 1945 | 2,40 | 12,61 | 26,4 | 13,0 | 24,1 | 65,4 |
| 1946 | 2,36 | 12,22 | 30,4 | 16,4 | 38,9 | 73,7 |
| 1947 | 1,98 | 7,58 | 35,8 | 21,0 | 29,1 | 61,6 |
| 1948 | 2,14 | 9,51 | 33,8 | 19,3 | 29,4 | 65,7 |
| 1949 | 2,59 | 14,93 | 37,9 | 22,8 | 30,6 | 75,2 |
| 1950 | 2,27 | 11,06 | 31,1 | 16,0 | 31,3 | 70,0 |
| 1951 | 2,29 | 11,25 | 31,1 | 17,8 | 21,2 | 61,1 |
| 1952 | 2,78 | 17,25 | 42,2 | 27,5 | 30,6 | 82,3 |
| 1953 | 2,54 | 14,35 | 33,9 | 18,5 | 28,0 | 82,3 |
| 1954 | 2,70 | 16,28 | 37,1 | 18,1 | 29,7 | 78,2 |
| 1955 | 2,56 | 14,54 | 36,5 | 21,6 | 28,4 | 76,1 |
| 1956 | 2,19 | 10,09 | 35,4 | 20,1 | 32,5 | 78,8 |
| 1957 | 2,13 | 9,32 | 24,3 | 13,7 | 22,0 | 59,6 |
| 1958 | 3,05 | 20,54 | 43,9 | 31,0 | 37,8 | 99,0 |
| 1959 | 2,38 | 12,41 | 40,0 | 17,5 | 28,7 | 83,0 |
| 1960 | 2,89 | 18,61 | 39,1 | 26,7 | 29,5 | 79,8 |
| 1961 | 2,19 | 10,09 | 26,6 | 12,7 | 20,5 | 67,8 |
| 1962 | 2,43 | 12,99 | 30,3 | 15,3 | 17,6 | 57,0 |
| 1963 | 2,08 | 8,78 | 32,3 | 14,3 | 22,6 | 65,8 |
| 1964 | 2,27 | 11,06 | 33,0 | 19,0 | 23,9 | 75,1 |
| 1965 | 2,32 | 11,64 | 24,9 | 12,4 | 17,4 | 59,4 |
| 1966 | 2,46 | 13,38 | 40,0 | 21,2 | 27,2 | 73,0 |
| 1967 | 2,21 | 10,28 | 33,4 | 19,0 | 21,6 | 76,1 |
| 1968 | 2,38 | 12,41 | 36,6 | 19,8 | 17,5 | 60,7 |
| 1969 | 3,51 | 26,16 | 44,0 | 37,2 | 28,9 | 90,0 |
| 1970 | 2,32 | 11,72 | 35,8 | 19,8 | 21,0 | 70,5 |
| 1971 | 2,32 | 11,64 | 27,4 | 13,9 | 16,2 | 63,5 |
| 1972 | 2,54 | 14,35 | 28,2 | 17,0 | 14,1 | 59,4 |
| 1973 | 2,43 | 13,00 | 27,7 | 14,1 | 18,7 | 63,2 |
| 1974 | 1,90 | 6,61 | 22,3 | 12,5 | 12,9 | 34,7 |

Приложение таблицы 5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1975 | 1,97 | 7,38 | 50,2 | 7,57 | 11,8 | 34,6 |
| 1976 | 1,98 | 7,58 | 47,7 | 5,99 | 13,1 | 39,6 |
| 1977 | 1,97 | 7,38 | 50,5 | 7,79 | 12,4 | 37,5 |
| 1978 | 2,60 | 15,12 | 49,9 | 7,41 | 14,7 | 44,5 |
| 1979 | 2,64 | 15,51 | 26,6 | 9,62 | 15,5 | 46,9 |
| 1980 | 2,21 | 10,28 | 68,9 | 7,30 | 14,9 | 45,1 |
| 1981 | 2,52 | 14,16 | 64,3 | 16,7 | 23,6 | 71,4 |
| 1982 | 1,89 | 6,41 | 56,5 | 11,7 | 17,7 | 53,6 |
| 1983 | 1,76 | 4,87 | 74,2 | 8,39 | 20,7 | 62,6 |
| 1984 | 1,95 | 7,19 | 67,9 | 7,67 | 16,6 | 50,2 |
| 1985 | 4,15 | 7,55 | 62,0 | 8,53 | 28,0 | 49,6 |
| 1986 | 10,19 | 14,62 | 55,4 | 7,66 | 18,6 | 74,9 |
| 1987 | 9,45 | 13,75 | 79,1 | 12,6 | 26,9 | 104,8 |
| 1988 | 8,67 | 12,84 | 86,8 | 13,9 | 37,4 | 107,9 |
| 1989 | 6,42 | 10,21 | 84,9 | 10,7 | 22,4 | 84,3 |
| 1990 | 4,83 | 8,34 | 71,8 | 11,2 | 28,4 | 48,7 |
| 1991 | 5,12 | 8,69 | 72,7 | 22,2 | 24,4 | 72,0 |
| 1992 | 7,10 | 11,00 | 69,9 | 20,4 | 27,1 | 82,0 |
| 1993 | 8,76 | 12,94 | 69,2 | 19,9 | 29,2 | 84,8 |
| 1994 | 7,83 | 11,86 | 104,8 | 42,9 | 32,4 | 90,3 |
| 1995 | 16,28 | 21,75 | 83,9 | 29,4 | 29,2 | 79,8 |
| 1996 | 13,87 | 18,93 | 70,5 | 20,7 | 26,7 | 63,2 |
| 1997 | 8,32 | 12,43 | 61,1 | 14,6 | 22,8 | 68,0 |
| 1998 | 5,40 | 9,01 | 78,7 | 26,1 | 27,1 | 104,4 |
| 1999 | 6,31 | 10,08 | 79,7 | 26,7 | 29,7 | 100,1 |
| 2000 | 3,25 | 6,50 | 79,0 | 26,3 | 29,9 | 80,2 |
| 2001 | 3,63 | 6,94 | 61,4 | 14,8 | 27,3 | 69,9 |
| 2002 | 7,72 | 11,73 | 103,9 | 42,4 | 22,8 | 118,5 |
| 2003 | 6,42 | 10,21 | 83,6 | 29,2 | 33,8 | 116,8 |
| 2004 | 5,77 | 9,45 | 94,8 | 36,5 | 18,4 | 112,8 |
| 2005 | 16,97 | 22,55 | 72,7 | 22,2 | 18,6 | 95,4 |
| 2006 | 5,29 | 8,88 | 53,0 | 9,4 | 22,8 | 83,6 |
| 2007 | 4,23 | 7,64 | 73,6 | 22,8 | 26,8 | 65,9 |
| 2008 | 4,93 | 8,51 | 60,8 | 14,4 | 24,3 | 54,6 |
| 2009 | 2,82 | 5,99 | 48,9 | 22,9 | 24,1 | 70,9 |
| 2010 | 2,78 | 5,94 | 100,2 | 36,1 | 22,6 | 80,7 |
| 2011 | 4,92 | 8,02 | 32,3 | 26,8 | 21,6 | 73,6 |
| 2012 | 4,82 | 8,33 | 22,5 | 16,5 | 20,7 | 69,8 |
| 2013 | 4,15 | 4,15 | 22,7 | 13,7 | 19,9 | 58,6 |
| 2014 | 4,90 | 8,43 | 18,4 | 13,0 | 20,0 | 67,4 |

Приложение таблицы 5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2015 | 4,33 | 4,33 | 25,4 | 8,5 | 24,8 | 59,6 |
| 2016 | 2,47 | 7,03 | 38,5 | 7,8 | 27,8 | 93,6 |
| 2017 | 5,26 | 8,85 | 34,0 | 12,1 | 13,3 | 79,5 |
| 2018 | 4,29 | 6,75 | 27,0 | 7,5 | 18,61 | 56,30 |
| 2019 | 1,87 | 7,55 | 26,5 | 7,8 | 18,28 | 55,40 |
| 2020 | 1,52 | 4,41 | 20,9 | 11,4 | 18,36 | 55,65 |

Оценка тенденции изменения среднегодовых расходов рек, расположенных на водосборной территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в пространственно-временных масштабах, проводилась с позиции анализа причин и возможных последствий для водной безопасности и жизнеобеспеченности населения региона с использованием метода линейных трендов, где построение их графиков были произведены по программе MicrosoftExcel (рисунок 9-14).

Системно-структурный анализ тенденции изменения среднегодового расхода воды рек в Шу-Таласского водохозяйственном бассейне показал, что в зоне формирования, регулирования и использования стока, несмотря на общую значительную вариабельность по годам, для всех рек общие закономерности изменения гидрологического режима не соблюдаются.

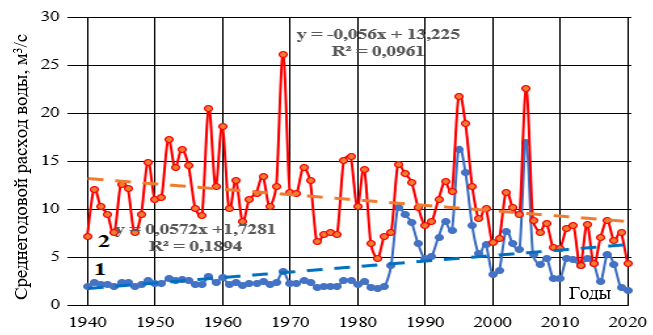
****

Рисунок 9 - График изменения среднегодового расхода воды реки Куркуре-Су - Маймак (1) и реки Асса - Маймак (2) за 1940-2020 годы и их линейный тренд

В зоне формирования стока реки Куркуреу-Су, по данным гидрологического поста Маймак, расположенного в предгорных зонах водосбора бассейна реки Асса-Талас, тенденция изменения среднегодового расхода воды за период 1940-2020 гг. положительный и составляет 4,176 м3/с с интенсивностью 0,0516 м3/с в год, (рисунок 9), что связано с интенсивным таянием ледников Манас (4482 м над уровнем море) и на северных перевалах Байдам -Тал и Чынгыз Таласского -Ала-Тоо, что можно рассматривать, как временное природное явление, связанное с изменением климата.

Анализ динамики среднегодового расхода воды реки Асса в створе гидрологического поста Маймак, расположенного ниже слияния рек Терс и Куркуре-Су, в зоне использования водных ресурсов в пределах Кыргызской Республики и Республики Казахстан, тенденция изменения среднегодового расхода воды за период 1940-2020 гг. отрицательный и составляет 4,4800 м3/с с интенсивностью 0,0553 м3/с в год, (рисунок 9).

В зоне регулирования и использования стока реки Талас, где она подпитывается притоком реки Колба (площадь водосбора () 218,0 км2, средний многолетний расход () 1,69 м3/с), Беш-Таш ( =314,0 км2 и = 3,54 м3/с), Ур-Марал ( =1130,0 км2 и = 8,59 м3/с), Кумуш-Так ( =333,0 км2 и = 2,68 м3/с), Кара-Бура ( =797,0 км2 и = 3,68 м3/с), Кен-Кол ( =406,0 км2 и = 2,42 м3/с) и Нылды ( =281,0 км2 и = 0,72 м3/с), тенденция изменения среднегодового расхода воды ниже Кировского водохранилища многолетнего регулирования (гидрологический пост Кировское) за период 1940-2020 гг. положительная и составляет 31,659 м3/с за 81 лет с интенсивностью 0,391 м3/с в год, что связано с потепление климата и интенсивным таянием ледников Таласского хребта в Кыргызской Республики (рисунок 10).

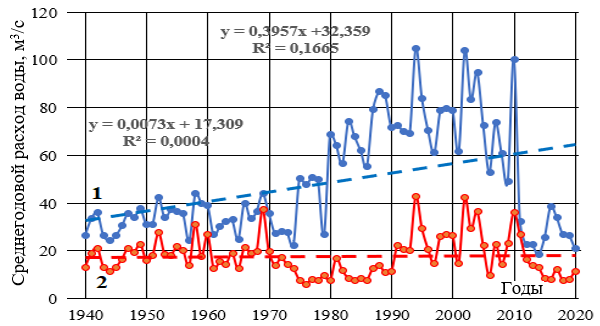
****

Рисунок 10 - График изменения среднегодового расхода воды р.Талас - Кировское (1) и Жасоркенет (2) за 1940-2020 годы и их линейный тренд

В зоне использования водных ресурсов реки Талас в пределах Республики Казахстан, тенденция изменения среднегодового расхода воды за рассматриваемый период 1925-2020 гг. на гидрологическом посту Жасоркенет положительный и составляет 0,584 м3/с с интенсивностью 0,0072 м3/с. Здесь изменение гидрологического режима реки происходит симметрично и последовательно-пропорционально в пространственно-временном масштабе под влиянием изменения климата и антропогенной деятельностью человека (рисунок 10).

Динамика изменения среднегодового расхода воды р.Шу - Милянфан, расположенного в предгорной равниной зоне, ослабление скорости трансформации и появление признаков аккумуляции стока показывает, что за исследуемый период (1940-2020 годы) среднегодовой расход уменьшился на 3,4800 м3/с, с интенсивностью 0,0430 м3/с в год, что объясняется совместным влияниям природных факторов и антропогенной деятельности, связанной с использованием водных ресурсов для отраслей экономики обеих стран. (рисунок 11).

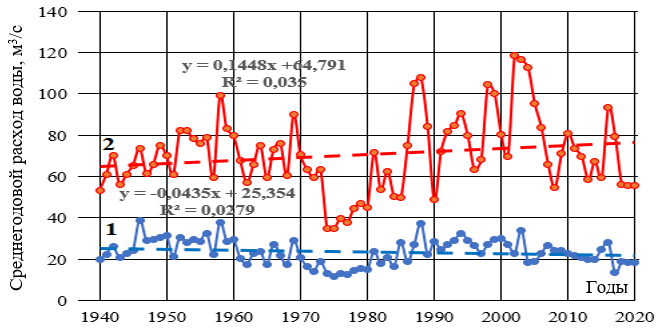
****

Рисунок 11 - График изменения среднегодового расхода р. Шу на гидрологических постах Милянфан (1) и Ташотколь (2) за 1925-2020 годы и их линейный тренд

Изменение среднегодового расхода воды р.Шу - Тасоткель, расположенного в начале равнинной зоны показывает, что аккумуляция стока за исследуемый период (1940-2020 годы) увеличивается на 11,5840 м3/с, с интенсивностью 0,1430 м3/с в год, что объясняется влиянием как природных факторов, так и антропогенной деятельностью, связанной с эксплуатационным режимом работы Тосоткельского водохранилища (рисунок 11).

На основе статистического анализа тенденций изменений гидрологического режима основных рек в пространственно-временном масштабе с использованием линейных трендов по программе Microsoft Excel получены системы линейных уравнений для долгосрочного прогнозирования среднегодового расхода воды по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан:

,

где – среднегодовой расход воды, м3/с; - совместный период наблюдений, лет (таблица 6).

Таблица 6 – Гидрологические модели на территориях водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Река | Гидрологи-ческие посты | Уравнение линейных трендов | Изменение  показателей |
| Куркуреу-Су | Маймак |  | 4,1760 |
| Асса | Маймак |  | -4,4800 |
| Талас | Кировское |  | 31,659 |
| Жасоркенет |  | 0,5840 |
| Шу | Милянфан |  | -3,4800 |
| Тасоткель |  | 11,5840 |

Результаты комплексного изучения изменчивости среднегодовых расходов воды в пространственно-временном масштабе на водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в условиях глобального изменения климата и антропогенной деятельности показали, что в пределах гидрологического поста Маймак реки Куркуреу-Су, расположенного в предгорной зоне наблюдается положительной тренд, а на гидрологическом посту Маймак реки Асса, расположенного в предгорно - равнинной зоне – отрицательный тренд.

В бассейне р.Талас - Кировское, расположенного в предгорьях, в зоне трансформации стока, наблюдается положительной тренд, на гидрологическом посту Жасоркенет, расположенного в предгорно - равнинной зоне, где происходит ослабление скорости трансформации стока также наблюдается положительный тренд.

На р.Шу - Милянфан, в предгорно - равнинной зоне, где происходит трансформация стока, наблюдается положительной тренд, на гидрологическом посту Жасоркенет, расположенного в равнинной зоне, где происходит ослабление скорости трансформации стока, также наблюдается положительный тренд.

Таким образом, научная ценность и практическая значимость изучения пространственно-временной изменчивости среднегодового расхода воды на водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в условиях антропогенной деятельности заключается в возможности и целесообразности использования полученной закономерности при разработке системы управления водными ресурсами речных бассейнов с учетом водоохранных и водохозяйственных мероприятий, обеспечивающих водную безопасность региона.

**2.3 Влияние климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна**

Прогнозирование влияния климатических изменений и антропогенной деятельности на гидрологический режим рек весьма сложен, можно лишь в общих чертах судить о том, как водные системы могут реагировать на тот или иной сценарий потепления климата и антропогенные нагрузки. Связано это с тем, что воздействие на формирование водных ресурсов водосборных территорий речных бассейнов определяется многими разнонаправленными процессами и их комплексное влияние на гидрологический режим сложно прогнозировать.

Для решения проблем устойчивого управления водными ресурсами на уровне водосбора трансграничных рек Шу-Талаского водохозяйственного бассейна, необходимо изучение динамики речного стока под влиянием климатических и антропогенных факторов в формировании стока рек в условиях меняющегося климата.

Для пространственно-временной оценки многолетних колебаний годового стока рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, представляется возможным использовать ряд гидрологических методов расчета, базирующихся на математической статистике [61]:

- суммарная интегральная кривая среднегодового расхода воды - последовательность нарастания значений среднегодового расхода воды за рассматриваемый период времени (), то есть , для выявления природных и антропогенных факторов на гидрологический режим рек;

- разностная интегральная кривая стока, представляющая собой нарастающую сумму отклонений модульных коэффициентов среднегодового расхода воды от среднего многолетнего значения временного ряда на конец каждого года, то есть (где - модульные коэффициенты, которые вычисляются выражением: , где – среднеарифметическое значение ряда среднегодовых расходов воды, определяемое по формуле: , здесь - число членов ряда, характеризующих циклические колебания среднегодового расхода воды реки;

- кривая обеспеченности (вероятность превышения) - интегральная кривая, показывающая обеспеченность превышения (в % или в долях единиц) случайной величины среди общей совокупности ряда: , где – порядковый номер величин в рассматриваемом ряду; - количество значений в ряду, или число лет наблюдений за рассматриваемой характеристикой.

Все гидрологические и метеорологические расчеты выполнены по электронной таблице 2000 и построение графиков с использованием линейного тренда и в прямоугольных координатах были произведены в программе Microsoft Excel (приложение А, Б и В).

Для анализа и выявления влияния природных и антропогенных факторов на гидрологический режим рек в водосборной территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна использован статистический метод, позволяющий приближенно оценивать их однородность за рассматриваемый период графо-аналитическим способом, путем построения суммарных интегральных кривых среднегодового расхода воды, которые произведены в программе Microsoft Excel.

По суммарным интегральным кривым среднегодового расхода воды определяется приблизительно точкой перелома временного ряда за рассматриваемый период, проведя касательную прямую линию, характеризующую последовательность нарастания среднегодового расхода воды рек от начало рассматриваемого периода [62; 63].

При этом, касательная в определенной степени, характеризует последовательность нарастания естественного среднегодового расхода воды рек, а прямая линия соединяющая на суммарной интегральной кривой начало и конец рассматриваемого периода, характеризует последовательность нарастания антропогенного среднегодового расхода воды. По их разнице определяют увеличение или уменьшение среднегодового расхода воды рассматриваемого периода.

Анализ суммарных интегральных кривых среднегодового расхода воды рек на водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна показал (рисунки 12-14), что временный ряд среднегодового расхода за рассматриваемый период 1940-2020 годы можно разбить на две квазиоднородные совокупности с проломной точкой, характеризующей переход от природной на антропогенную деятельность в речных бассейнов.

В бассейне реки Асса, суммарная интегральная кривая среднегодового расхода воды реки Куркуреу-Суу - Маймак представляет собой относительно прямую линию до 1985 года (рисунок 10), что характеризует стабильность формирования гидрологического стока, а с 1986 года наблюдается нарушение однородности среднегодового расхода воды реки, что связано с интенсивным использованием водных ресурсов для орошения сельскохозяйственных угодий, а по реке Асса - Маймак) нарушения однородности среднегодового расхода воды реки наблюдается с 1980 года (рисунок 10), что связано со строительством водохранилища Терс-Ащибулак сезонного регулирования на реке Терс.

В бассейне реки Талас, только в створе гидрологического поста Кировское суммарная интегральная кривая среднегодового расхода воды представляет собой идеальную прямую до 1980 года (рисунок 11), а с 1981 года в связи со строительством Кировского водохранилища многолетнего регулирования наблюдается нарушение однородности среднегодового расхода воды, в то время, как на гидрологических постах Жасоркенет резкое нарушение однородности среднегодового расхода воды не наблюдается, что говорит о его стабильности за период 1940-2020 года.

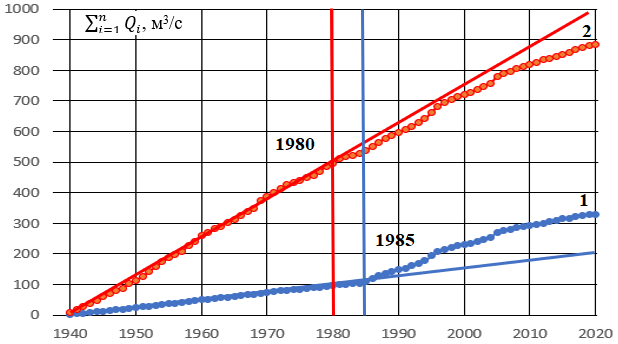
****

Рисунок 12 - Суммарные интегральные кривые среднегодовых расходов р.Куркуреу-Су - Маймак (1) и р. Асса - Маймак (2)

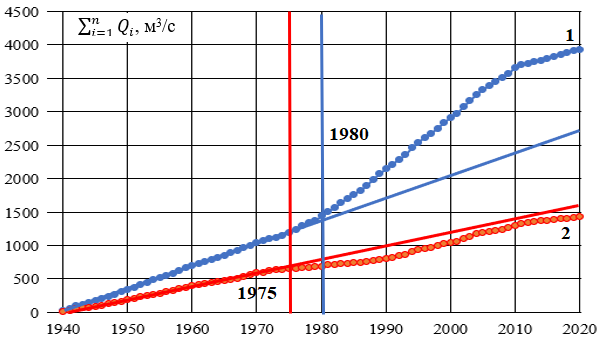
****

Рисунок 13 - Суммарные интегральные кривые среднегодовых расходов р.Талас на гидрологических постах Кировское (1) и Жасоркенет (2)

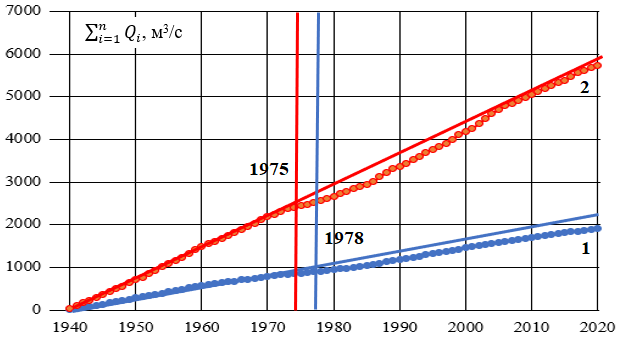
****

Рисунок 14 - Суммарные интегральные кривые среднегодовых расходов р.Шу на гидрологических постах Милянфан (1) и Тасоткель (2)

В бассейне реки Шу - Милянфан суммарная интегральная кривая среднегодовых расходов воды представляет собой идеальную прямую, несмотря на регулирование стока Орто-Токойским водохранилищем (рисунок 14), то есть с 1940 года до 2020 года происходят некоторые изменения, которые в явном виде не характеризуют нарушение естественного режима, а на гидрологическом посту Тасоткель до 1975 года сохраняется однородность среднегодового расхода воды, а в дальнейшем формируется антропогенный гидрологический режим, который зависит от эксплуатационного режима Тасоткельского водохранилища.

Для оценки изменений водности рек на территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна и синхронности или асинхронности многолетних колебаний построены разностные интегральные кривые модульных коэффициентов стока, среднегодовой температуры воздуха и атмосферных осадков с использованием методов разностно-интегральных кривых (рисунки 15-15):

Анализ разностно-интегральных кривых за период 1940-2020 годы показывает, что среднегодовой расход р.Куркуреу-Су - Маймак с 1940 по 1985 наклонная кривая отрицательная, что характеризует уменьшение среднегодового расхода реки, с 1986 по 2005 года происходит увеличение стока (кривая 1), а затем, с 2006 по 2020 годы наблюдается уменьшение.

На р.Асса - Маймак, расположенного ниже Терс-Ащибулакского водохранилища с 1940 по 1995 года наблюдается плавный наклона кривой с положительным трендом, что указывает на увеличение стока, а с 1996 по 2020 годы, наблюдается плавный наклон кривой в сторону отрицательного тренда, что соответствует уменьшению речного стока (кривая 2).

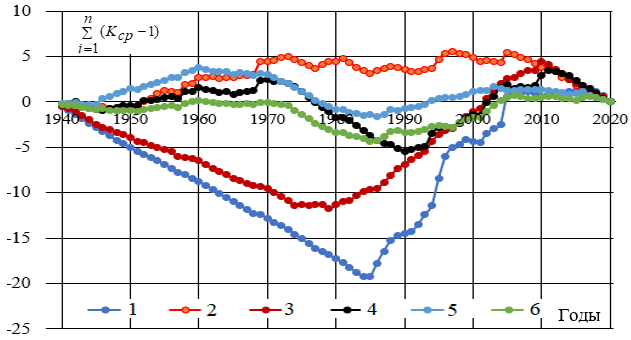


Рисунок 15 – Разностно-интегральные кривые среднегодовых расходов р. Куркуреу-Су - Маймак (1), р.Асса - Маймак (2), р.Талас - Кировское (3), р.Талас - Жасоркенет (4), р.Шу - Милянфан (5) и р.Шу - Ташотколь (6)

Изменение количественных значений разностно-интегральных кривых бассейна реки Талас в створе Кировское за 1940-2020 годы показывает, что с 1940 по 1980 годы среднегодовой расход имеет отрицательный тренд, характеризующий уменьшение стока в этом проможутке времени, а с 1981 по 2010 года линия наклона среднегодовых расходов имеет положительный тренд (кривая 3), показывающий увеличение стока с последующим уменльшением до 2020 года, по характеру совпадает с разностно-интегральной кривой реки Куркуреу-Су.

На гидрологическом посту Жасоркенет, ниже Кировского водохранилища, в бассейне р.Талас, в период с 1940 по 1970 года имеет место положительный тренд (кривая 4), а с 1971 по 1990 годы сток плавно уменьшается, с 1991 по 2010 годы - увеличивается, а затем с 2011 по 2020 года сток реки снова уменьшается.

Формы разностно-интегральных кривых стока р.Шу в створах гидрологических постов Милянфан (кривая 5) и Тасотколь (кривая 6) за 1940-2020 годы одинаковые, то есть с 1940 по 1960 годы наблюдается повышение стока, с 1961 по 1985 годы - уменьшение, с 1986 по 2005 годы – снова увеличение и с 2006 по 2020 годы снова снижение, отличаются кривые только по количественным значениям ординат разностно-интегральных кривых.

При этом следует отметить, что сложившаяся ситуация на реках Шу-Таласского водохозяйственного бассейна объясняется характером изменения разностно-интегральных кривых среднегодовой температуры воздуха на метеорологических станциях Нурлыкент, Саудакент, Талас, Ойык, Байтик и Толе би, имеющих одинаковые кривые наклона среднегодовой температуры воздуха, а именно: с 1940 по 1985 годы - отрицательный тренд, а с 1986 по 2020 годы - положительный тренд, с различными количественными значениями среднегодовой температуры воздуха, способствующих интенсивному таянию ледников и твердых атмосферных осадков в зоне формирования стока (рисунок 16).

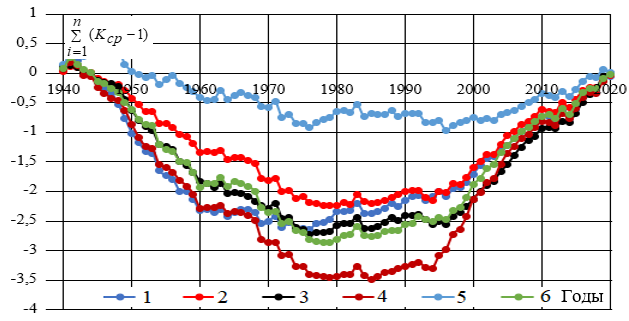


Рисунок 16 – Разностно-интегральные кривые среднегодовой температуры воздуха по данным метеорологических станций Нурлыкент (1) и Саудакент (2) в бассейне реки Асса, Талас (3) и Ойык (4) в бассейне реки Талас, Байтик (5) и Толе би (6) в бассейне реки Шу

На водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна изменение формы разностно-интегральных кривых годовых атмосферных осадков по данным метеостанций Нурлыкент, Саудакент, Талас, Ойык, Байтик и Тобе би, за 1940-2020 годы, характеризуется одинаковым наклоном коэффициентов атмосферных осадков, отличающихся между собой только количественными значениями: с 1940 по 1942 годы наблюдается положительный тренд, с 1943 по 1950 годы - отрицательный, с 1951 по 1973 годы - положительный, с 1974 по 1990 годы - отрицательный, с 1991 по 2000 годы - положительный и с 2001 по 2020 годы – отрицательный, что говорит о значительной вариации, (рисунок 15).

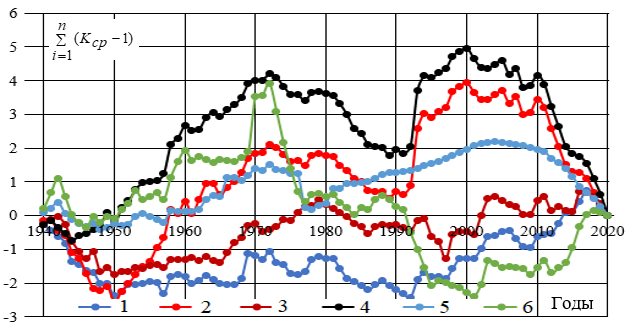


Рисунок 17 – Разностно-интегральные кривые годовой температуры, атмосферных осадков по данным метеостанций Нурлыкент (1) и Саудакент (2) в бассейне реки Асса, Талас (3); Ойык (4) в бассейне реки Талас, Байтик (5) и Толе би (6) в бассейне реки Шу

Изучение пространственно-временных закономерностей формирования речного стока, среднегодовых температур воздуха и годовых атмосферных осадков на водосборных территориях рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна с использованием методов разностно-интегральных кривых показали, что в бассейне реки Асса, выше Терс-Ащыбулакского водохранилища, в бассейне реки Талас выше Кировского водохранилища и в бассейне реки Шу выше Орто-Токойского водохранилища гидрологический режим рек формируется под влиянием природных факторов, а в нижних участках – под влиянием природно-антропогенных факторов, что необходимо учитывать при разработке системы управление водными ресурсами трансграничных водотоков.

Для установления закономерностей колебания среднегодовых расходов на речном бассейне Асса-Талас были применены кривые обеспеченности, характеризующие вероятность превышения рассматриваемого ее значения в многолетнем ряду и параметризация их статистических характеристик, выполненных на основе коэффициентов вариации () и асимметрии () (рисунок 18) [64]:

;

.

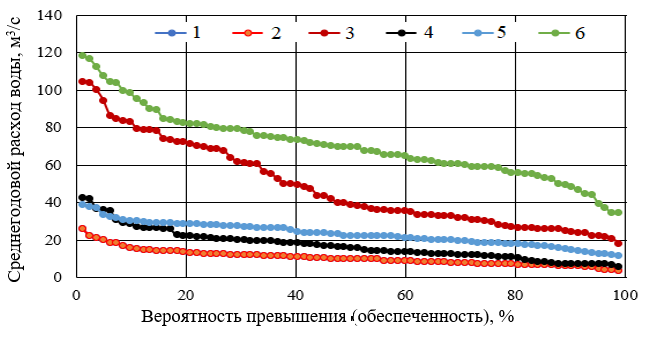


Рисунок 18 - Эмпирические кривые обеспеченности среднегодовых расходов р.Асса - Маймак (1), р.Куркуреу-Су - Маймак (2), р.Талас в створах гидрологических постов Кировское (3), Жасоркент (4), р.Шу в створах гидрологических постов Милянфан (5) и Тасоткель (6)

Функция распределения среднегодового расхода воды р.Асса -Маймак, р.Куркуреу-Су - Маймак, р.Талас на гидрологических постах Кировское и Жасоркенет, р.Шу гидропостах Милянфан и Тасоткель представляет собой преобразование случайной измеренной характеристики в новую, распределенную по известному вероятностному закону, описывающему экспоненциальным или полиномиальным уравнением пятого порядка, отличающихся по набору переменных (рисунок 16).

При этом, для оценки сходимости эмпирических оценок к соответствующему пределу использованы многолетние наблюдения среднегодовых расходов рек на территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, имеющих интервал наблюдений 81 лет с последовательно вычисленными значениями коэффициентов вариации и асимметрии, расчетные значения стоков рек 5, 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности (таблица 5).

Таблица 7 – Статистические характеристики среднегодовых расходов рек в водосборе Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Гидрологический пункт | Коэффициент | | Расход воды (м3/с) различной обеспеченности, % | | | | |
|  |  | 5 | 25 | 50 | 75 | 95 |
| река Асса | | | | | | | |
| Маймак | 0,339 | 1,433 | 20,54 | 12,94 | 10,21 | 7,58 | 4,87 |
| река Куркуреу-Суу | | | | | | | |
| Маймак | 0,759 | 2,371 | 10,19 | 4,92 | 2,59 | 2,21 | 1,89 |
| река Талас | | | | | | | |
| Кировское | 0,477 | 0,239 | 94,8 | 68,9 | 39,1 | 30,3 | 22,5 |
| Жасоркенет | 0,472 | 1,034 | 36,5 | 21,2 | 16,4 | 11,7 | 7,5 |
| река Шу | | | | | | | |
| Милянфан | 0,260 | 0,192 | 3,8 | 28,4 | 22,8 | 18,6 | 13,1 |
| Тасоткель | 0,258 | 0,499 | 107,9 | 80,2 | 69,9 | 59,4 | 39,6 |

Физический смысл коэффициента вариации () среднегодового расхода воды () той или иной реки характеризует степень их изменчивости, то есть чем больше , тем больше изменчивость и, как правило, возрастает от более влажных к менее влажным районам. Эта природная закономерность четко проявляется в водосборной территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, где источниками питания в зонах формирования стока рек Асса, Талас и Шу являются ледники и атмосферные осадки горной системы Северного Тянь-Шань и Таласского-Ала-Тоо, коэффициента вариации () среднегодового расхода воды () составляют 0,258-0,759.

В водосборной территории р.Куркуреу-Су -Маймак и р.Асса - Маймак, расположенных в предгорной зоне хребта Таласского-Ала-Тоо и склонах Каратау, где источниками формирования речного стока являются атмосферные осадки, таяние снежного покрова, грунтовые воды и зоны магазинирования в песках Мойынкум. Здесь коэффициент вариации () среднегодового расхода воды () соответственно составляет 0,759 и 0,339 (таблица 7).

Коэффициент вариации () среднегодового расхода воды () в зоне регулирования и использования водных ресурсов реки Талас, по данным гидрологических постов Кировское и Жасоркенет, расположенных в среднем течении (предгорной зоне) и зоне использования водных ресурсов (предгорной равнинной зоне) поверхностного стока количественное значение соответственно в пространственном масштабе увеличивается и составляет 0,477 и 0,472 (таблица 7).

В водосборной территории реки Шу, Коэффициент вариации () среднегодового расхода воды () в зоне регулирования и использования водных ресурсов, по данным гидрологических постов Милянфан и Тасоткель соответственно составляет 0,477 и 0,472 (таблица 7).

Асимметричность кривой распределения среднегодового стока () характеризуется коэффициентом асимметрии () и показывают центр распределения его насколько смещены относительно моды (величина признака временного ряда, которые наиболее часто встречается в данной совокупности) и медианы (значения признака, которые находятся на середину временного ряда) в сторону высокого значения среднегодового расхода воды () той или иной реки, то есть их количественное значение в пространственном масштабе на территории водосбора бассейна реки Асса-Талас, включающих реки Талас, Куркуреу-Су и Асса, изменяются от 0,239 до 2,331 и в бассейне реки Шу 0,192-0,499, то есть в определенной степени показывает о наличии прямо пропорциональной зависимости между коэффициентом асимметрии () и коэффициентом вариации () (таблица 5).

При этом интегральная кривая распределения среднегодового расхода () той или иной реки на территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, показывает (рисунок 18), что высокий среднегодовой расход воды () наблюдается в пределах от 1,0 до 25,0 % обеспеченности, а затем их количественное значение резко снижается, что характерно рекам, где источниками питания являются атмосферные осадки, таяние снежного покрова и грунтовые воды.

**2.4 Ритмичность многолетних климатических и гидрологических показателей водосбора рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна**

Выявление ритмов в природных явлениях и их причины представляет собой одну весьма важную задачу при изучение влияния климатических и антропогенных факторов на гидрологически режим речных бассейнов. При этом ритмика является основными показателем многолетних колебаний речного стока, характеризующих развитие природных явлений в пространственно-временных масштабах.

Ритмичность гидрологического стока существенным образом оказывает большое влияние на водообеспеченность различных отраслей экономики, особенно сельского хозяйства, где их внутригодовые водопотребности не совпадают с сезонными колебаниями стока рек, формирующихся на базе закона экологического равновесия в природе, что требует необходимости их более глубокого и подробного изучения [65; 66; 67].

С математической точки зрения гидрологической ряд, как любой временный ряд, можно представить в виде суммы трех составляющих, то есть случайных, линейный тренд и циклических (гармоники), где последний характеризуюет собой волновой колебательный процесс, описываемый синусоидной (полиномиальной) – строгой математической функцией. При этом, по закону природных процессов полный цикл колебания гидрологического стока речных бассейнов состоит из двух маловодных и двух многоводных фаз и составляет 360о, то есть фазовые углы от 0о до 90о и от 270о до 360о соответствуют подъему водности реки, а фазовые углы от 90о до 270о -ее спаду.

При этом следует отметить, что в виде циклической составляющей по многолетней амплитуде колебания гидрологического стока и годового атмосферного осадка в водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна за рассматриваемый период 1940-2020 годы описывается одной гармоникой, являющейся в основном следствием временного фактора (рисунки 19-21).

В бассейне реки Асса, по данными гидрологического поста Маймак, расположенного в бассейне реки Куркуреу-Су и одноименного гидропоста на месте слияния рек Терс и Куркуреу-Су - реки Асса (рисунок 19) и метеостанций Нурлыкент и Саудакент, основные ритмы речного стока и годовых атмосферных осадков (рисунок 20), проявляемые на территории водосбора, не однозначны, а длительность ритмов в основном уменьшается в сторону южных пустынь.

Период колебания синусоиды равен частному от деления длины исходного ряда на ее порядковый номер, то есть в условиях водосбора бассейна реки Куркуреу-Су - Маймак и реки Асса - Маймак (рисунок 19), а также по данным метеостанций Нурлыкент и Саудакент (рисунок 20), длина исходного ряда составляет 81 лет, тогда функция ведающей гармоники ( *Р* = 81/3=27 лет).

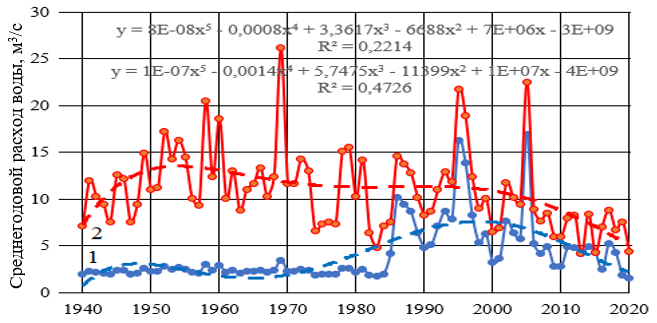


Рисунок 19 - Хронологический график изменения среднегодового расхода р.Куркуреу-Су - Маймак (1) и р.Асса - Маймак (2) за 1940-2020 годы и его полиномиальный тренд 5-го порядка

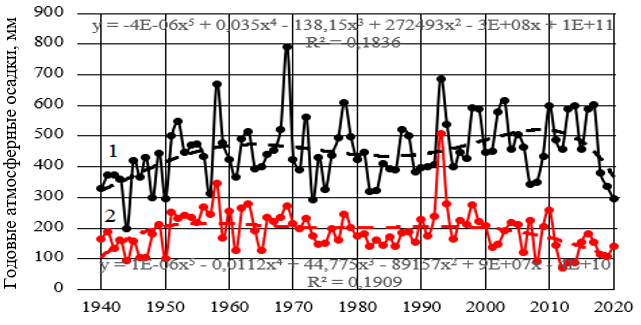


Рисунок 20 - Хронологический график изменения годовых атмосферных осадков по метеостанциям Нурлыкент (1) и Саудакент (2) бассейна реки Асса за 1940-2040 годы и его полиномиальный тренд 5-го порядка

В целях подтверждения полученных результатов и установления степени синхронности речного стока и атмосферных осадков были использованы методы разностных интегральных кривых (рисуки 15 и 17), которые подтвердили в подавляющем большинстве случаев наличие ритмов.

Стоковые ряды в бассейне реки Талас в створе гидропоста Кировское, расположенного в предгорной зоне на территории Кыргызской Республики и поста Жасоркенет, расположенного в предгорной равнинной зоне на территории Республики Казахстан (рисунок 21), а также данные метеорологических станций Талас и Ойык (рисунок 22) показали, что основные ритмы стока и атмосферных осадков, зависят от естественной увлажненности территории водосбора, выполняющих стокообразующие функции.

При этом период колебания синусоиды в условиях бассейна реки Талас в створах Кировское и Жасоркенет и метеорологическим станциям Талас и Жасоркенет (рисунок 21), где длина исходного ряда составляет 81 лет, функция ведающей гармоники составляет 27 лет.

Анализ полученных результатов показал, что выявленные ритмы стока и атмосферных осадков в бассейне реки Талас, проявляются по-разному в пространственно-временных масштабах, о чем свидетельствует характеристика ритмов: продолжительность, повторяемость и их амплитуда.

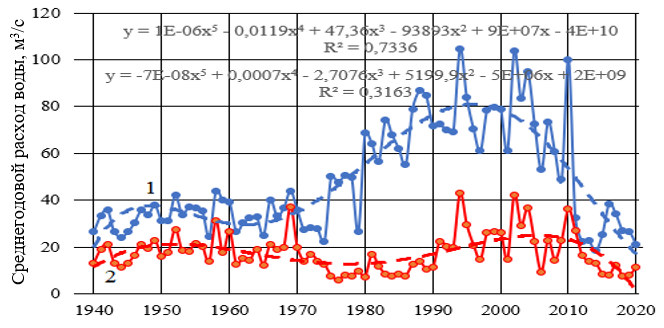


Рисунок 21- Хронологический график изменения среднегодового расхода р.Талас - Кировское (1) и р.Талас - Жасоркенет (2) за 1940-2020 годы и его полиномиальный тренд 5-го порядка

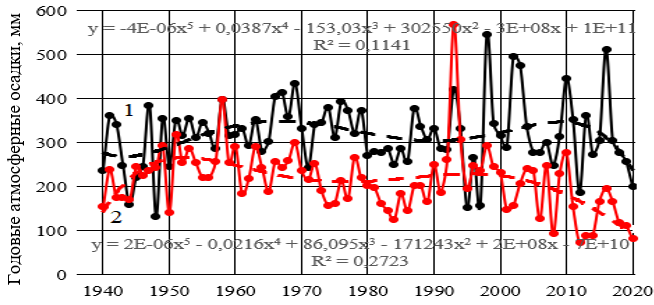


Рисунок 22 - Хронологический ход изменения атмосферных осадков на метеорологических станциях Талас (1) и Ойык (2) за 1940-2020 годы и его полиномиальный тренд 5-го порядка

Анализ и изучение ритмичности стока и атмосферных осадков в бассейна реки Шу, по данным гидрологических постов Милянфан и Тасоткель и метеорологических станций Байтик и Толе би показывает (рисункиок 23 и 24), что структура их сезонных многолетних колебаний характеризуется следующими закономерностями в продолжительности ритмов: длина исходного ряда составляет 81 лет, тогда функция ведающей гармоники ( *Р* = 81/3=27 года), только изменяется их количественное значение.

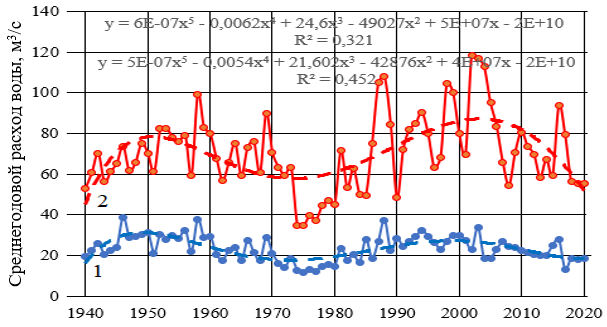


Рисунок 23 - Хронологический график изменения среднегодового расхода р.Шу на гидрологических постах Байтик (1) и Тасоткель (2) за 1940-2020 годы и его полиномиальный тренд 5-го порядка

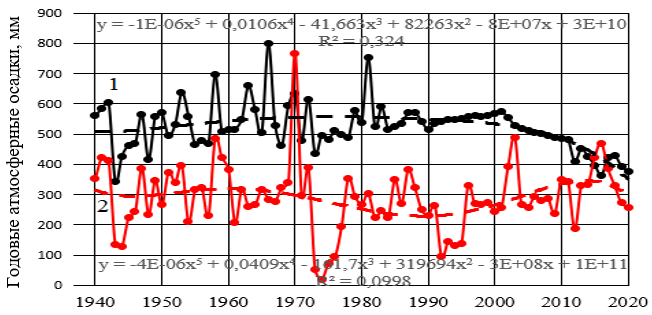


Рисунок 24 - Хронологические изменения годовых атмосферных осадков для метеорологических станции Байтик (1) и Толе би (2) за 1940-2020 годы и его полиномиальный тренд 5-го порядка

Таким образом, для выявления закономерностей среднегодового стока и атмосферных осадков в пределах Шу-Таласского водохозяйственного бассейна отдельно рассматривался водосборный бассейн рек Асса, Талас и Шу. В результате анализа удалось для каждого бассейна реки, выявить ритмы, характеризующие формирование водности реки за период 1940-2020 годы, которые позволяют учитывать особенности формирования природного процесса, необходимые для рационального использования их водных ресурсов и территориальной организации водопользования.

Выводы по второй главе

1. Изучение изменения климатических показателей на территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна показало, что по метеорологическим станциям Нурлыкент, Саудакент, Талас, Ойык, Байтык и Толе би выявленные тренды среднегодовых температур воздуха и годовых атмосферных осадков различаются как по знаку, так и по величине. На основе этого можно констатировать, что темп прироста среднегодовых температур воздуха в сравнении с темпом роста годовых атмосферных осадков в два раза больше, что способствует повышению испаряющей способности почвенного и растительного покровов природной системы, то есть водопотребление сельскохозяйственных угодий может стать основным фактором, определяющим условия формирования речного стока, обеспечивающих водную и продовольственную безопасность региона.

2. Пространственно-временная оценка многолетних колебаний годового стока рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас, с использованием методов гидрологической аналогии, линейных трендов, суммарных, разностных и обычных интегральных кривых, ритмичность среднегодового расхода и годовых атмосферных осадков, базирующаяся на математической статистике, дала возможность выявить пространственно-временные закономерности изменения среднегодового расхода в условиях техноприродной трансформации водных ресурсов водотока:

- тенденция изменения среднегодового расхода воды бассейна рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна за рассматриваемый период 1940-2020 годы - отрицательная, где изменение гидрологического режима реки происходит симметрично и последовательно-пропорционально в пространственно-временном масштабе;

- анализ суммарных интегральных кривых среднегодового расхода рек на территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна показал, что временный ряд среднегодового расхода рек за рассматриваемый период 1940-2020 годы можно разбить на две квазиоднородные совокупности с проломной точкой, характеризующей переход от природных к антропогенной деятельности речных бассейнов, что связано с введением в эксплуатацию Орто-Токойского, Тасоткельского, Кировского и Терс-Ащибулакского водохранилищ многолетнего и сезонного регулирования;

**-** оценка изменения водности рек на территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна и синхронности (асинхронности) ее многолетних колебаний, выполненная на основе построения разностных интегральных кривых модульных коэффициентов среднегодового стока с использованием методов разностно-интегральных кривых показала, что на всех гидрологических постах с 1940 до 1975 года наблюдается многоводный цикл, и до настоящего времени имеет место маловодный цикл, но с различиями в сроках наступления фаз и амплитуд циклических колебаний;

- при оценке сходимости эмпирических оценок к соответствующему пределу использованы многолетние наблюдения среднегодового стока рек на территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, имеющих период наблюдений 81 лет с вычислением коэффициентов вариации и асимметрии, расчетные значения среднегодовых расходов рек 5, 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности показали, что количественное значение коэффициента вариации увеличивается от горной зоны в сторону южной пустыни, где расположены зоны магазинирования поверхностного стока;

- интегральные кривые распределения среднегодового стока () той или иной реки на территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна показали, что наибольший среднегодовой расход () наблюдается в пределах от 1,0 до 25,0 % обеспеченности, а затем их количественное значение резко снижается, что характерно для рек, где источниками питания являются атмосферные осадки, таяние снежного покрова и грунтовые воды.

3 По результатам проведенных исследований, направленных для выявление влияния климатических и антропогенных факторов на формирование гидрологического режима (среднегодового стока) рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна можно констатировать, что тенденции изменения гидрологического режима исследуемой территории зависит не только от климатических изменений, являющихся неуправляемым фактором природного процесса, но и, в значительной степени, определяются интенсивностью хозяйственной деятельности человека в пространственно-временном масштабе на речных водосборах, позволяют проводить оценку влияния климатических и антропогенных факторов, разработать адаптивные системы управление водными ресурсами с целью обеспечения водной безопасности человека и сохранения условий функционирования речных экосистем.

**3 ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ШУ-ТАЛАССКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА**

**3.1 Анализ использования водных ресурсов и оценка их изъятия (прямые нагрузки) на водосборах Шу-Таласского водохозяйственного бассейна**

В последние годы анализ и оценка использования водных ресурсов речных бассейнов, являющихся пространственными базисами народонаселения и их производственной деятельности, обеспечивающих водную безопасность, в значительной степени опираются на аналитическую систему «Водохозяйственной оценки деятельности речных бассейнов» [36, 203 c.] .

Шу- Таласский водохозяйственный бассейн, находится на территории Кыргызской Республики и Республики Казахстан с общей площадью водосбора 156241,0 км2, в определенной степени является стратегическим водным объектом, обеспечивающим устойчивое развитие природно-территориального комплекса трансграничного характера (таблица 8).

Таблица 8 – Площадь водосборной территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Бассейн  рек | Административное деление | | | Площадь, км2 |
| республика | область | район |
| Асса-Талас | Кыргызстан | Таласская |  | 11400,0 |
| Казахстан | Жамбылская | Байзакский | 4500,0 |
|  |  | Жамбылский | 4300,0 |
|  |  | Жуалынский | 4200,0 |
|  |  | Сарысуский | 31300,0 |
| Сумма | | | 44300,0 |
| Шу | Кыргызстан | Чуйская |  | 20200,0 |
| Нарынская | Кочкорский | 5868,0 |
| Сумма | | | 26068,0 |
| Казахстан | Жамбылская | Кордайский | 8973,0 |
| Меркенский | 7100,0 |
| Мойынкумский | 50400,0 |
| Т. Рыскулова | 10500,0 |
| Таласский | 12200,0 |
| Туркестанская | Созакский | 41000,0 |
| Сумма | | | 130173,0 |
| Всего | | | | 156241,0 |

Водосборная территория бассейна рек Асса-Талас с площадью 61910 км2, расположена на северо-западе Кыргызской Республики и юге-западе Республики Казахстан, с севера она ограничена Кыргызским хребтом, на юге – Таласским-Ала-Тоо [40, 27 c.].

Река Талас, протекающая по территории Кыргызской Республики и Республики Казахстан с площадью водосбора 52700 км2 и длиной 661 км, образуется от слияния рек Каракол и Уч-Кошой, берущих свое начало в ледниках Таласского хребта Кыргызской Республики.

Река Асса образуется слиянием рек Терс и Куркуреу-Су на границе Кыргызской Республики и Республики Казахстан, площадь водосборного бассейна - 9210 км2, длина реки составлеют 253 км, которая впадает в пустынный водоприемник (теряется в песках Мойынкум), где происходит слияние рек Асса и Талас.

Река Куркуреу-Су

формирует сток в ледниках пика Манас (4482 м над уровнем море) и северных перевалах Байдам -Тал и Чынгыз Таласского -Ала-Тоо, площадь водосбора составляет 454 км2 и длина 56 км, которая правым притоком сливается с рекой Терс, после чего образуется река Асса.

Река Терс берет начало с юго-восточного склона хребта Каратау и течет на юг, юго-восток, восток до слияния с рекой Куркуреу-Суу, площадь водосбора составляет 485 км2 и длина 51 км.

Река Коктал берет начало на северном склоне Каратау и течет на северо-восток до впадения в озеро Ащыколь, где площадь водосбора составляет 482 км2 и длина 61 км.

Река Шабакты берет начало из водного источника на северных склонах хребта Каратау и течет на северо-запад вниз по каньону с крутыми склонами, на последнем участке течет примерно на север и заканчивается на юго-восточном берегу озера Акжар, площадь водосбора составляет 1290 км2 и длина 164 км.

Река Беркуты берет начало на северных склонах хребта Каратау и течет примерно на северо-восток через города Жанатас, площадь водосбора составляет 248 км2 и длина 58 км, является левым притоком реки Шабакты.

Источниками питается рек Талас и Куркуреу-Суу в основном являются ледники, снежный покров и атмосферные осадки Таласского хребта и северного склона Таласского -Ала-Тоо, а сток рек Терс, Коктал, Шабакты, Беркуты и Тамды в бассейне реки Асса формируется за счет атмосферных осадков, таяния снежного покрова и грунтовых вод.

Водосбор бассейна трансграничной реки Шу формируется из ледников в хребтах Кыргызской и Терскей-Алатоо на территории Кыргызской Республики и зоны маганизирования в песках Мойынкума Республики Казахстан. Площадь водосборной территории бассейна реки Шу составляет 62500 км2 и длина 1067 км [39. 17 c.].

Основными реками формирующими водосборный бассейн реки Шу являются Чон-Кемин, Ыргайты, Кокпектас, Ргайты, Каракконыз, Каракыстак, Меркенка, Аспара, Аламедин, Аксу, Кургайты.

Река Чон-Кемин берет начало из Озера Джасыл-Кёль, расположенного между хребтами Заилийский Алатау и Кюнгей-Ала-Тоо на высоте 3116,8 м, площадь водосбора составляет 1890,0 км2 и длина 116,0 км.

Река Ыргайты образована слиянием рек Коксуат и Тастау, берущих начало на северном склоне восточной части хребта Джунгарского Алатау на высотах до 3700 м, площадь водосбора составляет 1890,0 км2 и длина 100,0 км.

Река Аламедин берет начало с ледника Аламедин в районе северного склона Кыргызского Ала-Тоо, ее длина составляет 78 км, площадь бассейна 317 км², средний расход воды 6,36 м³/с.

Река Аспара образуется на северном склоне Кыргызского хребта, в районе казахстанско-кыргызской государственной границы, длина реки составляет 108 км, площадь вобосбора 1210 км² и среднегодовой расход воды равен 3,31 м³/с.

Река Меркенка берет свое начало у северных склонов горной местности Киргиз-Алатау, в ледниках, и впадает в реку Корагаты, длина реки составляет 100 км, площадь водосбора 645 км2.

Река Аксу берет начало в северных склонах Кыргызского хребта, длина 155 км, площадь бассейна 483 км².

Для оценки располагаемых водных ресурсов рек Шу- Таласского водохозяйственного бассейна в современных условиях, созданы базы гидрологического исследования на основе информационно-аналитических материалов «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши …» Кыргызской Республики и Республики Казахстан и «Шу-Таласская бассейновая инспекция по регулированию использования и охраны водных ресурсов (отчет о деятельности)» Комитета по водным ресурсам Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, охватывающих 1997-2020 годы (таблица 9-10).

Таблица 9 – Располагаемые водные ресурсы в бассейнах рек Асса-Талас

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Бассейна реки Талас | | Бассейна реки Асса | | | |
| Киров-ское | Жасор-кенет | Куркуресу | | Асса-Маймак | Малые реки |
| Чон-Арык | Маймак |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1997 | 61,1 | 14,6 | 5,4 | 8,32 | 12,43 | 2,55 |
| 1998 | 78,7 | 26,1 | 6,2 | 5,40 | 9,01 | 2,76 |
| 1999 | 79,7 | 26,7 | 7,2 | 6,31 | 10,08 | 2,06 |
| 2000 | 79,0 | 26,3 | 7,2 | 3,25 | 6,50 | 1,9 |
| 2001 | 61,4 | 14,8 | 7,2 | 3,63 | 6,94 | 2,1 |
| 2002 | 103,9 | 42,4 | 5,3 | 7,72 | 11,73 | 2,85 |
| 2003 | 83,6 | 29,2 | 7 | 6,42 | 10,21 | 1,74 |
| 2004 | 94,8 | 36,5 | 7,9 | 5,77 | 9,45 | 2,04 |

Продолжение таблицы 9

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2005 | 72,7 | 22,2 | 8,2 | 16,97 | 22,55 | 2,16 |
| 2006 | 53,0 | 9,4 | 8 | 5,29 | 8,88 | 4,26 |
| 2007 | 73,6 | 22,8 | 7,3 | 4,23 | 7,64 | 3,86 |
| 2008 | 60,8 | 14,4 | 7,1 | 4,93 | 8,51 | 4,13 |
| 2009 | 48,9 | 22,9 | 6,9 | 2,82 | 5,99 | 3,34 |
| 2010 | 100,2 | 36,1 | 7,2 | 2,78 | 5,94 | 3,3 |
| 2011 | 32,3 | 26,8 | 6,7 | 4,92 | 8,02 | 3,97 |
| 2012 | 22,5 | 16,5 | 6,5 | 4,82 | 8,33 | 5,51 |
| 2013 | 22,7 | 13,7 | 7,2 | 4,15 | 4,15 | 2,76 |
| 2014 | 18,4 | 13,0 | 6,5 | 4,90 | 8,43 | 4,11 |
| 2015 | 25,4 | 8,5 | 7,3 | 4,33 | 4,33 | 3,1 |
| 2016 | 38,5 | 7,8 | 7 | 2,47 | 7,03 | 3,65 |
| 2017 | 34,0 | 12,1 | 7,3 | 5,26 | 8,85 | 5,44 |
| 2018 | 27,0 | 7,5 | 7 | 4,29 | 6,75 | 3,58 |
| 2019 | 26,5 | 7,8 | 7,7 | 1,87 | 7,55 | 3,82 |
| 2020 | 20,9 | 11,4 | 6,8 | 1,52 | 4,41 | 3,89 |

Таблица 10 – Располагаемые водные ресурсы бассейна реки Шу (млн.м3)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Годовой сток реки, млн м3 | | | | | |
| Аспара | Меркенка | Каракыстак | Караконыз | Ргайты | Мелкие реки |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1997 | 15,9 | 31,2 | 12,4 | 25,2 | 12,1 | 71,4 |
| 1998 | 6,9 | 19,5 | 9,9 | 16,5 | 5,7 | 26,4 |
| 1999 | 7,3 | 18,9 | 6,8 | 14,8 | 8,9 | 21,4 |
| 2000 | 9,8 | 19,8 | 4,3 | 15,6 | 2,9 | 21,7 |
| 2001 | 14,0 | 19,8 | 6,0 | 23,3 | 5,0 | 15,0 |
| 2002 | 2,7 | 9,0 | 1,0 | 7,8 | 6,0 | 6,0 |
| 2003 | 2,6 | 9,9 | 1,4 | 5,6 | 1,1 | 8,2 |
| 2004 | 10,3 | 25,7 | 3,1 | 17,8 | 17,8 | 17,5 |
| 2005 | 3,4 | 14,1 | 2,5 | 16,0 | 8,4 | 37,0 |
| 2006 | 2,80 | 11,78 | 2,28 | 9,61 | 3,88 | 13,12 |
| 2007 | 2,20 | 11,00 | 1,82 | 8,90 | 3,51 | 10,62 |
| 2008 | 1,85 | 10,55 | 1,55 | 8,49 | 3,29 | 9,16 |
| 2009 | 1,75 | 10,42 | 1,47 | 8,37 | 3,23 | 8,75 |
| 2010 | 1,55 | 10,16 | 1,32 | 8,14 | 3,10 | 7,91 |
| 2011 | 1,46 | 10,04 | 1,25 | 8,03 | 3,05 | 7,54 |
| 2012 | 2,29 | 11,12 | 1,89 | 9,01 | 3,57 | 11,00 |

Продолжение таблицы 10

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2013 | 1,74 | 10,40 | 1,47 | 8,36 | 3,22 | 8,71 |
| 2014 | 2,09 | 10,86 | 1,74 | 8,77 | 3,44 | 10,16 |
| 2015 | 1,92 | 10,64 | 1,61 | 8,57 | 3,33 | 9,46 |
| 2016 | 2,00 | 10,74 | 1,67 | 8,67 | 3,38 | 9,79 |
| 2017 | 2,09 | 10,86 | 1,74 | 8,77 | 3,44 | 10,16 |
| 2018 | 2,45 | 11,33 | 2,01 | 9,20 | 3,66 | 11,66 |
| 2019 | 2,88 | 11,88 | 2,34 | 9,70 | 3,93 | 13,46 |
| 2020 | 2,95 | 11,97 | 2,40 | 9,79 | 3,98 | 13,75 |

На основе многолетних информационно-аналитических материалов, входящих в базы гидрологического исследования, определены располагаемые объемы водных ресурсов Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в разрезе Кыргызской Республики и Республики Казахстан (таблица 11).

Таблица 11 – Располагаемые водные ресурсы рек на водосборах Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в разрезе Кыргызской Республики и Республики Казахстан (тыс. м3)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Бассейна реки Шу | | | Бассейна Рек Асса-Талас | |
| верховье  (Кыр-гызстан) | среднее течение (Кыргызстан и Казахстан) | низовье (Казахстан) | верховье и среднее течение  (Кыргызстан) | среднее течение и низовьях (Казахстан) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1997 | 867,2 | 892,5 | 2144,4 | 2097,1 | 1195,2 |
| 1998 | 1028,1 | 1059,6 | 3292,4 | 2677,4 | 1364,6 |
| 1999 | 1129,0 | 1160,5 | 3156,8 | 2740,5 | 1423,9 |
| 2000 | 1135,3 | 1166,8 | 2529,2 | 2718,4 | 1196,8 |
| 2001 | 1034,4 | 1065,9 | 2204,4 | 2163,4 | 866,3 |
| 2002 | 867,2 | 892,5 | 3737,0 | 3443,7 | 2040,4 |
| 2003 | 1286,7 | 1293,0 | 3683,4 | 2857,2 | 1500,2 |
| 2004 | 1065,9 | 719,0 | 3557,3 | 3238,7 | 1695,4 |
| 2005 | 1053,3 | 725,3 | 3008,5 | 2551,3 | 2014,5 |
| 2006 | 1018,6 | 889,3 | 2636,0 | 1923,7 | 877,6 |
| 2007 | 993,4 | 1047,0 | 2077,4 | 2551,3 | 1215,1 |
| 2008 | 958,7 | 949,2 | 1721,3 | 2141,3 | 1008,2 |
| 2009 | 917,7 | 942,9 | 2235,9 | 1759,7 | 1105,3 |
| 2010 | 857,8 | 883,0 | 2545,0 | 3387,0 | 1517,5 |
| 2011 | 823,1 | 845,2 | 2321,0 | 1229,9 | 1378,4 |
| 2012 | 788,4 | 810,5 | 2201,2 | 914,5 | 1108,8 |

Продолжение таблицы 11

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2013 | 756,9 | 778,9 | 1848,0 | 942,9 | 780,8 |
| 2014 | 760,0 | 782,1 | 2125,5 | 785,2 | 960,0 |
| 2015 | 939,8 | 968,2 | 1879,5 | 1031,2 | 638,9 |
| 2016 | 1166,8 | 1201,5 | 2951,8 | 1434,9 | 660,7 |
| 2017 | 558,2 | 574,0 | 2506,7 | 1302,4 | 998,1 |
| 2018 | 756,9 | 586,6 | 1775,5 | 1072,2 | 697,6 |
| 2019 | 744,2 | 577,1 | 1747,1 | 1078,5 | 663,5 |
| 2020 | 747,4 | 580,3 | 1756,6 | 873,5 | 669,2 |

Важнейшим элементом водохозяйственной оценки водосборных территории речных бассейнов является использование трансграничных водных ресурсов, которые включают систему мероприятий по рациональному использованию, охране и воспроизводству водных ресурсов.

Изучение территориальной организации водопользования в Шу-Таласском ВХБ, направлено на оценку формирования межгосударственных систем, на основу выделения водохозяйственных участков в пределах Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

Для формирования базы исследования по использованию водных ресурсов Шу-Таласского ВХБ использованы «Национальный доклад о состояния окружающей среды Кыргызской Республики», «Охрана окружающей среды Кыргызской Республики», «Окружающая среда Кыргызской Республики» (статистический сборник) и материалы «Шу-Таласской бассейновой инспекции по регулированию использованию и охране водных ресурсов (отчет о деятельности)» Комитета по водным ресурсам Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, охватывающих 1997-2020 годы (таблица 12).

Таблица 12 – Использование водных ресурсов рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна (млн. м3)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Бассейн реки Шу | | | Бассейн рек Асса-Талас | |
| Вер-  ховье (Кыр-гызстан) | Среднее течение (Кыргызстан и Казахстан) | Низовье (Казахстан) | Верховье и среднее течение  (Кыргызстан) | Среднее течение и низовья (Казахстан) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1997 | 109,18 | 644,26 | 1793,27 | 618,00 | 1044,91 |
| 1998 | 112,20 | 759,06 | 1644,85 | 616,00 | 909,59 |
| 1999 | 108,20 | 835,58 | 1792,54 | 612,00 | 1003,79 |

Продолжение таблицы 12

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2000 | 119,00 | 842,96 | 1804,52 | 609,00 | 1067,60 |
| 2001 | 116,4 | 765,78 | 1466,41 | 677,00 | 723,17 |
| 2002 | 135,20 | 641,94 | 1580,30 | 613,00 | 661,09 |
| 2003 | 120,20 | 926,97 | 1631,98 | 631,00 | 582,94 |
| 2004 | 128,00 | 519,26 | 1948,30 | 622,00 | 828,48 |
| 2005 | 124,80 | 516,80 | 1992,45 | 645,00 | 638,48 |
| 2006 | 130,00 | 638,18 | 1983,04 | 594,00 | 555,71 |
| 2007 | 132,64 | 752,85 | 2073,81 | 846,00 | 768,11 |
| 2008 | 135,24 | 683,63 | 1442,08 | 1113,80 | 743,65 |
| 2009 | 137,60 | 677,63 | 1505,34 | 892,00 | 585,40 |
| 2010 | 118,46 | 631,47 | 1950,39 | 829,00 | 701,50 |
| 2011 | 118,14 | 607,04 | 1502,63 | 884,70 | 816,90 |
| 2012 | 127,08 | 584,14 | 847,01 | 904,00 | 601,00 |
| 2013 | 128,84 | 561,26 | 1274,57 | 938,00 | 564,10 |
| 2014 | 121,54 | 565,07 | 1242,70 | 782,90 | 577,60 |
| 2015 | 124,10 | 696,94 | 932,05 | 702,00 | 624,90 |
| 2016 | 121,54 | 791,74 | 1290,98 | 650,00 | 530,80 |
| 2017 | 122,96 | 542,28 | 1524,20 | 690,80 | 706,80 |
| 2018 | 128,46 | 537,37 | 1673,52 | 664,10 | 561,60 |
| 2019 | 129,04 | 543,36 | 1559,51 | 699,00 | 570,50 |
| 2020 | 131,22 | 538,88 | 1633,89 | 666,20 | 525,20 |

При этом, водопотребность коммунально-бытового водоснабжения и промышленного производства в основном обеспечивается подземными водами, как в предгорных и в равнинных зонах Северного склона Кыргызского хребта, так и в Чон-Кеминской долине. Водопотребность сельского хозяйства обеспечивается стоками многочисленных мелких рек, что требует необходимость учета особенностей водпользования при оценки водообеспеченности водосбора бассейна реки Шу.

Основными водопотребителями на территории Шу-Таласского ВХБ являются отрасли сельского хозяйства Чуйской и Таласской области Кыргызской Республики, а также Жамбылской области и Созакского района Туркестанской области Республики Казахстан, то есть регулярное орошение, где его необходимость определяется расположением в полуаридной и аридной зонах, характерных высокими энергетическими ресурсами и низкой естественной увлажненностью природной системы.

Водные ресурсы Шу-Таласского водохозяйственного бассейна выполняют стратегически важную функцию в задаче водообеспечения населения и экономики двух государств - Кыргызской Республики и Республики Казахстан, а также поддержания функционирования экосистем речных бассейнов и особенно зоны магазирования стока.

Антропогенные нагрузки на территориях речных бассейнов являются непосредственной причиной антропогенного изменения их состояния, что требует необходимости формирования целостных представлений о прямой и косвенной антропогенной нагрузке для проведения комплексной водохозяйственной оценки.

Прямые воздействия антропогенной деятельности человека на водосбор речных бассейнов определяются, исходя из объемов изъятия речного стока, обеспечивающих гидроэкологические аспекты безопасности жизнедеятельности населения и устойчивого хозяйственного развития, которые раскрываются через понятие «коэффициент использования водных ресурсов», «удельная водообеспеченность» и «водный стресс» («water stress») или коэффициент изъятия речного стока, которые широко используются в мировой практике при характеристике водно-экологических ситуаций.

Для общей оценки состояния использования водных ресурсов речных бассейнов применяются три критерия:

- удельная водообеспеченность территории определяется отношением объема водных ресурсов () к его площади водосбора (). Удельная водообеспеченность территории () делится на: (<5,0 - катастрофически низкая водообеспеченность; 5.01-10,00 - очень низкая водообеспеченность; 10,01-20,00 -низкая водообеспеченность; 20,01-40,0 -средняя водообеспеченность; 40,1-80,0 - высокая водообеспеченность; >80,0 -очень высокая водообеспеченность) [68; 69];

- удельная водообеспеченность населения определяется отношением объема водных ресурсов () к численности населения в данном речном бассейне (). Показатель удельной водообеспеченности населения (): классифиицируется, как: (<1,0 - катастрофически низкая водообеспеченность; 1,01-2,00 - очень низкая водообеспеченность; 2,01-5,00 -низкая водообеспеченность; 5,01-10,0 -средняя водообеспеченность; 10,1-20,0 - высокая водообеспеченность; >20,0 -очень высокая водообеспеченность) [70];

- «водный стресс» или коэффициент изъятия речного стока (), характеризует соотношение водозабора из водных источников () к доступным возобновляемым водным ресурсам (): (<10% - водный стресс не наблюдается; 10,0-20,0 %- слабая нехватка воды; 20,0-40,0 %-умеренная нехватка воды; >40,0% - высокая уровень вододефицита) [71].

Результирующий показатель водообеспеченности территории Шу-Таласского ВХБ оценивался на основе количественного значения располагаемых водных ресурсов (), населения () и площади территории () в разрезе водохозяйственных участков с использованием показателей удельная водообеспеченность территории () и удельная водообеспеченность населения () (таблица 13).

Таблица 13 - Оценка водообеспеченности территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна по населению () и территории ()

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Показатели | | Удельная водообеспеченность | |
| Располагаемые  водные ресурсы  (), млн. м3 | Численность населения  (), тыс. чел. | по  населению  (),  тыс. м3/чел | по территории  (),  тыс. м3/км2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Верховье и среднее течение водосбора бассейна реки Шу (Кыргызстан) | | | | |
| 1997 | 731120,8 | 1573905,0 | 0,465 | 28,047 |
| 1998 | 860325,6 | 1592819,0 | 0,540 | 33,003 |
| 1999 | 945519,2 | 1611733,0 | 0,587 | 36,271 |
| 2000 | 945826,4 | 1614187,0 | 0,586 | 36,283 |
| 2001 | 865932,8 | 1616641,0 | 0,536 | 33,218 |
| 2002 | 725020,8 | 1619095,0 | 0,448 | 27,813 |
| 2003 | 1067017 | 1621003,0 | 0,658 | 40,932 |
| 2004 | 598062,4 | 1623457,0 | 0,368 | 22,942 |
| 2005 | 594969,6 | 1625911,0 | 0,366 | 22,824 |
| 2006 | 722900,8 | 1635900,0 | 0,442 | 27,731 |
| 2007 | 848674,8 | 1653000,0 | 0,513 | 32,556 |
| 2008 | 769614,8 | 1669900,0 | 0,461 | 29,523 |
| 2009 | 763247,6 | 1678000,0 | 0,455 | 29,279 |
| 2010 | 715813,6 | 1681500,0 | 0,426 | 27,459 |
| 2011 | 684227,6 | 1719500,0 | 0,398 | 26,248 |
| 2012 | 656365,2 | 1742300,0 | 0,377 | 25,179 |
| 2013 | 630786,4 | 1778800,0 | 0,355 | 24,198 |
| 2014 | 634160 | 1815200,0 | 0,349 | 24,327 |
| 2015 | 785422,8 | 1854600,0 | 0,423 | 30,130 |
| 2016 | 880080,8 | 1893500,0 | 0,465 | 33,761 |
| 2017 | 422868,8 | 1933700,0 | 0,219 | 16,222 |
| 2018 | 590229,6 | 1972500,0 | 0,299 | 22,642 |
| 2019 | 581038,8 | 2018000,0 | 0,288 | 22,289 |
| 2020 | 584242,4 | 2062300,0 | 0,283 | 22,412 |
| Среднее течение и низовье бассейна реки Шу (Казахстан) | | | | |
| 1997 | 2300548,0 | 410150,0 | 5,609 | 17,673 |
| 1998 | 3371558,0 | 416532,0 | 8,094 | 25,901 |
| 1999 | 3225954,0 | 416836,0 | 7,739 | 24,782 |
| 2000 | 2600387,0 | 416614,0 | 6,242 | 19,976 |
| 2001 | 2282466,0 | 321616,7 | 7,097 | 17,534 |

Продолжение таблицы 13

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2002 | 3763516,0 | 414600,0 | 9,077 | 28,912 |
| 2003 | 3711105,0 | 414500,0 | 8,953 | 28,509 |
| 2004 | 3631661,0 | 414700,0 | 8,757 | 27,899 |
| 2005 | 3081534,0 | 416700,0 | 7,395 | 23,673 |
| 2006 | 1332566,0 | 407503,0 | 3,270 | 10,237 |
| 2007 | 1554575,0 | 411073,0 | 3,782 | 11,942 |
| 2008 | 1416030,0 | 425151,0 | 3,331 | 10,878 |
| 2009 | 2266662,0 | 430419,0 | 5,266 | 17,413 |
| 2010 | 2574035,0 | 434932,0 | 5,918 | 19,774 |
| 2011 | 2349370,0 | 454301,0 | 5,171 | 18,048 |
| 2012 | 2236523,0 | 459878,0 | 4,863 | 17,181 |
| 2013 | 1878690,0 | 466557,0 | 4,027 | 14,432 |
| 2014 | 2159146,0 | 472306,0 | 4,571 | 16,587 |
| 2015 | 1911746,0 | 478104,0 | 3,999 | 14,686 |
| 2016 | 2984640,0 | 483218,0 | 6,177 | 22,928 |
| 2017 | 1449586,0 | 485843,0 | 2,984 | 11,136 |
| 2018 | 1812127,0 | 487681,0 | 3,716 | 13,921 |
| 2019 | 1787354,0 | 489977,0 | 3,648 | 13,731 |
| 2020 | 1797415,0 | 492200,0 | 3,652 | 13,808 |
| Верховье и среднее течение рек Асса-Талас (Кыргызстан) | | | | |
| 1997 | 2097144,0 | 193172,0 | 10,856 | 183,96 |
| 1998 | 2677406,4 | 189518,0 | 14,127 | 234,86 |
| 1999 | 2740478,4 | 200269,0 | 13,684 | 240,39 |
| 2000 | 2718403,2 | 203000,0 | 13,391 | 238,46 |
| 2001 | 2163369,6 | 205100,0 | 10,548 | 189,77 |
| 2002 | 3443731,2 | 207400,0 | 16,604 | 302,08 |
| 2003 | 2857161,6 | 209700,0 | 13,625 | 250,63 |
| 2004 | 3238747,2 | 211700,0 | 15,299 | 284,10 |
| 2005 | 2551262,4 | 213300,0 | 11,961 | 223,79 |
| 2006 | 1923696,0 | 220000,0 | 8,744 | 168,75 |
| 2007 | 2551262,4 | 222700,0 | 11,456 | 223,79 |
| 2008 | 2141294,4 | 225000,0 | 9,517 | 187,83 |
| 2009 | 1759708,8 | 227600,0 | 7,732 | 154,36 |
| 2010 | 3386966,4 | 230400,0 | 14,700 | 297,10 |
| 2011 | 1229904,0 | 226400,0 | 5,432 | 107,89 |
| 2012 | 914544,0 | 230200,0 | 3,973 | 80,22 |
| 2013 | 942926,4 | 234300,0 | 4,024 | 82,71 |
| 2014 | 785246,4 | 238100,0 | 3,298 | 68,88 |
| 2015 | 1031227,2 | 242100,0 | 4,260 | 90,46 |

Продолжение таблицы 13

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2016 | 1434888,0 | 246100,0 | 5,831 | 125,87 |
| 2017 | 1302436,8 | 255200,0 | 5,104 | 114,25 |
| 2018 | 1072224,0 | 259000,0 | 4,140 | 94,05 |
| 2019 | 1078531,2 | 263500,0 | 4,093 | 94,61 |
| 2020 | 873547,2 | 267400,0 | 3,267 | 76,63 |
| Среднее течение и низовье бассейна рек Асса-Талас (Казахстан) | | | | |
| 1997 | 1195214,4 | 621755,0 | 1,922 | 26,980 |
| 1998 | 1364562,7 | 612308,0 | 2,229 | 30,803 |
| 1999 | 1423850,4 | 616508,0 | 2,310 | 32,141 |
| 2000 | 1196791,2 | 612909,0 | 1,953 | 27,016 |
| 2001 | 866293,9 | 613415,0 | 1,412 | 19,555 |
| 2002 | 2040379,2 | 613500,0 | 3,326 | 46,058 |
| 2003 | 1500167,5 | 619700,0 | 2,421 | 33,864 |
| 2004 | 1695375,4 | 627100,0 | 2,704 | 38,270 |
| 2005 | 2014519,7 | 634800,0 | 3,173 | 45,474 |
| 2006 | 877646,9 | 634791,0 | 1,383 | 19,811 |
| 2007 | 1215082,1 | 640437,0 | 1,897 | 27,428 |
| 2008 | 1008205,9 | 647427,0 | 1,557 | 22,759 |
| 2009 | 1105336,8 | 655225,0 | 1,687 | 24,951 |
| 2010 | 1517512,3 | 664711,0 | 2,283 | 34,255 |
| 2011 | 1378438,6 | 647452,0 | 2,129 | 31,116 |
| 2012 | 1108805,8 | 652735,0 | 1,699 | 25,029 |
| 2013 | 780831,4 | 661617,0 | 1,180 | 17,626 |
| 2014 | 959955,8 | 671976,0 | 1,429 | 21,669 |
| 2015 | 638919,4 | 681436,0 | 0,938 | 14,423 |
| 2016 | 660679,2 | 691510,0 | 0,955 | 14,914 |
| 2017 | 998114,4 | 692119,0 | 1,442 | 22,531 |
| 2018 | 697576,3 | 695148,0 | 1,003 | 15,747 |
| 2019 | 663517,4 | 699893,0 | 0,948 | 14,978 |
| 2020 | 669193,9 | 705295,0 | 0,949 | 15,106 |

Оценка водообеспеченности Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в разрезе водохозяйственных участков по населению () и территории () за период 1996-2020 годы показали (таблица 13):

- в верховьях и среднем течение реки Шу (Кыргызской Республики) показатель удельной водообеспеченности территории () колеблется от низкой (16,222 тыс.м3/км2) до средней (40,932 тыс.м3/км2), (рисунки 25 и 26), удельная водообеспеченность населения () от 0,219 до 0,658 тыс.м3/человек, что соответствует катастрофически низкой водообеспеченности;

- в среднем течении и в низовьях реки Шу (Республика Казахстан) показатель удельной водообеспеченности территории () колеблется от низкой (11,136 тыс.м3/км2) до средней (51,9 тыс.м3/км2), а удельная водообеспеченность населения () от низкой (3,270 тыс.м3/человек) до средней (9,077 тыс.м3/человек), (рисунок 26);

- в верховьях и среднем течении рек Асса-Талас (Кыргызской Респулики) показатель удельной водообеспеченности территории () колеблется от высокой (68,80 тыс.м3/км2) до очень высокой (302,08 тыс.м3/км2) и удельная водообеспеченность населения () от низкой (3,267 тыс.м3/человек) до высокой (16,604 тыс.м3/человек) водообеспеченности (рисунок 27 и 28);

- в среднем течении и в низовьях реки Асса (Республика Казахстан) показатель удельной водообеспеченности территории () колеблется от низкой (14,423 тыс.м3/км2) до высокой (46,058 тыс.м3/км2) и удельная водообеспеченность населения () от катастрофически низкой (0,949 тыс.м3/человек) до низкой (3,326 тыс.м3/человек) водообеспеченности (рисунки 27 и 28).

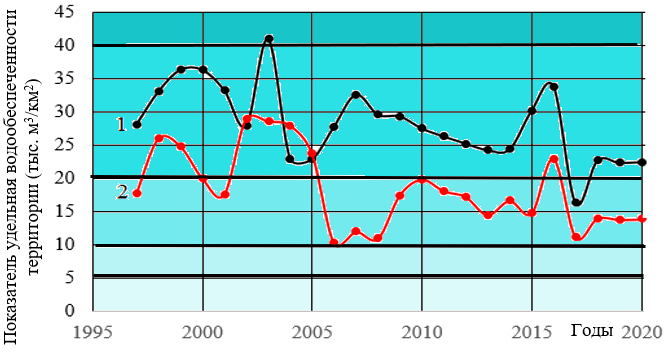


Рисунок 25 – Изменение удельной водообеспеченности территории бассейна реки Шу в разрезе водохозяйственных участков (1-верховье и среднее течение водосбора бассейна реки Шу (Кыргызстан); 2-среднее течение и низовье водосбора бассейна реки Шу (Казахстан);

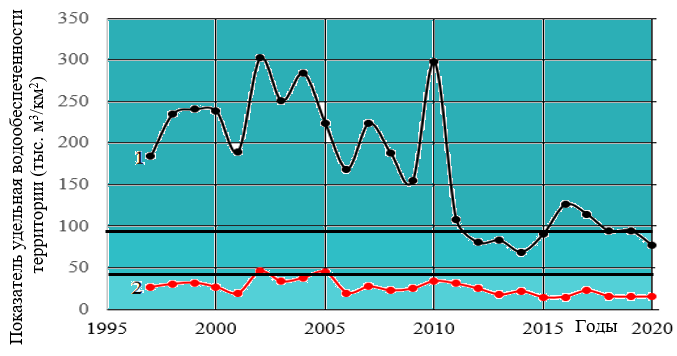


Рисунок 26 – Изменение удельной водообеспеченности территории бассейна рек Асса-Талас в разрезе водохозяйственных участков (1-верховье и среднее течение водосбора бассейна рек Асса-Талас (Кыргызстан); 2-среднее течение и низовье водосбора бассейна рек Асса-Талас (Казахстан);

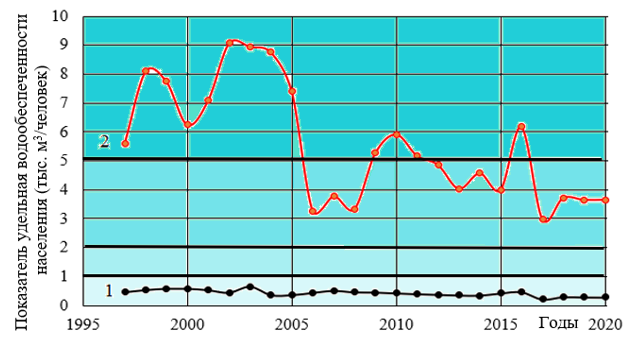


Рисунок 27 – Изменение удельной водообеспеченности населения бассейна реки Шу в разрезе водохозяйственных участков (1-верховье и среднее течение водосбора бассейна реки Шу (Кыргызстан); 2-среднее течение и низовье водосбора бассейна реки Шу (Казахстан);

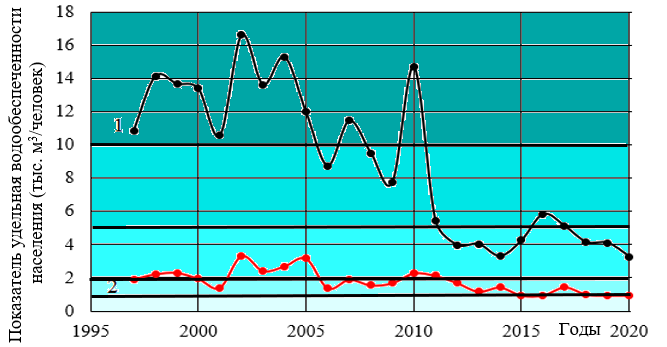


Рисунок 28 – Изменение удельной водообеспеченности населения в бассейне реки Шу в разрезе водохозяйственных участков (1-верховье и среднее течение водосбора бассейна реки Шу (Кыргызстан); 2-среднее течение и низовье водосбора бассейна реки Шу (Казахстан);

Изменчивость удельной водообеспеченности территории и населения на территории Шу-Таласского ВХБ, во многом зависит от изменчивости водных ресурсов рек Асса, Талас и Шу, а также от численности населения в пространственно-временных масштабах, что требует их учета их при долгосрочном прогнозировании деятельности речных бассейнов.

В прикладных задачах расчет водообеспеченности Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, где оценка прямой антропогенной нагрузки проводится при помощи показателя «водный стресс» или коэффициента изъятия речного стока () (таблица 14)

Таблица 14 - Показатели «водного стресса» рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Бассейн реки Шу | | | Бассейн реки Асса-Талас | |
| Вер-  ховье (Кыр-гызстан) | Среднее течение (Кыргызстан и Казахстан) | Низовье (Казахстан) | Верховье и среднее течение  (Кыргызстан) | Среднее течение и низовье (Казахстан) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1997 | 12,59 | 72,19 | 83,63 | 29,47 | 87,43 |
| 1998 | 10,91 | 71,64 | 49,96 | 23,01 | 66,66 |

Продолжение таблицы 14

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1999 | 9,58 | 72,00 | 56,78 | 22,33 | 70,50 |
| 2000 | 10,48 | 72,25 | 71,35 | 22,40 | 89,20 |
| 2001 | 11,25 | 71,84 | 66,52 | 31,29 | 83,48 |
| 2002 | 15,59 | 71,93 | 42,29 | 17,80 | 32,40 |
| 2003 | 9,34 | 71,69 | 44,31 | 22,08 | 38,86 |
| 2004 | 12,01 | 72,22 | 54,77 | 19,21 | 48,87 |
| 2005 | 11,85 | 71,25 | 66,23 | 25,28 | 31,69 |
| 2006 | 12,76 | 71,76 | 75,23 | 30,88 | 63,32 |
| 2007 | 13,35 | 71,91 | 99,83 | 33,16 | 63,21 |
| 2008 | 14,11 | 72,02 | 83,78 | 52,02 | 73,76 |
| 2009 | 14,99 | 71,87 | 67,33 | 50,69 | 52,96 |
| 2010 | 13,81 | 71,51 | 76,64 | 24,48 | 46,23 |
| 2011 | 14,35 | 71,82 | 64,74 | 71,93 | 59,26 |
| 2012 | 16,12 | 72,07 | 38,48 | 98,85 | 54,20 |
| 2013 | 17,02 | 72,06 | 68,97 | 99,48 | 72,25 |
| 2014 | 15,99 | 72,25 | 58,47 | 99,71 | 60,17 |
| 2015 | 13,20 | 71,98 | 49,59 | 68,08 | 97,81 |
| 2016 | 10,42 | 65,90 | 43,74 | 45,30 | 80,34 |
| 2017 | 22,03 | 94,47 | 60,81 | 53,04 | 70,81 |
| 2018 | 16,97 | 91,61 | 94,26 | 61,94 | 80,50 |
| 2019 | 17,34 | 94,15 | 89,26 | 64,81 | 85,98 |
| 2020 | 17,56 | 92,86 | 93,01 | 76,27 | 78,48 |

Результаты прогнозных расчетов оценки водообеспеченности Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в разрезе водохозяйственных участков за рассматриваемый период 1996-2020 годы с использованием показателя «индекса сухости» показали (таблица 14):

- в верховьях реки Шу (Кыргызстан) показатель «индекса сухости» колеблется от 9,58 % до 17,56 % (водный стресс не наблюдается) (наблюдается слабая нехватка воды) (рисунок 29);

- в среднем течении реки Шу (территория Кыргызской Республики и Республики Казахстан) показатель «индекса сухости» колеблется от 65,90 % до 94,47 %. Здесь наблюдается высокий уровень водного дефицита, (рисунок 29);

- в низовьях реки Шу (территория Кыргызской Республики и Казахстана) показатель «индекса сухости» колеблется от 42,29 % до 94,26 %, наблюдается высокий уровень вододефицита, (рисунок 29);

- в верхнем и среднем течениях рек Асса-Талас (Кыргызстан) показатель «индекса сухости» колеблется от 17,80 % (слабая нехватка воды) до 99,71 % (наблюдается высокий уровень вододефицита), (рисунок 30);

- в среднем течении и в низовьях рек Асса-Талас (Казахстан) показатель «индекса сухости» колеблется от 31,69 % (умеренная нехватка воды) до 97,81 % ( наблюдается высокий уровень вододефицита), (рисунок 30);

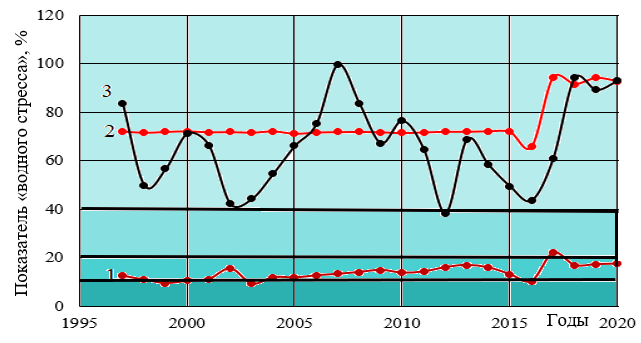


Рисунок 29 – Показатель «водного стресса» в бассейне реки Шу в разрезе водохозяйственных участков (1-верховье водосбора бассейна реки Шу (Кыргызстан); 2-среднее течение бассейна реки Шу (Кыргызстан и Казахстан); 3 - низовье водосбора бассейна реки Шу (Казахстан)

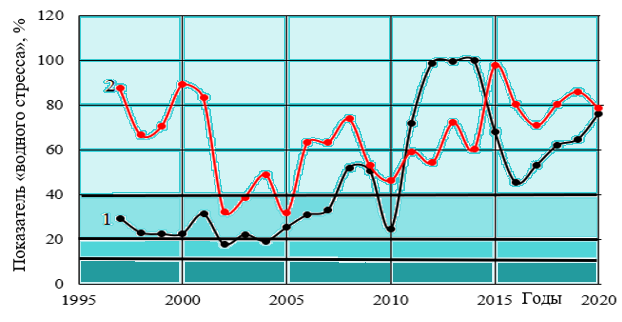


Рисунок 30 – Показатель «водного стресса» в бассейне рек Асса-Талас в разрезе водохозяйственных участков (1-верховье и среднее течение водосбора бассейна рек Асса-Талас (Кыргызстан); 2-среднее течение и низовье водосбора бассейна рек Асса-Талас (Казахстан).

Высокий уровень дефицита воды характерен в среднем течениии низовьях водосбора бассейна реки Шу на территориях Кордайского, Шуйского, Мойынкумского, Меркенского районов и района Турар Рыскулова Жамбылской области, Созакского района Туркестанской области Республики Казахстан, в среднем течениии низовьях водосбора бассейна рек Асса-Талас на территориях Байзакского, Жамбылского, Жуалынского, Таласского и Сарысуского района Жамбылской области Республики Казахстан ввиду забора большого объемв воды на сельскохозяйственные и коммунально-бытовые нужды.

Результаты исследований по оценке водообеспеченности населения и территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, а также прогнозная оценка «водного стресса» по использованию водных ресурсов показывает, что в регионе наблюдается катастрофическая ситуация по обеспечению водной безопасности, так как при размещении производительных сил и использования природных ресурсов не соблюдены основные принципы природопользования и управления природными ресурсами.

Таким образом, предложенная и представленная оценка водообеспеченности Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в разрезе водохозяйственных участков не претендует на комплексный анализ территорий, так как в среднем течении в пределах Кыргызской Республики водопотребность в основном сельского хозяйства обеспечивается многочисленной мелкой речной сетью, воды которой практически не достигают реки Шу, что искажает полученные результаты, но служит инструментом для принятия решений в области управления водными ресурсами и стратегического планирования развития регионов.

**3.2 Оценка антропогенной нагрузки на водосборах Шу-Таласского водохозяйственного бассейна (косвенные и совокупные)**

Системы водопользования в отраслях экономикив Шу-Таласском ВХБ, как исторически сложившееся формы использования водных ресурсов рек Асса-Талас и Шу, нашедшей отражение в особенностях территориальной структуры водопользования в основном Чуйской области Кыргызской Республики и Жамбылской области Республики Казахстан (таблицы 15).

Эта региональная особенность водопользования в полной мере доказывает имеющиеся взаимосвязи между показателями использования водных ресурсов и численности населения, площадями сельскохозяйственных угодий и объемами промышленной продукции в бассейна рек Асса-Талас и Шу, характеризующих косвенные и совокупныеантропогенные нагрузки.

Таблица 15 – Площадь сельскохозяйственных угодий на территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Бассейн  реки | Административное деление | | | Площадь, га |
| республика | область | район |
| Асса-Талас | Кыргызстан | Таласская |  | 815500,0 |
| Казахстан | Жамбылская | Байзакский | 63879,0 |
| Жамбылский | 61915,0 |
| Жуалынский | 106752,0 |
| Сарысуский | 23915,0 |
| Сумма | | | 256461,0 |
| Шу | Кыргызстан | Чуйская |  | 1334000,0 |
| Нарынская | Кочкорский | 463900,0 |
| Сумма | | | 1797900,0 |
|  | Казахстан | Жамбылская | Кордайский | 146910,0 |
| Меркенский | 98606,0 |
| Мойынкумский | 8886,0 |
| Т. Рыскулова | 148078,0 |
| Таласский | 25651,0 |
| Туркестанская | Созакский | 3521895,0 |
| Сумма | | | 3950026,0 |
| Всего | | | | 8361326,0 |

Изучение изменений, проходящих на водосборных территориях речных бассейнов требует нормирования антропогенной нагрузки. Для того, чтобы нормирование антропогенной нагрузки приобрело строгий научный смысл и физическую сущность воздействия, оно должно быть выражено в натуральных количественных показателях.

В качестве базовых критериев оценки косвенных и совокупных антропогенных нагрузок ландшафтов А. Г. Исаченко использовал удельную нагрузку или ее плотность [72], что стало объектом водохозяйственного исследования речных бассейнов [73, 74,75]. При этом сельскохозяйственная нагрузка рассчитывается, как среднеарифметическое значение балльных оценок из учета распаханности территории (отношение площади пашни к общей площади бассейна, в %) и количество условных голов КРС в хозяйствах всех категорий на 1 км2 (животноводческая нагрузка).

Для оценки промышленной антропогенной нагрузки использован интегральный показатель, измеряющийся в американских долларах, характеризующий объем производимой промышленной продукции приходящийся на 1 км2 территории водосбора речных бассейнов, заимствованный из работы С. В. Одессер [76].

Совокупная антропогенная нагрузка определяется, как среднеарифметическое значение баллов демографической, промышленной и сельскохозяйственной нагрузок. Для каждого из названных показателей принята условная шкала из восьми ступеней, в основу которой была положена градация основных региональных показателей антропогенной нагрузки в авторской редакции А. Г. Исаченко (таблица 16) [77].

Таблица 16 - Шкала основных показателей антропогенной нагрузки и интегрального показателя совокупных антропогенных нагрузок водосбора речных бассейнов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Интенсивность нагрузки (баллы) | Показатели антропогенной нагрузки | | | |
| Плотность населения, чел/км2 | Плотность промыш-ленного  производства, доллар/км2 | Распахан-ность, % | Животно-водческая  нагрузка,  условных  голов на  1 км2 |
| Незначительная (1) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Очень низкая (2) | <0,10 | <0,35 | <0,10 | <0,10 |
| Низкая (3) | 0,20-1,0 | 0,36-3,50 | 0,20-1,00 | 0,20-1,00 |
| Пониженная (4) | 1,1-5,0 | 3,60-35,0 | 1,10-5,00 | 1,10-2,00 |
| Средняя (5) | 5,1-10,0 | 36,0-105,0 | 5,10-15,0 | 2,10-3,00 |
| Повышенная (6) | 10,1-25,0 | 106,0-140,0 | 15,1-40,0 | 3,10-6,00 |
| Высокая (7) | 25,1-50,0 | 141,0-170,0 | 40,1-60,0 | 6,10-10,0 |
| Очень высокая (8) | >50.0 | >170,0 | >60.0 | >10,0 |

Материалы исследовательской базы для оценки косвенного и совокупного воздействия антропогенной деятельности на водосборных территории рек Асса-Талас и Шу созданы на основе многолетних статистических материалов «Сельское хозяйство Кыргызской Республики», «Промышленность Кыргызской Республики», «Демографический ежегодник Кыргызской Республики», «Сельское хозяйство Жамбылской области Республики Казахстан», «Промышленность Жамбылской области Республики Казахстан», «Демографический ежегодник Жамбылской области Республики Казахстан», «Сельское хозяйство Туркестанской области Республики Казахстан», «Промышленность Туркестанской области Республики Казахстан», «Демографический ежегодник Туркестанской области Республики Казахстан», которые включают численность населения, всю посевную площадь сельскохозяйственных культур, поголовье скота и объем промышленного производство в период 1997-2020 годы (таблица 17)[77-97].

Оценка тенденции изменения антропогенной нагрузки в Шу-Таласском водохозяйственном бассейне проводилась в пространственно-временном масштабе в разрезе речных бассейнов Асса-Талас и Шу в рамках Кыргызской Республики и Республики Казахстан на основе построения графиков и линейного тренда, для выявления направленности и интенсивности изменения антропогенной деятельности.

Таблица 17 – Антропогенная нагрузка на реки Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Виды антропогенной деятельности | | | |
| Численность населения, человек | Промышленность, млн. доллар | Вся посевная площадь, га | Животноводство, уловные головы |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Бассейна реки Шу | | | | |
| Кыргызская Республика (верховье и среднее течение) | | | | |
| 1997 | 1573905,0 | 268623,4 | 264490,0 | 1242726,0 |
| 1998 | 1592819,0 | 365112,5 | 257150,0 | 1230037,0 |
| 1999 | 1611733,0 | 261362,5 | 260720,0 | 1217349,0 |
| 2000 | 1614187,0 | 202035,1 | 328290,0 | 1204661,0 |
| 2001 | 1616641,0 | 201569,9 | 351560,0 | 1214322,0 |
| 2002 | 1619095,0 | 217825,9 | 329000,0 | 1223919,0 |
| 2003 | 1621003,0 | 237765,0 | 328650,0 | 1759378,0 |
| 2004 | 1623457,0 | 261219,4 | 312470,0 | 1243242,0 |
| 2005 | 1625911,0 | 289943,7 | 415480,0 | 1252840,0 |
| 2006 | 1635900,0 | 859106,9 | 385510,0 | 938675,0 |
| 2007 | 1653000,0 | 1001306,8 | 426220,0 | 981782,0 |
| 2008 | 1669900,0 | 1562027,2 | 427980,0 | 1025786,0 |
| 2009 | 1678000,0 | 1475422,5 | 422480,0 | 1087728,0 |
| 2010 | 1681500,0 | 1643464,5 | 425500,0 | 1112089,0 |
| 2011 | 1719500,0 | 2018560,7 | 429000,0 | 1148293,0 |
| 2012 | 1742300,0 | 1748973,0 | 429260,0 | 1173703,0 |
| 2013 | 1778800,0 | 2115730,3 | 431960,0 | 1150633,0 |
| 2014 | 1815200,0 | 1885982,5 | 436900,0 | 1247875,0 |
| 2015 | 1854600,0 | 2061620,5 | 437300,0 | 1277560,0 |
| 2016 | 1893500,0 | 1783526,9 | 437060,0 | 1308891,0 |
| 2017 | 1933700,0 | 2058460,5 | 445160,0 | 1334340,0 |
| 2018 | 1972500,0 | 2297677,3 | 446690,0 | 1349362,0 |
| 2019 | 2018000,0 | 2443129,0 | 447280,0 | 1364874,0 |
| 2020 | 2062300,0 | 2801384,9 | 447789,0 | 1384224,0 |
| Республика Казахстан (среднее течение и низовье) | | | | |
| 1997 | 410150,0 | 84,0 | 301930,0 | 1015229,0 |
| 1998 | 416532,0 | 73,8 | 349600,0 | 846662,0 |
| 1999 | 416836,0 | 54,1 | 347100,0 | 788079,0 |
| 2000 | 416614,0 | 79,2 | 316400,0 | 840457,0 |

Продолжение таблицы 17

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2001 | 321616,7 | 395,7 | 304600,0 | 874717,0 |
| 2002 | 414600,0 | 86,0 | 259600,0 | 1130491,0 |
| 2003 | 414500,0 | 94,4 | 305800,0 | 1264210,0 |
| 2004 | 414700,0 | 209,8 | 325700,0 | 1494032,0 |
| 2005 | 416700,0 | 168,3 | 312665,0 | 1566149,0 |
| 2006 | 407503,0 | 251,5 | 328094,1 | 1684158,0 |
| 2007 | 411073,0 | 284,1 | 315261,0 | 1745387,0 |
| 2008 | 425151,0 | 437,4 | 320815,0 | 1774638,0 |
| 2009 | 430419,0 | 567,9 | 302810,9 | 1819294,0 |
| 2010 | 434932,0 | 696,2 | 323255,4 | 1853031,0 |
| 2011 | 454301,0 | 953,1 | 343260,9 | 1819165,0 |
| 2012 | 459878,0 | 1396,1 | 350094,6 | 1736539,0 |
| 2013 | 466557,0 | 1538,6 | 358984,1 | 1747951,0 |
| 2014 | 472306,0 | 1400,1 | 383081,6 | 1795974,0 |
| 2015 | 478104,0 | 868,3 | 388000,0 | 1806707,0 |
| 2016 | 483218,0 | 1017,6 | 384500,0 | 1916787,0 |
| 2017 | 485843,0 | 1045,6 | 420500,0 | 2018990,0 |
| 2018 | 487681,0 | 885,5 | 442900,0 | 1999152,0 |
| 2019 | 489977,0 | 1038,0 | 467000,0 | 2251245,0 |
| 2020 | 492200,0 | 1025,1 | 504820,0 | 2395302,0 |
| Бассейн реки Асса-Талас | | | | |
| Кыргызская Республика (верховье и среднее течение) | | | | |
| 1997 | 193172,0 | 5207,4 | 101399,0 | 402241,0 |
| 1998 | 189518,0 | 5909,6 | 97697,0 | 412497,0 |
| 1999 | 200269,0 | 7189,8 | 98872,0 | 405659,0 |
| 2000 | 203000,0 | 5699,9 | 98600,0 | 406725,0 |
| 2001 | 205100,0 | 5844,2 | 98600,0 | 406020,0 |
| 2002 | 207400,0 | 5750,6 | 98800,0 | 414087,0 |
| 2003 | 209700,0 | 6930,5 | 99200,0 | 413199,0 |
| 2004 | 211700,0 | 8242,5 | 99400,0 | 429276,0 |
| 2005 | 213300,0 | 8159,5 | 85200,0 | 438348,0 |
| 2006 | 220000,0 | 5005,7 | 100200,0 | 450700,0 |
| 2007 | 222700,0 | 3856,2 | 78800,0 | 465200,0 |
| 2008 | 225000,0 | 1789,4 | 101800,0 | 491400,0 |
| 2009 | 227600,0 | 3839,4 | 102500,0 | 516900,0 |
| 2010 | 230400,0 | 4709,7 | 100700,0 | 544600,0 |
| 2011 | 226400,0 | 5438,5 | 103000,0 | 572600,0 |
| 2012 | 230200,0 | 5255,6 | 102700,0 | 589400,0 |
| 2013 | 234300,0 | 4194,5 | 103300,0 | 602600,0 |
| 2014 | 238100,0 | 2901,5 | 104200,0 | 613100,0 |

Продолжение таблицы 17

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2015 | 242100,0 | 4389,1 | 104300,0 | 618900,0 |
| 2016 | 246100,0 | 2868,4 | 104800,0 | 630300,0 |
| 2017 | 255200,0 | 4397,7 | 104800,0 | 637000,0 |
| 2018 | 259000,0 | 3329,4 | 105200,0 | 647400,0 |
| 2019 | 263500,0 | 4210,5 | 106100,0 | 652900,0 |
| 2020 | 267400,0 | 4685,7 | 106200,0 | 654400,0 |
| Республика Казахстан (среднее течение и низовье) | | | | |
| 1997 | 621755,0 | 170,0 | 212400,0 | 803635,0 |
| 1998 | 612308,0 | 191,3 | 181900,0 | 673485,0 |
| 1999 | 616508,0 | 133,1 | 175500,0 | 590838,0 |
| 2000 | 612909,0 | 139,7 | 165000,0 | 629021,0 |
| 2001 | 613415,0 | 188,4 | 190300,0 | 660803,0 |
| 2002 | 613500,0 | 174,6 | 186300,0 | 836623,0 |
| 2003 | 619700,0 | 230,0 | 199200,0 | 945619,0 |
| 2004 | 627100,0 | 339,2 | 203700,0 | 1047611,0 |
| 2005 | 634800,0 | 435,6 | 306616,7 | 1116873,0 |
| 2006 | 634791,0 | 473,9 | 285952,4 | 1175862,0 |
| 2007 | 640437,0 | 609,0 | 221103,2 | 1206693,0 |
| 2008 | 647427,0 | 999,1 | 264390,8 | 1210694,0 |
| 2009 | 655225,0 | 516,5 | 173375,2 | 1233539,0 |
| 2010 | 664711,0 | 666,7 | 180106,2 | 1266078,0 |
| 2011 | 647452,0 | 971,4 | 177961,3 | 1247505,0 |
| 2012 | 652735,0 | 1085,4 | 187001,1 | 1266071,0 |
| 2013 | 661617,0 | 1140,8 | 194893,4 | 1230734,0 |
| 2014 | 671976,0 | 1120,7 | 210401,2 | 1244096,0 |
| 2015 | 681436,0 | 615,1 | 211900,0 | 1281620,0 |
| 2016 | 691510,0 | 718,9 | 217700,0 | 1288769,0 |
| 2017 | 692119,0 | 849,1 | 221700,0 | 1347323,0 |
| 2018 | 695148,0 | 807,3 | 230500,0 | 1454375,0 |
| 2019 | 699893,0 | 929,5 | 232500,0 | 1466301,0 |
| 2020 | 705295,0 | 898,1 | 243000,0 | 1382626,0 |

Анализ полученных результатов по тенденции изменения показателей антропогенной нагрузки Шу-Таласских водохозяйственных бассейнов показали (таблица 17 и рисунок 31-38), что их количественные значения в бассейнах рек Асса-Талас и Шу в рамках Кыргызской Республики и Республики Казахстан резко отличаются и зависят от выполняющих экономических и социальных функций, связанных с заселенностью территории и хозяйственной деятельности, являющихся пространственным базисом природообустройства:

- в верховьях и среднем течении реки Шу, где расположены территории Чуйской области и Кочкорского района Нарынской области Кыргызской Республики, за рассматриваемый период 1997-2020 годы численность населения выросло до 445,234 тыс. человек, объем промышленной продукции до 2725109,0 млн. долларов, посевная площадь до 189,915 тыс. га и животноводство - до 74,016 тыс. условных голов, то есть за исследуемый период изменение численности населения составило 18555,0 человек/год, объема промышленной продукции 113546,2 млн. доллар/год, посевной площади 7913,1 га /год и животноводства 3084,0 условных голов в год за 24 года (рисунки 31-34);

- в среднем течении и в низовьях реки Шу, где расположены территории Кордайского, Шуского, Меркенского, Мойынкумского района, район Турар Рыскулова Жамбылской области и Созакского района Туркестанской области Республика Казахстан, за рассматриваемый период 1997-2020 годы численность населения выросла до 109,176 тыс. человек, объем промышленной продукции до 1334,092 млн. долларов, посевная площадь до 150,829 тыс. га и животноводство до 1390,764 тыс. условных голов, то есть за исследуемый период произошло изменение численности населения 4549,0 человек/год, объема промышленной продукции 55,587 млн. доллар/год, посевной площади 6284,5 га /год и животноводства 57948,0 условных голов в год за 24 года (рисунки 31-34);

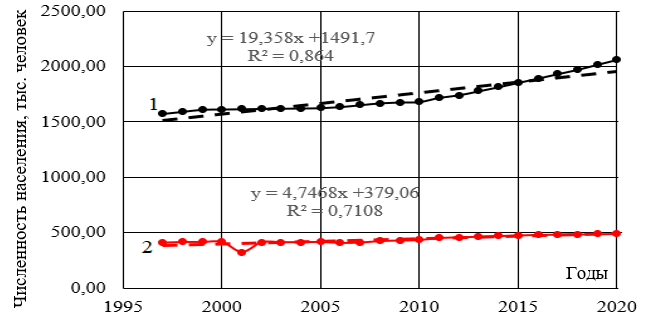


Рисунок 31– График изменения численности населения и линейный тренд водосбора бассейна реки Шу (1- Кыргызская Республика; 2- Жамбылская область Республика Казахстан) за 1997-2020 годы

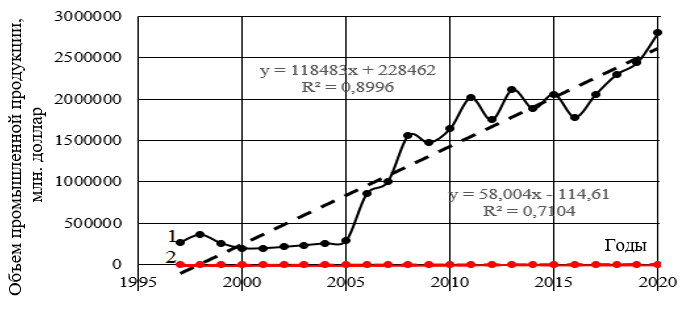


Рисунок 32– График изменения объема промышленной продукции и линейный тренд водосбора бассейна реки Шу (1- Кыргызская Республика; 2- Жамбылская область Республика Казахстан) за 1997-2020 годы

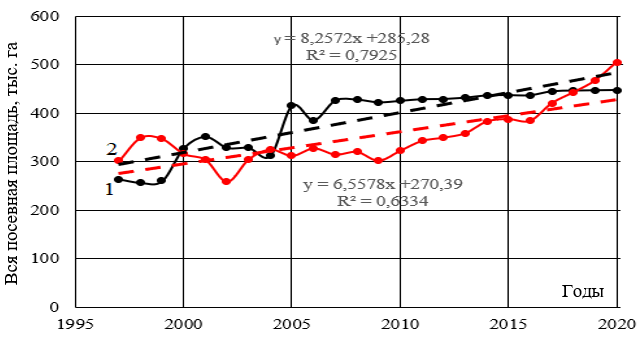


Рисунок 33– График изменения посевной площади и линейный тренд водосбора бассейна реки Шу (1- Кыргызская Республика; 2- Жамбылская область Республика Казахстан) за 1997-2020 годы

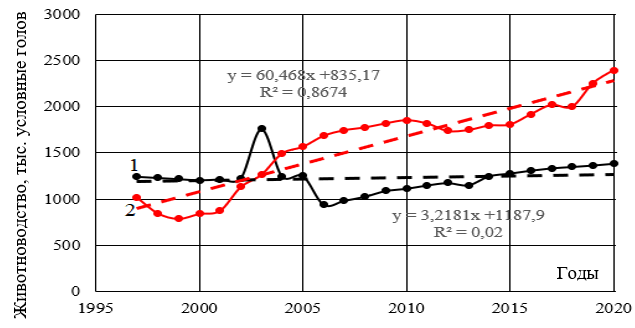


Рисунок 34– График изменения животноводства и линейный тренд водосбора бассейна реки Шу (1- Кыргызская Республика; 2- Жамбылская область Республика Казахстан) за 1997-2020 годы

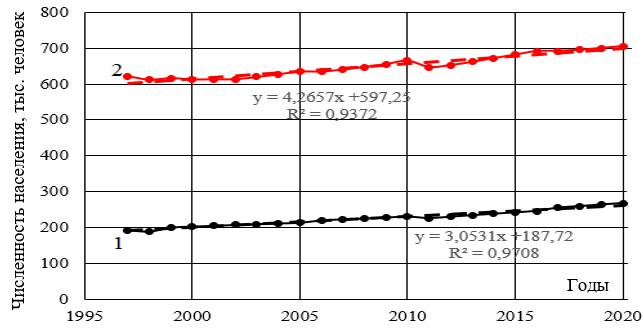


Рисунок 35– График изменения численности населения и линейный тренд водосбора бассейна рек Асса-Талас (1- Кыргызская Республика; 2- Жамбылская область Республика Казахстан) за 1997-2020 годы

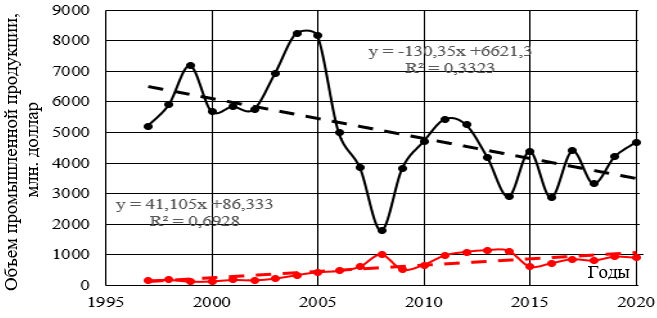


Рисунок 36– График изменения объема промышленной продукции и линейный тренд водосбора бассейна рек Асса-Талас (1- Кыргызская Республика; 2- Жамбылская область Республика Казахстан) за 1997-2020 годы

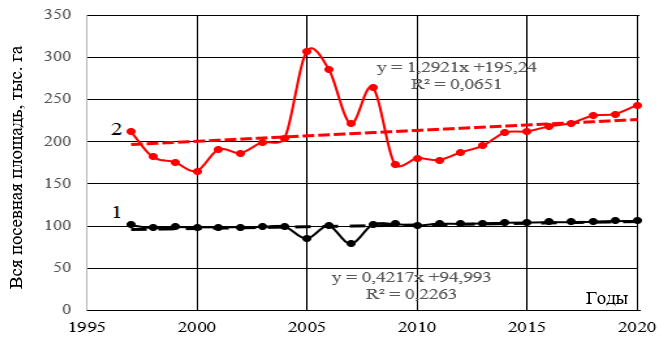


Рисунок 37– График изменения посевной площади и линейный тренд водосбора бассейна рек Асса-Талас (1- Кыргызская Республика; 2- Жамбылская область Республика Казахстан) за 1997-2020 годы

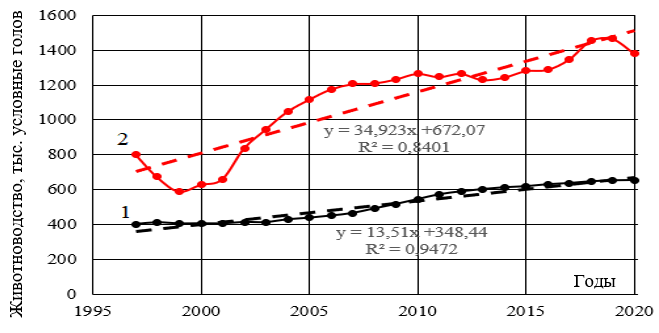


Рисунок 38– График изменения поголовья скота и линейный тренд водосбора бассейна реки Шу (1- Кыргызская Республика; 2- Жамбылская область Республика Казахстан) за 1997-2020 годы

- в верховьях и среднем течении рек Асса-Талас, где расположены административные районы Таласской области Кыргызской Республики, за рассматриваемый период 1997-2020 годы численность населения выросла до 70,221 тыс. человек, объем промышленной продукции уменьшился до 4024,25 млн. долларов, посевная площадь увеличилось до 9,699 тыс. га и животноводство до 281,012 тыс. условных голов, то есть за исследуемый период изменение численность населения составило 2926,0 человек/год, объема промышленной продукции 167,677 млн. доллар/год, посевной площади 404,0 га /год и животноводства 11709,0 условных голов год за 24 года (рисунки 35-38);

- в среднем течении и в низовьях рек Асса-Талас, где расположены территории Байзакского, Жамбылского, Жуалынского, Сарысуского и Таласского района Жамбылской области Республика Казахстан, за рассматриваемый период 1997-2020 годы численность населения выросла до 98,111 тыс. человек, объем промышленной продукции до 945,415 млн. долларов, посевная площадь до 29,718 тыс. га и животноводства до 803,229 тыс. условных голов, то есть за исследуемый период изменение численности населения составило 4088,0 человек/год, объема промышленной продукции 39,392 млн. доллар/год, посевной площади 1215,75 га /год и животноводства 33475,0 условных голов в год за 24 года (рисунки 35-38).

На основе статистического анализа тенденции изменений показателей антропогенной нагрузки Шу-Таласского водохозяйственного бассейна (рисунки 35-38), включающих численность населения (), объем промышленной продукции (), посевную площадь сельскохозяйственных культуры () и количество домашних животных () с использованием линейных трендов по программе Microsoft Excel получены системы линейных уравнений, характеризующих математическую модель антропогенной нагрузки бассейнов рек Асса-Талас и Шу, с достаточно высоким коэффициентом корреляции (таблица 18):

; ; ; ;

где – численность населения, тыс. человек; - объем промышленной продукции, млн. доллар; – посевная площадь сельскохозяйственных культур, тыс. га; - количество домашних животных, тыс. условных голов; - совместный период наблюдений, лет.

Таблица 18 – Регрессионная модель антропогенной нагрузки Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид антропогенной нагрузки | Уравнение регрессии | Коэффи-циент регрессии |
| Водосборные территории бассейна реки Шу | | |
| Кыргызская Республика (верховье и среднее течение) | | |
| Численность населения |  | 0,8640 |
| Промышленная продукция |  | 0,8996 |
| Вся посевная площадь |  | 0,7935 |
| Животноводство |  | 0,0200 |
| Республика Казахстан (среднее течение и низовье) | | |
| Численность населения |  | 0,7108 |
| Промышленная продукция |  | 0,7104 |
| Вся посевная площадь |  | 0,6334 |
| Животноводство |  | 0,8674 |
| Водосборные территории бассейна реки Асса-Талас | | |
| Кыргызская Республика (верховье и среднее течение) | | |
| Численность населения |  | 0,9708 |
| Промышленная продукция |  | 0,3323 |
| Вся посевная площадь |  | 0,0651 |
| Животноводство |  | 0,9472 |
| Республика Казахстан (среднее течение и низовье) | | |
| Численность населения |  | 0,9372 |
| Промышленная продукция |  | 0,6928 |
| Вся посевная площадь |  | 0,2263 |
| Животноводство |  | 0,8401 |

Выявленные тренды антропогенной нагрузки Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в разрезе бассейнов рек Асса-Талас и Шу в рамках территориальной организации природопользования Кыргызской Республики и Республики Казахстан показали, что достаточно высокий темп роста антропогенной нагрузки наблюдается на территории Кыргызской Республики.

При оценке уровня антропогенных нагрузок на речные бассейны, фактическая плотность населения (), посевная площадь сельскохозяйственных культур (), домашние животные () и объем производства (), определяется по следующему выражению [75, 48 c.]:

; ; ; ,

где – площадь административных районов, областей и водохозяйственных участков водосбора речных бассейнов; - площадь сельскохозяйственных угодий.

На основе созданной базы по антропогенной деятельности в Шу-Таласском водохозяйственном бассейне, характеризующей динамику численности населения, сельскохозяйственных угодий, животноводства и промышленности в разрезе бассейнов рек Асса-Талас и Шу в рамках территориальной организации природопользования Кыргызской Республики и Республики Казахстан, с использованием методологического подхода А.Г. Исаченко и методов оценки плотности демографической, сельскохозяйственной и промышленной составляющих Ж.С. Мустафаева [99], выполнены прогнозные расчеты с помощью электронной таблицы по программе Microsoft Excel (таблица 19).

Таблица 19 - Плотность антропогенной нагрузки водосбора рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Вид антропогенной нагрузки | | | | | | | | Сово-куп-ные антро-поген-ные нагр-узки, балл |
| Числен-ность населения, человек | | Промышлен-ность, млн. доллар | | Вся посевная площадь, га | | Животно-водство, условных голов | |
| чел  км2 | балл | тыс.  доллар км2 | балл | % | балл | услов-ных голов на 1 км2 | балл |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Бассейн реки Шу | | | | | | | | | |
| Кыргызская Республика (верховье и среднее течение) | | | | | | | | | |
| 1997 | 60,4 | 8 | 10304,7 | 8 | 14,7 | 5 | 47,7 | 8 | 8 |
| 1998 | 61,1 | 8 | 14006,2 | 8 | 14,3 | 5 | 47,2 | 8 | 8 |
| 1999 | 61,8 | 8 | 10026,2 | 8 | 14,5 | 5 | 46,7 | 8 | 8 |

Продолжение таблицы 19

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2000 | 61,9 | 8 | 7750,3 | 8 | 18,3 | 6 | 46,2 | 8 | 8 |
| 2001 | 62,0 | 8 | 7732,5 | 8 | 19,6 | 6 | 46,6 | 8 | 8 |
| 2002 | 62,1 | 8 | 8356,1 | 8 | 18,3 | 6 | 47,0 | 8 | 8 |
| 2003 | 62,2 | 8 | 9121,0 | 8 | 18,3 | 6 | 97,9 | 8 | 8 |
| 2004 | 62,3 | 8 | 10020,7 | 8 | 17,4 | 6 | 47,7 | 8 | 8 |
| 2005 | 62,4 | 8 | 11122,6 | 8 | 23,1 | 6 | 48,1 | 8 | 8 |
| 2006 | 62,8 | 8 | 32956,4 | 8 | 21,4 | 6 | 36,0 | 8 | 8 |
| 2007 | 63,4 | 8 | 38411,3 | 8 | 23,7 | 6 | 37,7 | 8 | 8 |
| 2008 | 64,1 | 8 | 59921,3 | 8 | 23,8 | 6 | 39,4 | 8 | 8 |
| 2009 | 64,4 | 8 | 56599,0 | 8 | 23,5 | 6 | 41,7 | 8 | 8 |
| 2010 | 64,5 | 8 | 63045,3 | 8 | 23,7 | 6 | 42,7 | 8 | 8 |
| 2011 | 66,0 | 8 | 77434,4 | 8 | 23,9 | 6 | 44,0 | 8 | 8 |
| 2012 | 66,8 | 8 | 67092,7 | 8 | 23,9 | 6 | 45,0 | 8 | 8 |
| 2013 | 68,2 | 8 | 81162,0 | 8 | 24,0 | 6 | 44,1 | 8 | 8 |
| 2014 | 69,6 | 8 | 72348,6 | 8 | 24,3 | 6 | 47,9 | 8 | 8 |
| 2015 | 71,1 | 8 | 79086,3 | 8 | 24,3 | 6 | 49,0 | 8 | 8 |
| 2016 | 72,6 | 8 | 68418,2 | 8 | 24,3 | 6 | 50,2 | 8 | 8 |
| 2017 | 74,2 | 8 | 78965,0 | 8 | 24,8 | 6 | 51,2 | 8 | 8 |
| 2018 | 75,7 | 8 | 88141,7 | 8 | 24,8 | 6 | 51,8 | 8 | 8 |
| 2019 | 77,4 | 8 | 93721,4 | 8 | 24,9 | 6 | 52,4 | 8 | 8 |
| 2020 | 79,1 | 8 | 107464,5 | 8 | 24,9 | 6 | 53,1 | 8 | 8 |
| Республика Казахстан (среднее течение и низовье) | | | | | | | | | |
| 1997 | 3,2 | 4 | 0,65 | 3 | 7,6 | 5 | 7,8 | 7 | 5 |
| 1998 | 3,2 | 4 | 0,57 | 3 | 8,9 | 5 | 6,5 | 7 | 5 |
| 1999 | 3,2 | 4 | 0,42 | 3 | 8,8 | 5 | 6,1 | 7 | 5 |
| 2000 | 3,2 | 4 | 0,61 | 3 | 8,0 | 5 | 6,5 | 7 | 5 |
| 2001 | 2,5 | 4 | 3,04 | 3 | 7,7 | 5 | 6,7 | 7 | 5 |
| 2002 | 3,2 | 4 | 0,66 | 3 | 6,6 | 5 | 8,7 | 7 | 5 |
| 2003 | 3,2 | 4 | 0,73 | 3 | 7,7 | 5 | 9,7 | 7 | 5 |
| 2004 | 3,2 | 4 | 1,61 | 3 | 8,2 | 5 | 11,5 | 7 | 5 |
| 2005 | 3,2 | 4 | 1,29 | 3 | 7,9 | 5 | 12,0 | 8 | 5 |
| 2006 | 3,1 | 4 | 1,93 | 3 | 8,3 | 5 | 12,9 | 8 | 5 |
| 2007 | 3,2 | 4 | 2,18 | 3 | 8,0 | 5 | 13,4 | 8 | 5 |
| 2008 | 3,3 | 4 | 3,36 | 3 | 8,1 | 5 | 13,6 | 8 | 5 |
| 2009 | 3,3 | 4 | 4,36 | 4 | 7,7 | 5 | 14,0 | 8 | 5 |
| 2010 | 3,3 | 4 | 5,35 | 4 | 8,2 | 5 | 14,2 | 8 | 5 |
| 2011 | 3,5 | 4 | 7,32 | 4 | 8,7 | 5 | 14,0 | 8 | 5 |
| 2012 | 3,5 | 4 | 10,72 | 4 | 8,9 | 5 | 13,3 | 8 | 5 |
| 2013 | 3,6 | 4 | 11,82 | 4 | 9,1 | 5 | 13,4 | 8 | 5 |
| 2014 | 3,6 | 4 | 10,76 | 4 | 9,7 | 5 | 13,8 | 8 | 5 |
| 2015 | 3,7 | 4 | 6,67 | 4 | 9,8 | 5 | 13,9 | 8 | 5 |

Продолжение таблицы 19

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2016 | 3,7 | 4 | 7,82 | 4 | 9,7 | 5 | 14,7 | 8 | 5 |
| 2017 | 3,7 | 4 | 8,03 | 4 | 10,6 | 5 | 15,5 | 8 | 5 |
| 2018 | 3,7 | 4 | 6,80 | 4 | 11,2 | 5 | 15,4 | 8 | 5 |
| 2019 | 3,8 | 4 | 7,97 | 4 | 11,8 | 5 | 17,3 | 8 | 5 |
| 2020 | 3,8 | 4 | 7,87 | 4 | 12,8 | 5 | 18,4 | 8 | 5 |
| Бассейн рек Асса-Талас | | | | | | | | | |
| Кыргызская Республика (верховье и среднее течение) | | | | | | | | | |
| 1997 | 16,9 | 6 | 4567,7 | 8 | 12,4 | 5 | 35,3 | 8 | 7 |
| 1998 | 16,6 | 6 | 518,4 | 8 | 12,0 | 5 | 36,2 | 8 | 7 |
| 1999 | 17,6 | 6 | 630,7 | 8 | 12,1 | 5 | 35,6 | 8 | 7 |
| 2000 | 17,8 | 6 | 500,0 | 8 | 12,1 | 5 | 35,7 | 8 | 7 |
| 2001 | 18,0 | 6 | 512,6 | 8 | 12,1 | 5 | 35,6 | 8 | 7 |
| 2002 | 18,2 | 6 | 504,4 | 8 | 12,1 | 5 | 36,3 | 8 | 7 |
| 2003 | 18,4 | 6 | 607,9 | 8 | 12,2 | 5 | 36,2 | 8 | 7 |
| 2004 | 18,6 | 6 | 723,0 | 8 | 12,2 | 5 | 37,7 | 8 | 7 |
| 2005 | 18,7 | 6 | 715,7 | 8 | 10,4 | 5 | 38,5 | 8 | 7 |
| 2006 | 19,3 | 6 | 439,1 | 8 | 12,3 | 5 | 39,5 | 8 | 7 |
| 2007 | 19,5 | 6 | 338,3 | 8 | 9,7 | 5 | 40,8 | 8 | 7 |
| 2008 | 19,7 | 6 | 157,0 | 8 | 12,5 | 5 | 43,1 | 8 | 7 |
| 2009 | 20,0 | 6 | 336,8 | 8 | 12,6 | 5 | 45,3 | 8 | 7 |
| 2010 | 20,2 | 6 | 413,1 | 8 | 12,3 | 5 | 47,8 | 8 | 7 |
| 2011 | 19,9 | 6 | 477,1 | 8 | 12,6 | 5 | 50,2 | 8 | 7 |
| 2012 | 20,2 | 6 | 461,0 | 8 | 12,6 | 5 | 51,7 | 8 | 7 |
| 2013 | 20,6 | 6 | 367,9 | 8 | 12,7 | 5 | 52,9 | 8 | 7 |
| 2014 | 20,9 | 6 | 254,5 | 8 | 12,8 | 5 | 53,8 | 8 | 7 |
| 2015 | 21,2 | 6 | 385,0 | 8 | 12,8 | 5 | 54,3 | 8 | 7 |
| 2016 | 21,6 | 6 | 251,6 | 8 | 12,9 | 5 | 55,3 | 8 | 7 |
| 2017 | 22,4 | 6 | 385,8 | 8 | 12,9 | 5 | 55,9 | 8 | 7 |
| 2018 | 22,7 | 6 | 292,1 | 8 | 12,9 | 5 | 56,8 | 8 | 7 |
| 2019 | 23,1 | 6 | 369,3 | 8 | 13,0 | 5 | 57,3 | 8 | 7 |
| 2020 | 23,5 | 6 | 411,0 | 8 | 13,0 | 5 | 57,4 | 8 | 7 |
| Республика Казахстан (среднее течение и низовье) | | | | | | | | | |
| 1997 | 19,9 | 6 | 5,4 | 4 | 82,8 | 8 | 25,7 | 8 | 6 |
| 1998 | 19,6 | 6 | 6,1 | 4 | 70,9 | 8 | 21,5 | 8 | 6 |
| 1999 | 19,7 | 6 | 4,3 | 4 | 68,4 | 8 | 18,9 | 8 | 6 |
| 2000 | 19,6 | 6 | 4,5 | 4 | 64,3 | 8 | 20,1 | 8 | 6 |
| 2001 | 19,6 | 6 | 6,0 | 4 | 74,2 | 8 | 21,1 | 8 | 6 |
| 2002 | 19,6 | 6 | 5,6 | 4 | 72,6 | 8 | 26,7 | 8 | 6 |
| 2003 | 19,8 | 6 | 7,3 | 4 | 77,7 | 8 | 30,2 | 8 | 6 |
| 2004 | 20,0 | 6 | 10,8 | 4 | 79,4 | 8 | 33,5 | 8 | 6 |
| 2005 | 20,3 | 6 | 13,9 | 4 | 119,6 | 8 | 35,7 | 8 | 6 |

Продолжение таблицы 19

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2006 | 20,3 | 6 | 15,1 | 4 | 111,5 | 8 | 37,6 | 8 | 6 |
| 2007 | 20,5 | 6 | 19,5 | 4 | 86,2 | 8 | 38,6 | 8 | 6 |
| 2008 | 20,7 | 6 | 31,9 | 4 | 103,1 | 8 | 38,7 | 8 | 6 |
| 2009 | 20,9 | 6 | 16,5 | 4 | 67,6 | 8 | 39,4 | 8 | 6 |
| 2010 | 21,2 | 6 | 21,3 | 4 | 70,2 | 8 | 40,4 | 8 | 6 |
| 2011 | 20,7 | 6 | 31,0 | 4 | 69,4 | 8 | 39,9 | 8 | 6 |
| 2012 | 20,9 | 6 | 34,7 | 4 | 72,9 | 8 | 40,4 | 8 | 6 |
| 2013 | 21,1 | 6 | 36,4 | 4 | 76,0 | 8 | 39,3 | 8 | 6 |
| 2014 | 21,5 | 6 | 35,8 | 4 | 82,0 | 8 | 39,7 | 8 | 6 |
| 2015 | 21,8 | 6 | 19,7 | 4 | 82,6 | 8 | 40,9 | 8 | 6 |
| 2016 | 22,1 | 6 | 23,0 | 4 | 84,9 | 8 | 41,2 | 8 | 6 |
| 2017 | 22,1 | 6 | 27,1 | 4 | 86,4 | 8 | 43,0 | 8 | 6 |
| 2018 | 22,2 | 6 | 25,8 | 4 | 89,9 | 8 | 46,5 | 8 | 6 |
| 2019 | 22,4 | 6 | 29,7 | 4 | 90,7 | 8 | 46,8 | 8 | 6 |
| 2020 | 22,5 | 6 | 28,7 | 4 | 94,8 | 8 | 44,2 | 8 | 6 |

Анализ полученных результатов хозяйственного использования природно-ресурсного потенциала Шу-Таласского водохозяйственного бассейна по административно-территориальному образованию (таблица 19) позволил выделить четыре типа природопользования:

- *преобладание горнодобывающих отраслей на фоне развитого сельскохозяйственного производства и переработка сельскохозяйственной продукции* сосредоточено в верховье и среднем течении реки Шу на территориях Чуйской области и Кочкорского района Нарынской области Кыргызской Республики, расположенных в горной и предгорной зонах с благоприятными природно-климатическими условиями для развития животноводства и растениеводства с высоким коэффициентом естественной увлажненности сельскохозяйственных угодий;

*- сельскохозяйственное производство на фоне газо – и горнодобывающих комплексов и переработкой сельскохозяйственных продукции сосредоточено* в среднем течении и в низовьях реки Шу на территориях Кордайского, Шуского, Мойынкумского, Меркенского района, района Турар Рыскулова Жамбылской области и Созакского района Туркестанской области Республика Казахстан, расположенных в предгорных равнинных и южных пустынных зонах с высокими энергетическими ресурсами и низкой естественной увлажненностью сельскохозяйственных угодий;

- *сельскохозяйственное производство с переработкой сельскохозяйственной продукции на фоне горнодобывающих комплексов*, характерны Бакай-Атинскому, Кара-Бууринскому, Манасскому и Таласскому районам Таласской области Кыргызской Республики, расположенных в горной и предгорной зонах бассейна рек Асса-Талас с благоприятными природно-климатическими условиями для развития животноводства и растениеводства с высоким коэффициентом естественной увлажненности сельскохозяйственных угодий;

*- преобладание химической промышленности с горнодобывающими отраслями на фоне развитого сельскохозяйственного производства* сосредоточенно в среднем течениии низовьях бассейнов рек Асса-Талас на территориях Байзакского, Жамбылского, Жуалынского, Таласского и Сарысуского района Жамбылской области Республики Казахстан, расположенных в предгорных равнинных и южных пустынных зонах с высокими энергетическими ресурсами и низкой естественной увлажненностью сельскохозяйственных угодий.

По уровню совокупной антропогенной нагрузки на территорию Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в разрезе административных районов Чуйской и Нарынской области Кыргызской Республики и Жамбылской, Туркестанской областей Республики Казахстан выделены четыре групп интенсивности – от средней (5 баллов) до очень высокой (8 баллов).

Очень высокая антропогенная нагрузка (8 баллов) наблюдается в верховьях и среднем течении реки Шу на территориях Чуйской области и Кочкорского района Нарынской области Кыргызской Республики, где за рассматриваемый период 1997-2020 годы плотность населения возросла от 60,4 до 79,1 чел./км2 (8 баллов), промышленное производство увеличилось от 7750,3 до 107464,5 тыс. доллар/км2 (8 балллв), посевная площадь сельскохозяйственных культур выросла от 14,3 до 24,9 % (5 баллов) и животноводство увеличилось от 36,0 до 97,9 условных голов/км2 (8 баллов).

Высокая антропогенная нагрузка (7 баллов) наблюдается в верховьях и среднем течениирек Асса-Талас на территориях Таласской области Кыргызской Республики, где за 1997-2020 годы плотность населения увеличилась от 16,9 до 23,5 чел./км2 (6 баллов), промышленное производство выросло от 500,0 до 4567,7 тыс. доллар/км2 (8 баллов), посевная площадь сельскохозяйственных культур выросла от 12,0 до 13,0 % (5 баллов) и животноводство увеличилось от 35,3 до 57,4 условных голов/км2 (8 баллов).

Повышенная антропогенная нагрузка (6 баллов) наблюдается в среднем течениии и низовьях рек Асса-Талас на территориях Байзакского, Жамбылского, Жуалынского, Таласского и Сарысуского районов Жамбылской области Республики Казахстан, где за рассматриваемый период 1997-2020 годы плотность населения выросла от 19,6 до 22,5 чел./км2 (6 баллов), промышленное производство увеличилось от 4,3 до 28,5 тыс. доллар/км2 (4 балла), посевная площадь сельскохозяйственных культур - от 64,3 до 119,6 % (8 баллов) и животноводство – от 18,9 до 46,5 условных голов/км2 (8 баллов).

Средняя антропогенная нагрузка (5 баллов) наблюдается в среднем течении и в низовьях реки Шу на территориях Кордайского, Шуского, Мойынкумского, Меркенского районов, района Турар Рыскулова Жамбылской области и Созакского района Туркестанской области Республика Казахстан, где в 1997-2020 годы плотность населения изменялась от 3,2 до 3,8 чел./км2 (4 балла), промышленное производство - от 0,42 до 11,82 тыс. доллар/км2 (3-4 балла), посевная площадь сельскохозяйственных культур - от 6,6 до 12,8 % (5 баллов) и животноводство – от 6,1 до 18,4 условных голов/км2 (7-8 баллов).

Результаты зонирования территории Шу-Таласского ВХБ показали (рисунок 39), что за рассматриваемый период 1997-2020 годы в верховье и среднем течении реки Шу на территориях Чуйской области и Кочкорского района Нарынской области Кыргызской Республики имеет место очень высокая степень антропогенной нагрузки (8 баллов), в среднем течении и в низовьях реки Шу на территориях Кордайского, Шуского, Мойынкумского, Меркенского района, района Турар Рыскулова Жамбылской области и Созакского района Туркестанской области Республики Казахстан - средняя степень антропогенной нагрузки (5 баллов), в верховьях и среднем течениирек Асса-Талас на территории Таласской области Кыргызской Республики - высокая степень антропогенной нагрузки (7 баллов), в среднем течении и в низовьях бассейна рек Асса-Талас на территориях Байзакского, Жамбылского, Жуалынского, Таласского и Сарысуского района Жамбылской области Республики Казахстан - повышенная степень антропогенной нагрузки (6 баллов).



Рисунок 39– Зонирование (ранжирование) территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна: 1 – верхнее и среднее течение реки Шу (Кыргызская Республика); 2- среднее течение и низовье реки Шу (Республика Казахстан); 3- верхнее и среднее течение рек Асса-Талас (Кыргызская Республика); 4 - среднее течение и низовье рек Асса-Талас (Республика Казахстан)

Изучение геоэкологического статуса водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в пространственно-временном масштабе с использованием различных методов оценки качества поверхностных вод для бассейна рек Асса-Талас и Шу проводилась под руководством М.Ж. Бурлибаева [99], Ж. С. Мустафаева [100], по их оценкам рассматриваемый период, 1997-2020 годы, соответствует классу от «очень чистой» до «загрязненной», формирующейся под влиянием естественных гидрохимических процессов и антропогенной деятельности человека, что необходимо учитывать при разработке системы управления водными ресурсами.

Полученная информация по современному состоянию и формированию антропогенной нагрузки на водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна может быть использованы для разработки соответствующих рекомендаций разумного, равноправного и справедливого использования природно-ресурсного потенциала и охране трансграничных вод для упреждающего наступления возможных негативных изменений в условиях водопользования в отраслях экономики Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

**3.3 Оценка эффективности использования водных ресурсов Шу-Таласского водохозяйственного бассейна**

Под эгидой ЮНЕСКО была создана Программа оценки водных ресурсов (UN-Water), призванная оказать научно-методическую поддержку в области водных отношений и водной политики, где отмечается, что вода имеет решающее значение для безопасной жизнедеятельности людей и выполняющее важные средообразующие или экологические функции.

Для оценки эффективности использования водных ресурсов трансграничных речных бассейнов в международной статистике Глобальной водной информационной системы Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (Aquastat FAO) [101], рекомендуется использовать оценочные интегральные показатели, как водоемкость в сельском хозяйстве (м3/доллар) или водоемкость в промышленности (м3 /доллар).

В последние годы в мировой практике используют в качестве интегрального показателя водоемкости валовый региональный продукт (), отношение потребления воды для хозяйственной деятельности () к валовому региональному продукту ():

.

Водоемкость валового регионального продукта как интегрального экономического показателя, является обобщенной характеристикой, отражающая в своей динамике всю совокупность изменений не только эффективности использования водных ресурсов, но и эффективности использования производственных ресурсов, имеет размерность м3/доллар, тыс. м3/тыс. доллар и млн. м3/млн. доллар [102; 103; 104; 105].

При оценке водоемкости валового регионального продукта в условиях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, объектом исследования выступили верхние и среднее течение реки Шу, включающие территорию Чуйской области и Кочкорского района Нарынской области Кыргызской Республики и среднее течение и низовье реки Шу, где расположены территории Кордайского, Шуского, Меркенского, Мойынкумского района, район Турар Рыскулова Жамбылской области и Созакского района Туркестанской области Республика Казахстан. В верхнем и среднем течении рек Асса-Талас рассматривались административные районы Таласской области Кыргызской Республики и в среднем течении и в низовьях рек Асса-Талас территории Байзакского, Жамбылского, Жуалынского, Таласского и Сарысуского района Жамбылской области Республики Казахстан.

Организация статистики использования водных ресурсов и валового регионального продукта Шу – Таласского ВХБ базируется на «Статистическом ежегоднике Кыргызской Республики», «Основных социально-экономических показателях районов и Тараз» и «Динамике основных показателей социально-экономического развития районов (городов) Туркестанской области».

Водопотребление и валовый региональный продукт в отраслях экономики Кыргызской Республики и Республики Казахстан за рассматриваемый период 1997-2020 годы изменяются по своим законом: как по направленности изменения (роста или снижения), так и темпам развития промышленности, сельского хозяйства и народонаселения (таблица 20).

Таблица 20 – Показатели эффективности использования водных ресурсов на водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Годы | Бассейн реки Шу | | | | | |
| верхнее и среднее течение (Кыргызская Республика) | | | среднее течение и низовье (Республика Казахстан) | | |
| , млн. м3 | млн. доллар | ,  м3/доллар | , млн. м3 | млн. доллар | ,  м3/доллар |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1997 | 589,38 | 1035,7 | 0,569 | 1919,8 | 177,3 | 10,828 |
| 1998 | 872,63 | 1350,5 | 0,646 | 1708,3 | 155,7 | 10,972 |
| 1999 | 978,5 | 942,0 | 1,039 | 1681,8 | 101,5 | 16,569 |
| 2000 | 992,3 | 715,3 | 1,387 | 1795,0 | 122,9 | 14,605 |
| 2001 | 917,23 | 769,9 | 1,191 | 1572,6 | 142,5 | 11,036 |
| 2002 | 879,54 | 811,5 | 1,084 | 1572,6 | 164,7 | 9,548 |
| 2003 | 1272,32 | 944,4 | 1,347 | 1301,0 | 203,3 | 6,399 |

Продолжение таблицы 20

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2004 | 551,06 | 1058,0 | 0,521 | 1753,2 | 266,8 | 6,571 |
| 2005 | 585,06 | 1241,6 | 0,471 | 1700,0 | 261,9 | 6,491 |
| 2006 | 740,42 | 1409,6 | 0,525 | 1704,4 | 280,2 | 6,083 |
| 2007 | 893,2 | 1935,9 | 0,461 | 2007,7 | 348,9 | 5,754 |
| 2008 | 875,54 | 2731,2 | 0,321 | 1524,1 | 393,3 | 3,875 |
| 2009 | 843,24 | 2631,0 | 0,321 | 1661,6 | 423,9 | 3,920 |
| 2010 | 738,65 | 2453,5 | 0,301 | 1587,4 | 465,7 | 3,409 |
| 2011 | 718,37 | 3083,6 | 0,233 | 1244,1 | 597,2 | 2,083 |
| 2012 | 657,89 | 3454,9 | 0,190 | 618,9 | 547,4 | 1,131 |
| 2013 | 599,74 | 3883,7 | 0,154 | 1445,2 | 941,0 | 1,536 |
| 2014 | 699,54 | 3895,1 | 0,180 | 1240,2 | 955,2 | 1,298 |
| 2015 | 854,3 | 4511,2 | 0,189 | 1076,9 | 535,0 | 2,013 |
| 2016 | 1051,34 | 3735,1 | 0,281 | 1304,1 | 612,4 | 2,129 |
| 2017 | 1361,76 | 4183,4 | 0,326 | 1576,1 | 754,0 | 2,090 |
| 2018 | 1392,16 | 4510,4 | 0,309 | 1583,8 | 691,9 | 2,289 |
| 2019 | 1402,44 | 4772,9 | 0,294 | 1639,5 | 797,4 | 2,056 |
| 2020 | 1411,52 | 4518,8 | 0,312 | 1644,0 | 855,7 | 1,921 |
| Годы | Бассейн рек Асса-Талас | | | | | |
| верхнее и среднее течение (Кыргызская Республика) | | | среднее течение и низовье (Республика Казахстан) | | |
| , млн. м3 | млн. доллар | ,  м3/доллар | , млн. м3 | млн. доллар | ,  м3/доллар |
| 1997 | 2097,1 | 81,8 | 25,637 | 1195,2 | 278,6 | 4,290 |
| 1998 | 2677,4 | 106,6 | 25,116 | 1364,6 | 268,3 | 5,086 |
| 1999 | 2740,5 | 74,4 | 36,835 | 1423,9 | 167,8 | 8,486 |
| 2000 | 2718,4 | 56,5 | 48,113 | 1196,8 | 193,8 | 6,175 |
| 2001 | 2163,4 | 60,8 | 35,582 | 866,3 | 240,7 | 3,599 |
| 2002 | 3443,7 | 64,1 | 53,724 | 2040,4 | 276,6 | 7,377 |
| 2003 | 2857,2 | 74,6 | 38,300 | 1500,2 | 360,6 | 4,160 |
| 2004 | 3238,7 | 89,6 | 36,146 | 1695,4 | 511,8 | 3,313 |
| 2005 | 2551,3 | 111,2 | 22,943 | 2014,5 | 609,4 | 3,306 |
| 2006 | 1923,7 | 127,2 | 15,123 | 877,6 | 682,2 | 1,286 |
| 2007 | 2551,3 | 152,2 | 16,763 | 1215,1 | 878,9 | 1,383 |
| 2008 | 2141,3 | 237,2 | 9,027 | 1008,2 | 1328,1 | 0,759 |
| 2009 | 1759,7 | 151,2 | 11,638 | 1105,3 | 817,1 | 1,353 |
| 2010 | 3387,0 | 164,4 | 20,602 | 1517,5 | 945,4 | 1,605 |
| 2011 | 1229,9 | 190,9 | 6,443 | 1378,4 | 1322,1 | 1,043 |
| 2012 | 914,5 | 141,1 | 6,481 | 1108,8 | 1453,5 | 0,763 |
| 2013 | 942,9 | 232,1 | 4,062 | 780,8 | 1613,6 | 0,484 |

Продолжение таблицы 20

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2014 | 785,2 | 249,7 | 3,145 | 960,0 | 1613,3 | 0,595 |
| 2015 | 1031,2 | 281,8 | 3,659 | 638,9 | 884,4 | 0,722 |
| 2016 | 1434,9 | 211,8 | 6,775 | 660,7 | 998,3 | 0,662 |
| 2017 | 1302,4 | 230,8 | 5,643 | 998,1 | 1153,6 | 0,865 |
| 2018 | 1072,2 | 213,0 | 5,034 | 697,6 | 1090,3 | 0,640 |
| 2019 | 1078,5 | 236,8 | 4,554 | 663,5 | 1277,5 | 0,519 |
| 2020 | 873,5 | 248,9 | 3,509 | 669,2 | 1280,3 | 0,523 |

Анализ и оценка современного состояния и эффективности использования водных ресурсов Шу-Таласского водохозяйственного бассейна показывает, что она достаточно полно отражает диапазон колебания показателя водоемкости валового регионального продукта (рисунки 40-41):

- в верховье и среднем течении реки Шу, где расположены территории Чуйской области и Кочкорского района Нарынской области Кыргызской Республики, за рассматриваемый период 1997-2020 годы показатель водоемкости валового регионального продукта колеблется от 0,154 до 1,387 м3/доллар, что показывает достаточно высокую эффективность использования водных ресурсов водохозяйственного участка, что связано с использованием подземных вод для промышленного и коммунально-бытового водоснабжения;

- в среднем течении и в низовьях реки Шу, где расположены территории Кордайского, Шуского, Меркенского, Мойынкумского района, район Турар Рыскулова Жамбылской области и Созакского района Туркестанской области Республика Казахстан, за рассматриваемый период 1997-2020 годы показатель водоемкости валового регионального продукта колеблется от 1,131 до 16,569 м3/доллар, что показывает низкую эффективность использования водных ресурсов водохозяйственного участка, что связано с серьезным дефицитом речной воды;

- в верховьях и среднем течении рек Асса-Талас, где расположены административные районы Таласской области Кыргызской Республики, за рассматриваемый период 1997-2020 годы показатель водоемкости валового регионального продукта колеблется от 3,145 до 53,724 м3/доллар, что показывает достаточно низкую эффективность использования водных ресурсов водохозяйственного участка, что связано с низким уровнем экономического развития;

- в среднем течении и в низовьях рек Асса-Талас, где расположены Байзакский, Жамбылский, Жуалынский, Сарысуский и Таласский районы Жамбылской области Республика Казахстан, за рассматриваемый период 1997-2020 годы показатель водоемкости валового регионального продукта колеблется от 0,484 до 8,496 м3/доллар, что показывает достаточно высокую эффективность использования водных ресурсов водохозяйственного участка, что связано, прежде всего, с расположением их территории Жамбыл-Каратау-Жанатас химического комплекса.

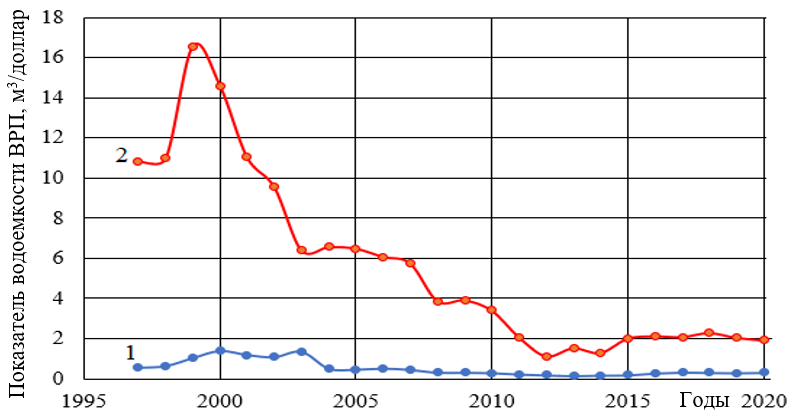


Рисунок 40 – Изменение водоемкости валового регионального продукта в бассейне реки Шу: 1- верхнее и среднее течение (Кыргызская Республика); 2- среднее течение и низовье (Республики Казахстан)

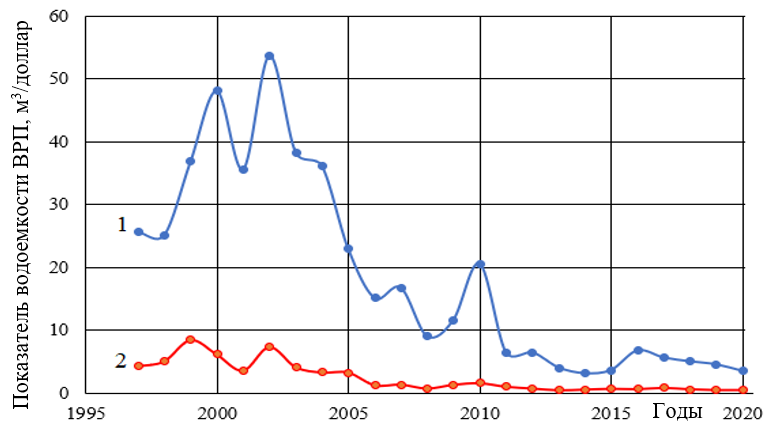


Рисунок 41– Изменение водоемкости валового регионального продукта в бассейне рек Асса-Талас: 1- верхнее и среднее течение (Кыргызская Республика); 2- среднее течение и низовье (Республики Казахстан)

Для корректного сопоставления показателя водоемкости валового регионального продукта Шу-Таласского водохозяйственного бассейна были проанализированы зависимости удельных показателей забора пресной воды на 1 тыс. доллар в 2007 году по 29 странам мира с различными экономическими и водохозяйственными показателями (таблица 21) [106].

Таблица 21– Водоемкость экономик мира (2007 год)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Страны | Забрано  пресной воды, км3 | Валовый региональный продукт (ВРП),  млрд. доллар | Водоемкость (забор пресной воды), м3/тыс. доллар |
| Норвегия | 2,48 | 253,2 | 9,8 |
| США | 482,2 | 14010,8 | 34,4 |
| Кувейт | 0,91 | 139,0 | 6,6 |
| Ирландия | 0,73 | 193,4 | 3,8 |
| Швейцария | 2,66 | 318,5 | 21,4 |
| Канада | 42,1 | 1267,9 | 33,2 |
| Австралия | 19,1 | 795,7 | 23,9 |
| Австрия | 3,81 | 305,8 | 12,5 |
| Англия | 12,07 | 1883,5 | 6,4 |
| Германия | 32,3 | 2853,2 | 11,3 |
| Япония | 83,4 | 4297,3 | 19,4 |
| Франция | 33,7 | 2071,8 | 16,3 |
| Израиль | 2,20 | 115,2 | 34,1 |
| Россия | 74,63 | 2115,6 | 35,3 |
| Мексика | 78,9 | 1493,0 | 52,8 |
| Турция | 45,0 | 938,7 | 47,9 |
| Беларусь | 1,62 | 99,7 | 16,2 |
| Казахстан | 22,8 | 158,9 | 143,6 |
| Азербайджан | 12,27 | 64,6 | 189,9 |
| Украина | 10,65 | 304,5 | 35,0 |
| Китай | 581,9 | 71119,4 | 81,7 |
| Армения | 3,01 | 16,2 | 185,9 |
| Ирак | 66,0 | 96,39 | 684,7 |
| Пакистан | 183,5 | 415,3 | 441,8 |
| Молдова | 0,89 | 9,2 | 96,2 |
| Индия | 761,0 | 2799,0 | 271,9 |
| Узбекистан | 60,0 | 65,9 | 910,5 |
| Кыргызстан | 8,53 | 9,95 | 857,3 |
| Таджикистан | 8,89 | 11,17 | 795,9 |

Водоемкость валового регионального продукта в рассматриваемых странах колеблется от 3,8 до 910,5 м3/тыс. долларов, то есть самый низкий показатель наблюдается в Ирландии и самый высокий - в Республике Узбекистан, что объясняется, прежде всего, структурой экономики (доли водоемких отраслей) и ее технологического уровня.

При этом в Шу-Таласском водохозяйственном бассейне к числу самых водозатратных относится среднее течение и низовья реки Шу на территории Казахстана (1,131-16,569 м3/доллар), а также верхнее и среднее течение рек Асса-Талас в Таласской области Кыргызской Республики (3,145-53,724 м3/доллар), где наблюдается высокая ресурсоемкость экономики.

Таким образом, в Шу-Таласском водохозяйственном бассейне, особенно в Казахстанской части, высокая водоемкость сельского хозяйства и промышленности предопределяют возникновение проблем, связанных с грядущим истощением водных ресурсов реки Шу в условиях глобального изменения климата, загрязнение окружающей среды и низкую эффективность сельского хозяйства необходимо учитывать при управлении водными ресурсами региона.

Выводы по третьей главе

1. Поиск приемлемых для организаций водопользования на водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна при управлении водными ресурсами трансграничных рек Асса-Талас и Шу требует соответствующего водохозяйственного анализа и информационного обеспечения, которые созданы на основе «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши …» Кыргызской Республики и Республики Казахстан и «Шу-Таласская бассейновая инспекция по регулированию использования и охраны водных ресурсов (отчет о деятельности)» Комитета по водным ресурсам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, многолетних статистических материалов «Сельское хозяйство Кыргызской Республики», «Промышленность Кыргызской Республики», «Демографический ежегодник Кыргызской Республики», «Сельское хозяйство Жамбылской области Республики Казахстан», «Промышленность Жамбылской области Республики Казахстан», «Демографический ежегодник Жамбылской области Республики Казахстан», «Сельское хозяйство Туркестанской области Республики Казахстан», «Промышленность Туркестанской области Республики Казахстан», «Демографический ежегодник Туркестанской области Республики Казахстан», которые включают водопользования в отраслях экономики, численность населения, все посевные площади сельскохозяйственных культур, поголовье скота и объем промышленного производства в период 1997-2020 годы, что характеризует высокой уровень достоверности и надежности располагаемых базы исследований.

2. Территориальная организация водопользования в целях управления водными ресурсами Шу-Таласского ВХБ выполнена на основе анализа использования водных ресурсов и оценки их изъятия (прямые нагрузки) и антропогенной нагрузки(косвенные и совокупные), включающих численность населения, сельскохозяйственные угодья, животноводство и промышленность в разрезе бассейнов рек Асса-Талас и Шу в рамках КР и РК, с использованием современных методов оценки показателей водопользования («водного стресса», удельной водообеспеченности населения, удельной водообеспеченности территории) и техногенных нагрузок природной системы в результате хозяйственной деятельности человека.

3. В основу оценки водообеспеченности Шу-Таласского водохозяйственного бассейна положены показатели: «водный стресс», удельная водообеспеченность населения и удельная водообеспеченность территории, базирующихся на ретроспективном анализе использования водных ресурсов и антропогенного воздействия на них, нашедшие отражение в особенностях территориальной структуры водопользования, уровня и характера социально-экономического развития, которые показали, что в среднем течении и в низовье водосбора бассейна рек Асса-Талас и Шу имеются вододефицитные проблемы, характеризующиеся количественным дефицитом водных ресурсов (подземные воды), то есть природные подземные воды не пригодны для питьевого водоснабжения.

4. Ограниченность водопользования Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, связанного с наличием водных ресурсов рек Асса-Талас и Шу, определяется не только природными характеристиками речного стока и его изменчивостью, но и величиной косвенной и совокупной антропогенной нагрузки, где концентрическое их распределение наблюдается в верхнем и среднем течениях водосбора бассейна реки Шу, на территориях Чуйской области и Кочкорского района Нарынской области Кыргызской Республики, которые оцениваются очень высокой степенью антропогенной нагрузки (8 баллов), а также в верхнем и среднем течениях рек Асса-Талас, на территориях Таласской области Кыргызской Республики, которые имеют высокую степень антропогенной нагрузки (7 баллов).

5. Для оценки экономического потенциала Шу-Таласского водохозяйственного бассейна использован показатель водоемкости валового регионального продукта, который указывают на высокую ресурсоемкость экономики в среднем течении и в низовьях реки Шу, а также в верхнем и среднем течении рек Асса-Талас, отражающую в своей динамике всю совокупность изменений эффективности производственных процессов в водной инфраструктуре Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

6. Анализ и оценка территориальной организации водопользования Шу-Таласского водохозяйственного бассейна свидетельствует о природообусловленности их функционирования с выраженной антропогенной деятельностью, которая выступает важным инструментом управления водными ресурсами на основе регулирования хозяйственной деятельности, реализация которых позволит создать условия устойчивого развития региона.

4 **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫМИ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА**

**4.1 Алгоритм обеспечения экологической безопасности при управлении водными ресурсами трансграничных речных бассейнов**

Экологическая безопасность территорий речных бассейнов, выполняющих важную средообразующую и экологическую функцию и являющихся пространственными базисами стокообразования, народонаселения и производственной деятельности, представляют собой социоприродную и научную реальность, являются объектом исследования разных наук (естественных, социальных, юридических, экологических, экономических), поскольку охватывает сложный комплекс взаимосвязей человека с окружающей природной средой [107].

Экологическая безопасность – категория социальная, присущая человеческому обществу, формируется в пределах общественных отношений, базирующихся принципов равноправного, разумного и справедливого использования водных ресурсов трансграничных рек, без ущемления права и благополучию населения сопредельных государств, характеризуется:

- во-первых, как вечная ценность человеческого общества, требующих обеспечения экологической безопасности среды обитания жизнедеятельности, в условия неконтролируемых и контролируемых воздействий природных и антропогенных процессов;

- во-вторых, экологической безопасности водосборных территории речных бассейнов, как единую экологическую систему с внутренней дифференциацией, обусловленную природными особенностями, базирующаяся законами природы, принципов природопользования и природообустройства.

При этом экологическая безопасность речных бассейнов рассматривается в двух аспектах:

- во-первых, как субъективная категория, где непрерывно развивается производственная деятельность человечества, экологическая безопасность обеспечивается путем регулятивного и охранительного методов;

- во-вторых, как объективно существующая система правового обеспечения экологической безопасности, регламентируется нормированием антропогенной деятельности, на основе геоэкологических ограничений, как факторы устойчивого развития с признанием равной важности водных ресурсов речных бассейнов в аспекте триады экологии (среды обитания человека), экономики (антропогенной деятельности) и социума (как важного условия безопасности жизнедеятельности).

На основе такого позиционного подхода о экологической безопасности водосборных территории речных бассейнов с использованием научно-прикладных результатов полученных при изучении «Влияние климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна», являющихся объектом неуправляемых природных процессов и «Территориальная организация водопользования в целях управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна», характеризующих регулируемые и контролируемые техногенные процессы, получено естественнонаучных представлений о современных системах управления трансграничными водными ресурсами, основанные на принципе обеспечивающих водную безопасность и устойчивое развитие.

Таком образом, равноправное, разумное и справедливое использование водных ресурсов трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, в первую очередь, предполагает достижение их экологической безопасности на основе разработки согласованной межгосударственной экономико-экологической политики, преследующей две взаимосвязанные цели:

- на основе изучение влияния климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим рек, являющихся объектом неуправляемых природных процессов, формирования принципов адаптивного управление водных ресурсов трансграничных речных бассейнов;

- на основе изучения территориальной организации водопользования, являющихся объектом регулируемой и контролируемой антропогенной деятельности, формирования идеологии техногенного управления водных ресурсов трансграничных речных бассейнов.

Эта двуединая цель управления водными ресурсами трансграничных речных бассейнов позволяет разработать схематический алгоритм обеспечения экологической безопасности трансграничных рек в виде модели, показаннной на рисунке 42.

Как видно из рисунка 42, блок «Оптимизация природопользования» предусматривает решение следующих задач:

- учет изменения климата в речных бассейнах;

- учет изменения гидрологического режима речных бассейнов;

- влияние климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим речных бассейнов;

- зонирование территории речных бассейнов;

- рационализация территориальной организации водопользования в речных бассейнах.

Блок «Оптимизация техногенного воздействия на территории водосбора речных бассейнов» предполагает решение следующих задач:

- оптимизация объема водопользования в речных бассейнах;

- оптимизация уровня антропогенных воздействий в речных бассейнах;

- экологическое нормирование водопользования;

- экологическое нормирование антропогенной деятельности.

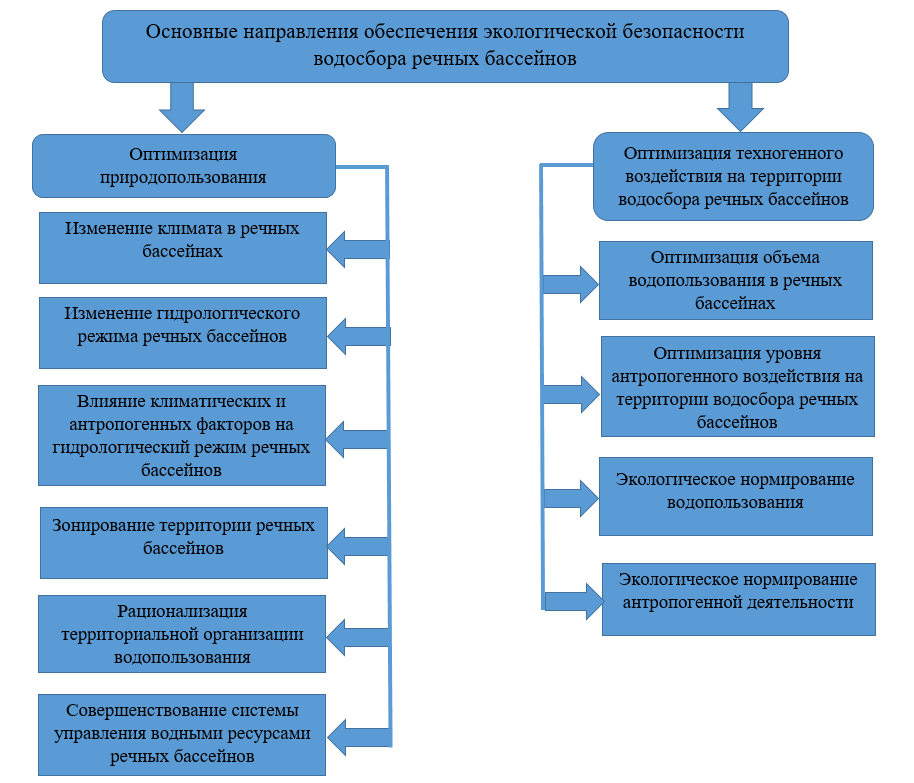


Рисунок 42 - Общая схема алгоритма обеспечения экологической безопасности водосбора трансграничных речных бассейнов

Целью бассейнового подхода исследований (блок 1) является географическое обоснование стратегии и тактики рационального использования водных ресурсов на основе экологических принципов [108]:

- учета внутрибассейновых взаимосвязей между компонентами экосистем речных бассейнов;

- нанесения наименьшего ущерба природной среде при осуществлении любой хозяйственной и иной деятельности на водосборных территориях речных бассейнов;

- бассейнового подхода с учетом последствий антропогенного вмешательства во всем бассейне стока.

Важным методологическим аспектом, который влияет на весь ход исследований, является выбор принципов определения границ анализируемой территории, являющейся объектом исследований и его дальнейшего районирования с учетом административных делений Кыргызской Республики и Республики Казахстан. Если выделение границ не вызывает сомнений, то при районировании самого бассейна могут быть использованы разные методологические подходы, которые зависят от целей исследования. Все они отвечают требованиям целостности территории, их однородности и иерархической организации. Районирование территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в целом отражает ее системную организацию и является основой для предложений по разработке политики устойчивого природопользования.

Схема территориально-организационного анализа водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна показана на рисунке 43.

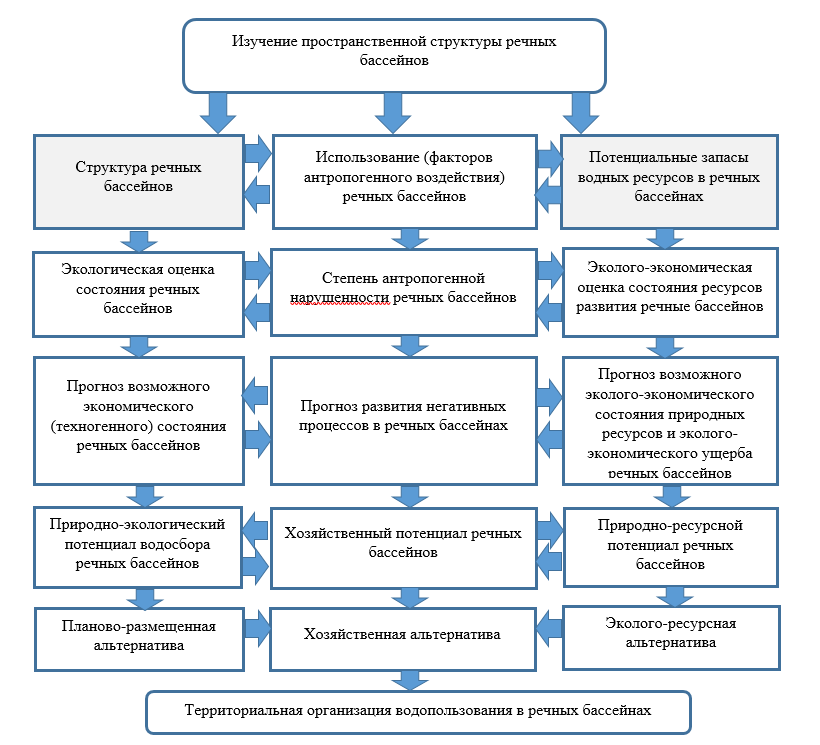


Рисунок 43 – Схема территориально-организационного анализа водопользования на водосборах трансграничных речных бассейнов

При этом, проблема экологических ограничений и нормирования антропогенных нагрузок на трансграничных речных бассейнах в целом должна решаться на основе водохозяйственных оценок, базирующихся на линейные нагрузки, включающих изъятие воды из речных бассейнов и линейно-площадные нагрузки, состоящие из населения, объема промышленности, площади сельскохозяйственных угодий и совокупной численности животноводства.

Поэтому, в предполагаемом подходе к зонированию территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна рассматриваются как парагенетическая система, так и одновременно определенный тип ландшафтно-гидрологических систем - опирается на разработанную и апробированную многопараметрическую модель водосбора речных бассейнов.

При этом, блок анализа имеющейся информации и синтеза новых знаний

«Влияние климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна», являющийся объектом неконтролируемых природных процессов и «Территориальная организация водопользования в целях управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна», характеризующий регулируемые и контролируемые техногенные процессы, позволила разработать прикладную модель для оценки потенциала природных и антропогенных нагрузок в бассейне трансграничных рек, что стало основой совершенствования естественно-научных представлений о современных эколого-экономических механизмах управление водными ресурсами трансграничных рек.

В ее основе лежит методология DPSIR –анализа: «*D*–*Drivingforce*- движущих сил, *P– Prtssure*–давления, *S – State*-состояния, *I– Impact*- влияния воздействия, *R – Response*- ответственности» [109; 110], разработанная Европейским экологическим агентством и адаптированная к условиям Шу-Таласского водохозяйственного бассейна (рисунок 44).

Основной методологический подход, применяемый для принятия решений, заключается в определении ключевых данных (индикаторов) для различных секторов (экономика, экология, социальная сфера) [36, 62 c.]:

«*D*–*Drivingforce* - движущие силы трансграничных рек формируются на основе многолетних информационно-аналитических материалов, характеризующих климатические и гидрологические, а также демографические показатели, объем промышленности, площадь сельскохозяйственных угодий и совокупная численность поголовья скота.

*P– Prtssure* –давление, как функции пространственного базиса для природопользования в бассейнах трансграничных рек, характеризуется территориальной организацией водопользования (жилищно-коммунальное хозяйство, промышленность и сельское хозяйство).

*S – State*- состояние оценивается техногенной нагрузкой на речной бассейн, качеством водных ресурсов, качеством экосистемы речных бассейнов.

*I – Impact*- влияние воздействия водосбора бассейнов трансграничных рек в условиях техногенной деятельности, характеризуется качеством и объемом водных ресурсов.

*R – Response*- ответственность», характеризует совместное ведение и организацию правовой, экономической, экологической, социальной и инженерных мероприятий для снижения, ограничения и недопущения неблагоприятного воздействия на водную экосистему трансграничных рек, которая формируется на основе международной концепции совместного использования водных ресурсов трансграничных рек.

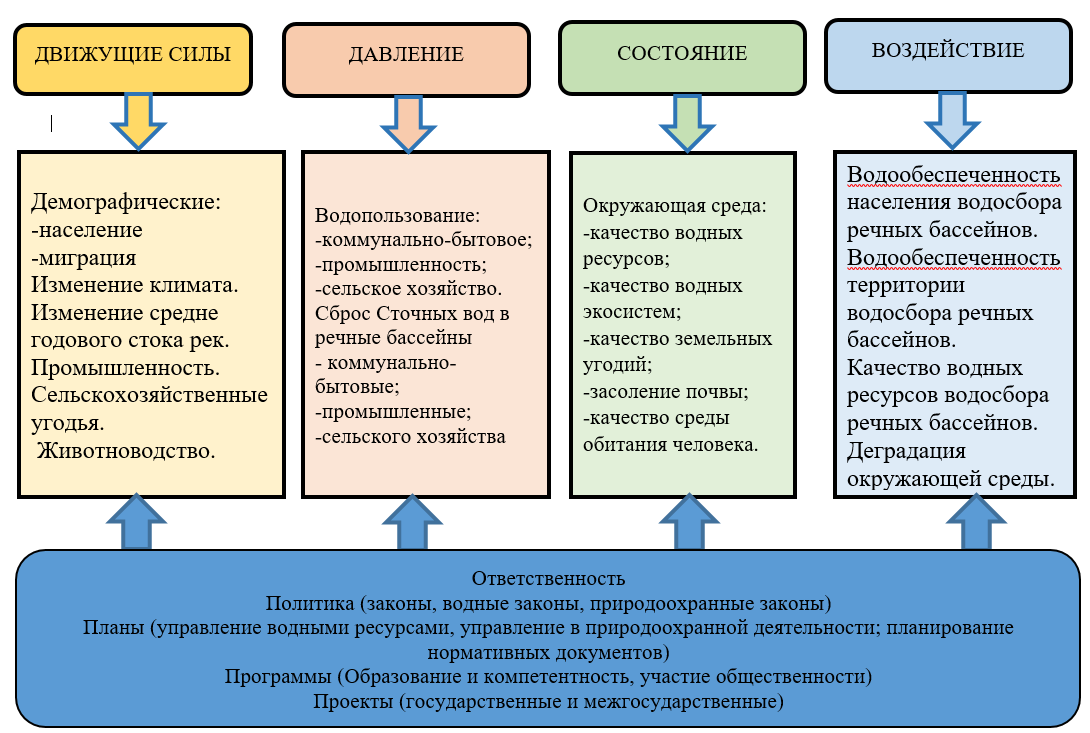


Рисунок 44- Прикладная модель для оценки потенциала природных и антропогенных нагрузок водосбора бассейнов трансграничных рек

Таким образом, деятельность по обеспечению экологической безопасности трансграничных речных бассейнов – это совокупность средств и методов межгосударственного регулирования отношений, возникающих между субъектами по поводу негативного воздействия на окружающую среду, различным образом организованных видов хозяйственной деятельности, постоянно требующих совершенствование их нормативно-правовой базы для управления водным ресурсам трансграничных рек.

**4.2 Совершенствование принципов управление водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна**

Вопрос рационального использования водных ресурсов трансграничных рек Асса, Талас и Шу для хозяйственной деятельности Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, обеспечивающих водной безопасностью Чуйскую область и Кочкорский район Нарынской области Кыргызской Республики, а также Жамбылской области и Созакского района Туркестанской области Республики Казахстан обусловлен проявлением в последнее время тенденции сокращения их стока в связи с изменением климата и усилением хозяйственной деятельности региона.

В связи с этим необходимо отметить, что изучение «Влияние климатических и антропогенных факторов на гидрологический режим рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна», являющихся объектом неуправляемых природных процессов и «Территориальная организация водопользования в целях управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна», характеризующих регулируемые и контролируемые техногенные процессы показали, что использование водных ресурсов Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в отраслях экономики Кыргызской Республики и Республики Казахстан характеризуется как недостаточно эффективное.

Вопросы рационального использования водных ресурсов Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, водообеспечения их территорий и населения в настоящее время приобретают характер серьезной межгосударственной проблемы Кыргызстана и Казхастана. Важнейшим элементом управления водными ресурсами трансграничных рек является обеспечение взаимной выгоды, которая должна превышать эффект от одностороннего использования водных ресурсов, что требует необходимость рассмотрения речного бассейна, как единой системы, способствующей формированию оптимальной системы управления трансграничными водными ресурсами.

На основе обобщения результатов исследований разработана обобщенная модель управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна (рисунок 45).



Рисунок 45 – Обобщенная прикладная модель управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

Разработанная обобщенная прикладная модель управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна состоит из трех основных взаимосвязанных подсистем (рисунок 45):

- природная (неуправляемые факторы), включающая годовые атмосферные осадки (климатический фактор), поверхностные воды, подземные воды, возвратные воды, формирующие водные ресурсы речных бассейнов;

- антропогенная подсистема (управляемые факторы), включающиая рост населения, развитие промышленности, сельского хозяйства, животноводства, предъявляющих требования к воде, обеспечение их соответствующим количеством и качеством воды;

- управленческая подсистема, разделенная на природно-адаптивную подсистему и природно-техногенную подсистему, по степени управляемости и неуправляемости природного и техногенного процесса, в условиях хозяйственной деятельности в речных бассейнах.

В управленческих природно-адаптивных подсистемах, включающих неуправляемые факторы природного процесса, возникает необходимости адаптацию неуправляемых факторов в процессе управления водными ресурсами речных бассейнов.

В управленческих природно-техногенных подсистемах, включающих управляемые факторы, все виды антропогенной детальности в полном объеме подлежат регулированию и управленю по качеству и количеству, для повышения эффективности использования водных ресурсов речных бассейнов.

В связи с этим обобщенная прикладная модель управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна состоит в разработке и формировании устойчивой территориальной организации водопользования, через постановку и последовательное решение ряда задач – анализ состояния речных бассейнов, включающих изменение климата и гидрологического режима речных бассейнов, качество воды, анализ использования водных ресурсов (прямые нагрузки), оценка антропогенной (косвенные и совокупные) нагрузки, водная политика и политическая среда, придерживающаяся трансграничными странами.

При этом оценка экологической устойчивости водосбора речных бассейнов, включающая устойчивое функционирование водосбора речных бассейнов, водная политика и политическая среда, призванная реализовать принцип адекватности воздействий и предсказуемости в управлении водными ресурсами трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна.

Территории бассейна трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна разделена на две неравнозначные части, то есть их преобладающая верхняя и средняя части находятся в зоне формирования стока с высококачественными средообразующими природными системами, а низовья являются природными водоприемниками гидрогеохимического и возвратного стоков, которые неизбежно вызывают конфликты экологических, экономических и социальных интересов общества, а неизбежная оптимизация целей обустройства водосборов в пространственно-временном масштабе показывает многовариантность решаемых проблем при совместном использовании природных ресурсов трансграничных рек.

Таким образом, разработанная обобщенная прикладная модель управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна может быть реализована в рамках Интегрированного управления водными ресурсами, предстваленого как «процесс, который содействует скоординированному управлению водными, земельными и другими связанным с ними ресурсами для максимизации экономического и социального благосостояния общества, при равноправном доступе его членов к благам, без нарушения устойчивости критически важных экосистем и состояния окружающей среды», обеспечивая тем самым экологическую безопсности региона.

Выводы по четвертой главе

1. Проблема территориальной организации водопользования, обеспечивающая рациональное использование трансграничных водных ресурсов Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, требует научного обоснования и сопровождения, а также широкого использования бассейнового подхода и методов интегрированного управления водными ресурсами трансграничных рек, базирующихся на естественно-научных представлениях о современных эколого-экономических механизмах природопользования, обеспечивающих экологическую безопсности региона.

2. Разработанный алгоритм обеспечения экологической безопасности при управлении водными ресурсами трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, базирующийся на схемах территориально-организационного анализа водопользования и прикладной модели для оценки потенциала природных и антропогенных нагрузок на водосборах трансграничных рек, в первую очередь, предполагает достижение их экологической безопасности на основе реализации двух взаимосвязанных целей, то есть обеспечения, улучшения качества природной среды и экологических условий жизни человека и формирования сбалансированной экологически ориентированной модели территориальной организации водопользования.

3. Разработанная обобщенная прикладная модель управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, базирующаяся на алгоритме обеспечения экологической безопасности, схема территориально-организационного анализа водопользования и прикладная модель для оценки потенциала природных и антропогенных нагрузок на водосборах трансграничных рек, ориентированных на интегрированное управление водными ресурсами трансграничных рек, во-первых способствуют решению проблемы экологической безопасности, во-вторых помогают найти оптимальное решение при территориальной организации водопользования и, в-третьих, дает возможность нормирования антропогенной нагрузки возникающей в результате хозяйственной деятельности на трансграничной территории Кыргызской Республик и Республики Казахстан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проблема рационального использования трансграничных водных ресурсов требует научного обоснования и сопровождения, а также широкого использования бассейновых и интегрированных подходов и методов управление водными ресурсами трансграничных бассейнов, которое наиболее объективно и целесообразно, должно базироваться на равноправном учете интересов всех государств, базирующихся на формировании системы совместного управления природопользованием, прежде всего водными ресурсами на основе развитой институциональной структуры.

2. Основной принцип интегрированного управления водными ресурсами трансграничных речных бассейнов на основе гидрографических границ является гарантией стабильного и равноправного, разумного и справедливого водообеспечения вне зависимости от местоположения водопользователя (выше или ниже по течению).

3. Изучение изменения климатических показателей на территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна показало, что по метеорологическим станциям Нурлыкент, Саудакент, Талас, Ойык, Байтык и Толе би выявленные тренды среднегодовых температур воздуха и годовых атмосферных осадков различаются как по знаку, так и по величине. На основе этого можно констатировать, что темп прироста среднегодовых температур воздуха в сравнении с темпом роста годовых атмосферных осадков в два раза больше, что способствует повышению испаряющей способности почвенного и растительного покровов природной системы, то есть водопотребление сельскохозяйственных угодий может стать основным фактором, определяющим условия формирования речного стока, обеспечивающих водную и продовольственную безопасность региона.

4. Пространственно-временная оценка многолетних колебаний годового стока рек на территории водосбора бассейна Асса-Талас, с использованием методов гидрологической аналогии, линейных трендов, суммарных, разностных и обычных интегральных кривых, ритмичность среднегодового расхода и годовых атмосферных осадков, базирующаяся на математической статистике, дала возможность выявить пространственно-временные закономерности изменения среднегодового расхода в условиях техноприродной трансформации водных ресурсов водотока:

- тенденция изменения среднегодового расхода воды бассейна рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна за рассматриваемый период 1940-2020 годы - отрицательная, где изменение гидрологического режима реки происходит симметрично и последовательно-пропорционально в пространственно-временном масштабе;

- анализ суммарных интегральных кривых среднегодового расхода рек на территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна показал, что временный ряд среднегодового расхода рек за рассматриваемый период 1940-2020 годы можно разбить на две квазиоднородные совокупности с проломной точкой, характеризующей переход от природных к антропогенной деятельности речных бассейнов, что связано с введением в эксплуатацию Орто-Токойского, Тасоткельского, Кировского и Терс-Ащибулакского водохранилищ многолетнего и сезонного регулирования;

**-** оценка изменения водности рек на территории Шу-Таласского водохозяйственного бассейна и синхронности (асинхронности) ее многолетних колебаний, выполненная на основе построения разностных интегральных кривых модульных коэффициентов среднегодового стока с использованием методов разностно-интегральных кривых показала, что на всех гидрологических постах с 1940 до 1975 года наблюдается многоводный цикл, и до настоящего времени имеет место маловодный цикл, но с различиями в сроках наступления фаз и амплитуд циклических колебаний;

- при оценке сходимости эмпирических оценок к соответствующему пределу использованы многолетние наблюдения среднегодового стока рек на территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, имеющих период наблюдений 81 лет с вычислением коэффициентов вариации и асимметрии, расчетные значения среднегодовых расходов рек 5, 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности показали, что количественное значение коэффициента вариации увеличивается от горной зоны в сторону южной пустыни, где расположены зоны магазинирования поверхностного стока;

- интегральные кривые распределения среднегодового стока () той или иной реки на территории водосбора Шу-Таласского водохозяйственного бассейна показали, что наибольший среднегодовой расход () наблюдается в пределах от 1,0 до 25,0 % обеспеченности, а затем их количественное значение резко снижается, что характерно для рек, где источниками питания являются атмосферные осадки, таяние снежного покрова и грунтовые воды.

5. По результатам проведенных исследований, направленных для выявление влияния климатических и антропогенных факторов на формирование гидрологического режима (среднегодового стока) рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна можно констатировать, что тенденции изменения гидрологического режима исследуемой территории зависит не только от климатических изменений, являющихся неуправляемым фактором природного процесса, но и, в значительной степени, определяются интенсивностью хозяйственной деятельности человека в пространственно-временном масштабе на речных водосборах, позволяют проводить оценку влияния климатических и антропогенных факторов, разработать адаптивные системы управление водными ресурсами с целью обеспечения водной безопасности человека и сохранения условий функционирования речных экосистем.

6. Поиск приемлемых для организаций водопользования на водосборных территориях Шу-Таласского водохозяйственного бассейна при управлении водными ресурсами трансграничных рек Асса-Талас и Шу требует соответствующего водохозяйственного анализа и информационного обеспечения, которые созданы на основе многолетних информационно-аналитических материалов Национального статистического комитета Кыргызской Республики и Бюро национальной статистики Агентства по статистическому планированию и реформ Республики Казахстан в период 1997-2020 годы, характеризует высокой уровень достоверности и надежности располагаемых баз исследований, что позволило проводит оценки по территориальной организации водопользования в целях управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, на основе анализ использования водных ресурсов и оценки их изъятия (прямые нагрузки) и антропогенной нагрузки (косвенные и совокупные), включающих численность населения, сельскохозяйственные угодия, животноводство и промышленность в разрезе водосбора бассейна реки Асса-Талас и Шу в рамках Кыргызской Республики и Республики Казахстан, с использованием современных методов оценки показателей водопользования («водного стресса», удельной водообеспеченности населения, удельной водообеспеченности территории) и техногенных нагрузок природной системы в результате хозяйственной деятельности человека.

7. В основу оценки водообеспеченности Шу-Таласского водохозяйственного бассейна положены показатели: «водный стресс», удельная водообеспеченность населения и удельная водообеспеченность территории, базирующихся на ретроспективном анализе использования водных ресурсов и антропогенного воздействия на них, нашедшие отражение в особенностях территориальной структуры водопользования, уровня и характера социально-экономического развития, которые показали, что в среднем течении и в низовье водосбора бассейна рек Асса-Талас и Шу имеются вододефицитные проблемы, характеризующиеся количественным дефицитом водных ресурсов (подземные воды), то есть природные подземные воды не пригодны для питьевого водоснабжения.

8. Ограниченность водопользования Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, связанного с наличием водных ресурсов рек Асса-Талас и Шу, определяется не только природными характеристиками речного стока и его изменчивостью, но и величиной косвенной и совокупной антропогенной нагрузки, где концентрическое их распределение наблюдается в верхнем и среднем течениях водосбора бассейна реки Шу, на территориях Чуйской области и Кочкорского района Нарынской области Кыргызской Республики, которые оцениваются очень высокой степенью антропогенной нагрузки (8 баллов), а также в верхнем и среднем течениях рек Асса-Талас, на территориях Таласской области Кыргызской Республики, которые имеют высокую степень антропогенной нагрузки (7 баллов).

9. Для оценки экономического потенциала Шу-Таласского водохозяйственного бассейна использован показатель водоемкости валового регионального продукта, который указывают на высокую ресурсоемкость экономики в среднем течении и в низовьях реки Шу, а также в верхнем и среднем течении рек Асса-Талас, отражающую в своей динамике всю совокупность изменений эффективности производственных процессов в водной инфраструктуре Кыргызской Республики и Республики Казахстан.

10. Анализ и оценка территориальной организации водопользования Шу-Таласского водохозяйственного бассейна свидетельствует о природообусловленности их функционирования с выраженной антропогенной деятельностью, которая выступает важным инструментом управления водными ресурсами на основе регулирования хозяйственной деятельности, реализация которых позволит создать условия устойчивого развития региона.

11. Проблема территориальной организации водопользования, обеспечивающая рациональное использование трансграничных водных ресурсов Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, требует научного обоснования и сопровождения, а также широкого использования бассейнового подхода и методов интегрированного управления водными ресурсами трансграничных рек, базирующихся на естественно-научных представлениях о современных эколого-экономических механизмах природопользования, обеспечивающих экологическую безопасность региона.

12. Разработанный алгоритм обеспечения экологической безопасности при управлении водными ресурсами трансграничных рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, базирующийся на схемах территориально-организационного анализа водопользования и прикладной модели для оценки потенциала природных и антропогенных нагрузок на водосборах трансграничных рек, в первую очередь, предполагает достижение их экологической безопасности на основе реализации двух взаимосвязанных целей, то есть обеспечения, улучшения качества природной среды и экологических условий жизни человека и формирования сбалансированной экологически ориентированной модели территориальной организации водопользования.

13. Разработанная обобщенная прикладная модель управления водными ресурсами Шу-Таласского водохозяйственного бассейна, базирующаяся на алгоритме обеспечения экологической безопасности, схема территориально-организационного анализа водопользования и прикладная модель для оценки потенциала природных и антропогенных нагрузок на водосборах трансграничных рек, ориентированных на интегрированное управление водными ресурсами трансграничных рек, во-первых способствуют решению проблемы экологической безопасности, во-вторых помогают найти оптимальное решение при территориальной организации водопользования и, в-третьих, дает возможность нормирования антропогенной нагрузки возникающей в результате хозяйственной деятельности на трансграничной территории Кыргызской Республик и Республики Казахстан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хельсинские правила использования вод международных рек от 20 августа 1966 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт Организации Объединенных наций. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1900698.

2. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер от 17 марта 1992 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт Организации Объединенных наций. – Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl\_conv/conventions/watercourses\_lakes.shtml.

3. Конвенция о праве несудоходных видов использования международных водотоков от 21 мая 1997 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт Организации Объединенных наций. - Режим доступа: http://www.un.org/ru/documents/decl\_conv/conventions/watercrs.shtml.

4. Соглашение об основных принципах взаимодействия в области рационального использования и охраны трансграничных водных объектов от 6 ноября 1998 года [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консорциум КОДЕКС». - Режим доступа: http://docs.cntd.ru/ document/901725096.

5. Лебедева А.Н., Лаврик О.Л. Природоохранное законодательство развитых стран. Аналитический обзор. В 3-х частях. Ч.1. Право и система управления. – Новосибирск: СО РАН. ГПНТБ, 1994. – 144 с.

6. Савичев О.Г., Шварцев С.Л. Управление водными ресурсами: учебн. пособие. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2000. – 64 с

7. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты. - Москва: Наука, 2006 - 221 с.

8. Эндрюс Дж.Ф., Петри К.Дж., Грин Н.М. и др. Математические модели контроля загрязнения воды. – М.: Мир, 1981. - 471 с.

9. Колбасов О. С. Водное законодательство в СССР. М.: Юрид. лит-ра, 1972. 216 с.

10. Key performance indicators of river basin management. Alexandria, VA: Institute for Water Resources, US Army Corps of Engineers https://www.iwr. usace.army.mil/ Portals/70/docs/iwrreports/2006-VSP-01.pdf

11. Пособие по бассейновому планированию. http://www.eecca-water.net /file/basinplanning.pdf

12. Управление водными ресурсами в бассейне реки / Под научной редакцией А. М. Черняева; РосНИИВХ. - Екатеринбург, 1993/- 119 c.

13. Корытный Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании.- Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001.- 163 с.

14. Меншуткин В.В., Филатов Н.Н., М.С. Потахин. Разработка экспертной системы «Озера Карелии». Часть 1. Порядковые и номинальные характеристики озер // Водные ресурсы. Т. 36. №2. 2009. C. 160-171.

15. Алексеева А.Г. Управление водными ресурсами в Российской Федерации // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2015.-№4.- С. 10-44.

16.Расулзода К., Пулатов Я.Э. Интегрированное управление водными ресурсами: проблемы и перспектива //Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики , 2012.-№1(49).- С. 12-21.

17. Dellapenna J.W., Gupta J. (2009) The evolution of global water law. - Springer Science Business Media.-413 h. -P.3-19.

18. Lipper J. (1967) Equitable utilization / Garretson A., Hayton R., Olmstead C. (eds) The Law of Internations Drainage Basins.- Oceana Publications, Dobbs Ferry.-New York. -P.18.

19. Lammers J. (1984) Pollution of international watercourses. – Martinus Nijhoff, The Hague, The Netherlands. -P.556.

20. Birnie P., Boyle A.E. (1992) International Law and Environment.-Clarendon Press, Oxford.-P.218.

21. Buzan B., Weaver O. and Wilde, J. Security-A New Framework for Analysis.-Colorado: Lynne Rinner Publishers, Ins., Boulder, 1998.-239 p.

22. Buzan B. People, States and Fear: An Agenda for International Security Studies in the Post-Could War Era.- Boulder:LynneRiennerPublishers, 1991.-318 p.

23. Духовный В.А., Соколов В.И. Интегрированное управление водными ресурсами: опыт и уроки Центральной Азии – навстречу четвертому Всемирному Водному Форуму.- Ташкент, 2005.- 97 с.

24. Barry Buzan and Ole Waever. Regions and powers: The structure of internationalSecurity.- Cambridge University Press, 2003.-598 p.

25. South Priaralie – New Perspectives. Report on the Project «NATO for Peace». Editors Joop de Schutter and Victor Dukhovny. Tashkent. 2003. -151 p.

26. Plusquellec H. (2004) Application of Geosynthetics in Irrigation and Drainage Projects. ICID. New Delhi, India. - 79 p.

27. Frank Jaspers. Institutional Arrangements for Integrated River Basin Management. Water Policy, 2003.- vol. 5 № 1.- pp.77-90.

28. Biswas A. Integrated Water Resources Management: Reassessment. Water International, 2004. -Vol. 29, № 2.- June. -p.p. 248-256

29. Water Policies and Institutions in Latin America. (Cecilia Tortajada, Benedito Braga, Asit Biswas, Luis Garcia). Oxford University Press. 2003, 178 p.

30. Реализация принципов интегрированного управления водными ресурсами в странах Центральной Азии и Кавказа. Обзорный доклад GWPCACENA.-Ташкент, 2004.- 129 с.

31. Integrated Water Management Model on the Selenge River Basin. Status Survey and Investigation (Phase 1)/ Yuri Mun [and others]. – Seoul: Korea Environment Institute, 2008.-442 p.

32. Rahaman, M.M., Varis, O. (2005) Integrated water resources management: evolution, prospects and future challenges // Sustainability: Science, Practice, & Policy. -Vol. 1. -P. 15-21.

33. Integrated Water Resources Management-GWP Technical Advisory Committee (TAC), Background Papers No. 4, March, 2000. URL: http://www.gwp.org/Global/GWP-CACENA\_Files/en/pdf/tec04.pdf;

34. IWRM ToolBox. Sharing Knowledge for Equitable, Efficient and Sustainalbe Water Resources Management. Version 2. GWP, 2003. 157 p.

35. Данилов-Данильян В. И.,  Хранович  И. Л. Механизм разрешения трансграничных водных конфликтов // Известия КБНЦ РАН, 2011.- Том: 39.- Номер: 1. - С. 277-291.

36. Mustafayev Zh.S. Integrated water management of transboundary rivers: concepts, theory and methodology. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2022. – 299 p.

37. Kozykeyeva A. T., Mustafayev Zh. S., Aldiyarova A. E., Arystanova A. B., Józef Mosiej Methodical support of integrated management of water resources of the basin of transboundary rivers // News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan series of geology and technical sciences, Volume 4, Number 442 (2020), 52 - 61: ISSN 2224-5278

38. Ибатуллин С.Р., Мустафаев Ж.С., Койбагарова К.Б. Сбалансированное использование водных ресурсов трансграничных рек. – Тараз, 2005.-111 с.

39. Мустафаев Ж.С., Адильбектеги Г.А., Сайдуалиев М.А. Экологичекая оценка продуктивности ландшафтов бассейна реки Шу (Аналитические обзор). – Тараз: Жамбылский ЦНТИ, 2004.- 80 с.

40. Мустафаев Ж.С., Турсынбаев Н.А., Кирейчева Л.В. Обоснование экологических услуг речных бассейнов на примере реки Талас.- LAP LAMBERN Academic Publishing, 2022. -140 c.

41. Научно-прикладной справочник по климату СССР, серия 13, Многолетние данные, часть1-6, выпуска 18, КазССР. Книга 2.- Л.: Гидрометеоиздат, 1989.- 514 с.

42. Научно-прикладной справочник по климату СССР, серия 13, Многолетние данные, часть1-6, выпуска 32, Киргизкая ССР.- Л.: Гидрометеоиздат, 1989.-450 с.

43. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Камалиев А.М. Климатческий профиль водосборного бассейна реки Шу // Гидрометеорология и экология, 2019.-№2. – С. 38-49.

44. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Камалиев А.М. Изменение климата на территории водосбора бассейна реки Шу в условиях антропогенной деятельности // Сборник материалов XV Международный научно-практический симпозиум и выставка «Чистая вода России». – Екатеринбург, 2019.- С.173-180.

45. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Камалиев А.М. Изменения климата в водосборах бассейна трансграничной реки Шу // Материалы международной юбилейной научно-практической конференции /Проблемы развития сельскохозяйственных мелиораций и водохозяйственного комплекса на базе цифровых технологий.- М.: Изд. ВНИИГиМ, 2019. –Том 2. - С. 181-191.

46. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Камалиев А.М. Климатические изменения бассейна трансграничной реки Шу // Международный технико-экономический журнал, 2019.-№5.- С. 68-76.

47. Жапаркулова Е.Д., Бажанова Л.В., Калиева К.Е.,Набиоллина М.С. Тенденция изменения климата на современном этапе, прогноз на период до 2050 г. и его влияние на водность рек ледниково-снегового питания (на примере трансграничной реки Куркуреу-Су, Таласский бассейн) //Гидрометеорология и экология.- Алматы, 2019. - №4 – С..70-84.

48. Karlygash Kaliyeva, Petras Punys, Yermekul Zhaparkulova . The Impact of Climate Change on Hydrological Regime of the Transboundary River Shu Basin (Kazakhstan–Kyrgyzstan): Forecast for 2050 // Water 2021, 13, 2800. <https://doi.org/10.3390/w13202800>. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/20/2800/htm>

49. Бажанова Л.В., Жапаркулова Е.Д., Калиева К.Е., Таженова А., Турсыналы Д. Влияние изменений климата на гидрологический режим ледниково-снегового питания и водные ресурсы трансграничного бассейна реки Шу // Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы развития мелиорации и пути их решения» (Костояковские чтения), Москва-2020,- Том I.-С..59-66.

50. Жапаркулова Е.Д., Аманбаева Б.Ш.,Калиева К.Е. Климаттың өзгеруі жағдайында Аса-Талас өзені бассейніндегі су ресурстарының сапасын бағалау //Жас ғалымдардың халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы материалдары жинағы, Климаты күрт өзгермелі аймақтардағы ауыл шаруашылығын дамытуға бағытталған инновациялық идеялар. - Ашутасты, Арқалық: «Арқалық ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, 2000.- С.9-13

51. Mustafayev Zh.S., Ryskulbekova L.M. Spatial-time change in the climatic parameters of the drainage of the river basin Ili //Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan,2022.- Volume 1.- Number 341.- P/ 102-109.

52. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1951-1963 гг) Бассейны озера Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим.- Л.: Гидрометеоиздат, 1969.-Т.14-Средная Азия.- вып. 2.- 80 с.

53. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1963-1970 гг) Бассейны озера Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим.- Л.: Гидрометеоиздат, 1977.-С. 86-91.

54. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (за 1971-1975 гг) Бассейны озера Иссык-Куль и рек Чу, Талас, Тарим.- Л.: Гидрометеоиздат, 1979.-Т.14-Средная Азия.- вып. 2.- С. 90-93.

55. Гoсудaрственный вoдный кaдaстр. Мнoгoлетние дaнные o режиме и ресурсaх пoверхнoстных вoд суши.- Л.: Гидрометеоиздат, 1987.- Т.V-Казахская ССР.- вып. 3.- С. 72-73.

56. Гoсудaрственный вoдный кaдaстр. Основные гидрологические характеристики (за 1985-1990 гг и весь период наблюдений).-Алматы: Казгидромет, 1997.- Т.V-Казахская ССР.- вып. 3.- С. 73-75.

57. Гoсудaрственный вoдный кaдaстр. Мнoгoлетние дaнные o режиме и ресурсaх пoверхнoстных вoд суши. Бaссейны рек Сырдaрьи, Шу и Тaлaс // Выпуск 3. – Aлмaты, 2005. – 98 с.

58. Гoсудaрственный вoдный кaдaстр. Ежегoдные дaнные o режиме и ресурсaх пoверхнoстных вoд суши. Бaссейны рек Шу и Тaлaс // Выпуск 8. – Aлмaты, 2015. – 82 с.

59. Жапаркулова Е.Д., Аманбаева Б.Ш., Калиева К.Е.,Набиоллина М.С. Water resources management on irrigated lands of Southern Kazakhstan // Исследования, результаты.- Алматы, 2018.- № 2. - С. 272-277.

60. Жапаркулова Е.Д., Калиева К.Е.,Аманбаева Б. Водные ресурсы бассейна реки Шу и их использование // Сборник материалов XXIII Международной научно-практической конференций молодых ученых и студентов «Научная молодежь аграрной науке: достижения и перспективы», Алматы, - 2019.- Том 4-. С.168-171.

61. Определение расчетных гидрологических характеристик: П1–98 к СНиП 2.01.14–83. – Минск, 2000. – 174 с.

62. Влияние хозяйственной деятельности на водные ресурсы и гидрологический режим. - Обнинск, 1976. - 110 с.

63. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Даулетбай С.Д. Гидрологический профиль водосбора бассейна трансграничной реки Шу // Гидрометеорология и экология, 2019.-№2. – С. 32-46.

64. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979 - 431 с

65. Бубин М.Н. Ритмика внутригодового стока рек Челябинской области // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: материалы II региональной научно-практической конференции.- Челябинск, 2006.- С.53-56.

66. Бубин М.Н. Ритмичность сезонного стока рек Челябинской области и ее влияние на хозяйственную деятельность // Успехи современного естествознания. - М.: Академия естествознания, 2007.- №2.-С. 65-68.

67.Бубин М.Н. Влияние ритмичности колебаний сезонного стока рек на экологическое равновесие в промышленно развитых регионах (на примере Челябинской области) // Экология и промышленность России, 2007.№10.- С. 45-47.

68. Шикломанов И.A., Маркова O.Л. Проблемы водных ресурсов и перебросок стока в мире. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 196 с.

69. Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: ГГИ, 2008.- 600 с.

70. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты / Ин-т водных проблем РАН. –М.: Наука, 2006.–221 с.

71. Данилов-Данильян В.И., Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. -М.: Научный мир, 2010.- 232 с.

72. Исаченко А.Г. (2001) Экологическая география России.- СПб. Издательский дом СПбГУ.- 328 с.

73. Стоящева Н.В., Рыбкина И.Д. Трансграничные проблемы природопользования в бассейне Иртыш // География и природные ресурсы, 2013.- №1.- С.26-32.

74. Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Даулетбай С.Д. Комплексная оценка косвенного воздействия антропогенной деятельности человека на водосбора бассейна реки Шу // Гидрометеорология и экология, 2022.- №1.- С. 50-64.

75. Мустафаев Ж. С., Кирейчева Л. В., Абдешев К. Б., Турсынбаев Н. А. Оценка антропогенной нагрузки на водосборную территорию бассейна трансграничных рек Асса и Талас // Международный технико-экономический журнал,2022.- №3.- С. 46-61.

# 76. Одессер С.В. Территориальная дифференциация в экономико-географических типология // Известия АН СССР, Серия географическая, 1991.- №6.- С. 61-69.

# 77. Исаченко А.Г. Экологическая география России.- СПб: Изд-во С-Петербургского университета, 2001.- 328 с.

78. Сельское хозяйство Кыргызской Республики (2006-2010 гг.).- Бишкек, 2011.- 76 с.

79. Сельское хозяйство Кыргызской Республики (2010-2015 гг.).- Бишкек, 2016.- 81 с.

80. Сельское хозяйство Кыргызской Республики (2016-20200 гг.).- Бишкек, 2021.- 99 с.

81. Социально-экономическое развития Таласской области (2016-2020 гг). - Талас, 2021.- 83 с.

82. Промышленность Кыргызской Республики (2006-2010 гг.).- Бишкек, 2011.- 303 с.

83. Промышленность Кыргызской Республики (2011-2015 гг.).- Бишкек, 2016.- 331 с.

84. Промышленность Кыргызской Республики (2016-2020 гг.).- Бишкек, 2021.- 325 с.

85. Демографический ежегодник Кыргызской Республики (2006-2010 гг.).- Бишкек, 2011.- 345 с.

86. Демографический ежегодник Кыргызской Республики (2011-2015 гг.).- Бишкек, 2016.- 326 с.

87. Демографический ежегодник Кыргызской Республики (2016-2020 гг.).- Бишкек, 2021.- 335 с.

88. Сельское хозяйство Жамбылской области в годы независимости. -Тараз, 2016.- 424 с.

90. Сельское, лесное и рыбное хозяйство Жамбылской области (Статистический сборник, 2016-2020 гг.).- Тараз, 2021.- 134 с.

# 91. Основные социально-экономические показатели Жамбылской области // https://stat.gov.kz/api/getFile/?docId=estat479736

# 92. Основные социально-экономические показатели регионов и Тараз // https://stat.gov.kz/api/getFile/?docId=estat479735

# 93. Динамика основных показателей социально-экономических развития районов (городов) Туркестанской области// <https://stat.gov.kz/api/> getFile/?docId=estat464877

# 94. Калиева К.Е., Жапаркулова Е.Д., Набиоллина М.С. Использования водных ресурсов и результаты их решения трансграничного Шу-Таласского бассейна между Казахстаном и Кыргызстаном. Сборник международной научно-практической конференции молодых ученых, проведенная в рамках «Международной магистерской летней школы». – Алматы: КазНАУ, 2020. – с. 64-73.

95. Жапаркулова Е.Д., Калиева К.Е., Набиоллина М.С. Использования водных ресурсов и результаты их решения трансграничного Шу-Таласского бассейна между Казахстаном и Кыргызстаном // Сборник международной научно-практической конференции молодых ученых, проведенная в рамках «Международной магистерской летней школы». –Алматы: КазНАУ, - 2020.- С.64-73.

96. Жапаркулова Е.Д., Калиева К.Е., Аманбаева Б.Ш. Оценка антропогенной нагрузки на водосборный бассейн реки Талас (в пределах Республики Казахстан) // Исследования, результаты. - Алматы. 2020. -№ 4 (88).- С.117-122.

97. Вагапов Р.И., Калиева К.Е., Вагапова А.Р. Методика допускаемого «ущемления» на примере реки Шу //Сборник международной научно-практической конференции «Управление водными ресурсами в условиях глобализации», посвященной 105-летию со дня рождения профессора Тажибаева Л.Е. –Алматы: КазНАУ, 2021. – С.15-21.

# 98. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Иванова Н.Ю., Ешмаханов М.К., Турсынбаев Н.А. Оценка техногенной нагрузки на водосборной территории бассейна трансграничной реки Талас на основе интегральных показателей антропогенной деятельности //Известия НАН РК, серия аграрных наук, 2017.- №2.- С. 48-56.

99. Бурлибаев М.Ж., Шенбергер И.В., Кайдарова Р.К., Бурлибаева Д.М., Нарбаева К.Т. О роли трансграничености в трансформации гидрохимического режима рек Талас и Асса // Гидрометеорология и экология, 2020.-№4. - С. 83-97.

100. Мустафаев Ж. С., Козыкеева А. Т., Абдешеев К.Б., Даулетбай С.Д. Геохимический профиль водосбора бассейна трансграничных реки Шу //Международный технико-экономический журнал,2022.- №1.- С. 76-89.

101. Aquastat FAO – Официальный сайт Глобальной водной информационной системы Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН. Режим доступа: http://www.fao.org/nr/aquastat/.

102. Лёвин А.П. Водный фактор в размещении промышленного производства. М.: Стройиздат, 1973. - 167 с.

103. Демин А.П. Изменение водоемкости экономики России // Водные ресурсы. 2010. - Т. 37. - №6. - С. 739–751.

104. Демин А.П. Использование водных ресурсов России: современное состояние и перспективные оценки: автореф. дис... д-ра геогр. наук. М., 2011. 52 с.

105. Паписов В.К. Водоемкость народного хозяйства (промышленность). М.: Наука, 1989. - 103 с.

106. Демин А.П. Современная водоемкость экономик стран мира // Известия РАН, серия географическая, 2012. - №5. - С. 71-81.

107. Саркисов О.Р., Любарский Е.Л., Казанцев С.Я. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учебное пособие/ ЮНИТИ-ДАНА.- 2012. - 231с. ISBN: 978-5-238-02251-2

108. Молотов В. С. Алгоритм обеспечения экологической безопасности трансграничных территорий //Вестник Бурятского государственного университета, 2014. - № 4(1). - С.16-22.

109. Молотов В.С., Гомбоев Б.О. Интегрированное управление водными ресурсами в бассейне реки Селенги // Природообустройство, 2011.- №4. - С.63-68.

110. Sirak Robele Gari, Alice Newton and John D. Icely, 2015. A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems Ocean & Coastal Management 103.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчет эмпирической кривой вероятности превышения среднегодовых расходов воды рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна в пространственно-временных масштабах

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Годы | Гидрологические показатели | | | | | | | |
| , м3/с |  |  |  |  |  | , м3/с | , % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| река Асса – гидрологическая станция Маймак | | | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 7,19 | 0,658 | -0,342 | -0,342 | 0,117 | -0,040 | 26,16 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 12,03 | 1,101 | 0,101 | -0,241 | 0,010 | 0,001 | 22,55 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 10,29 | 0,941 | -0,059 | -0,300 | 0,003 | 0,000 | 21,75 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 9,51 | 0,870 | -0,130 | -0,430 | 0,017 | -0,002 | 20,54 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 7,58 | 0,694 | -0,306 | -0,736 | 0,094 | -0,029 | 18,93 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 12,61 | 1,154 | 0,154 | -0,583 | 0,024 | 0,004 | 18,61 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 12,22 | 1,118 | 0,118 | -0,465 | 0,014 | 0,002 | 17,25 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 7,58 | 0,694 | -0,306 | -0,771 | 0,094 | -0,029 | 16,28 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 9,51 | 0,870 | -0,130 | -0,901 | 0,017 | -0,002 | 15,51 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 14,93 | 1,366 | 0,366 | -0,535 | 0,134 | 0,049 | 15,12 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 11,06 | 1,012 | 0,012 | -0,523 | 0,000 | 0,000 | 14,93 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 11,25 | 1,029 | 0,029 | -0,494 | 0,001 | 0,000 | 14,62 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 17,25 | 1,578 | 0,578 | 0,084 | 0,334 | 0,193 | 14,54 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 14,35 | 1,313 | 0,313 | 0,397 | 0,098 | 0,031 | 14,35 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 16,28 | 1,489 | 0,489 | 0,887 | 0,240 | 0,117 | 14,35 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 14,54 | 1,330 | 0,330 | 1,217 | 0,109 | 0,036 | 14,16 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 10,09 | 0,923 | -0,077 | 1,140 | 0,006 | 0,000 | 13,75 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 9,32 | 0,853 | -0,147 | 0,993 | 0,022 | -0,003 | 13,38 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 20,54 | 1,879 | 0,879 | 1,872 | 0,773 | 0,680 | 13,00 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 12,41 | 1,135 | 0,135 | 2,007 | 0,018 | 0,002 | 12,99 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 18,61 | 1,703 | 0,703 | 2,710 | 0,494 | 0,347 | 12,94 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 10,09 | 0,923 | -0,077 | 2,633 | 0,006 | 0,000 | 12,84 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 12,99 | 1,188 | 0,188 | 2,822 | 0,036 | 0,007 | 12,61 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 8,78 | 0,803 | -0,197 | 2,625 | 0,039 | -0,008 | 12,43 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 11,06 | 1,012 | 0,012 | 2,637 | 0,000 | 0,000 | 12,41 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 11,64 | 1,065 | 0,065 | 2,702 | 0,004 | 0,000 | 12,41 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 13,38 | 1,224 | 0,224 | 2,926 | 0,050 | 0,011 | 12,22 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 10,28 | 0,941 | -0,059 | 2,867 | 0,004 | 0,000 | 12,03 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 12,41 | 1,135 | 0,135 | 3,002 | 0,018 | 0,002 | 11,86 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 26,16 | 2,393 | 1,393 | 4,395 | 1,942 | 2,705 | 11,73 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 11,72 | 1,072 | 0,072 | 4,468 | 0,005 | 0,000 | 11,72 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 11,64 | 1,065 | 0,065 | 4,533 | 0,004 | 0,000 | 11,64 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 14,35 | 1,313 | 0,313 | 4,846 | 0,098 | 0,031 | 11,64 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 13,00 | 1,189 | 0,189 | 5,035 | 0,036 | 0,007 | 11,25 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 6,61 | 0,605 | -0,395 | 4,640 | 0,156 | -0,062 | 11,06 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 7,38 | 0,675 | -0,325 | 4,315 | 0,105 | -0,034 | 11,06 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 7,58 | 0,694 | -0,306 | 4,008 | 0,094 | -0,029 | 11,00 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 7,38 | 0,675 | -0,325 | 3,684 | 0,105 | -0,034 | 10,29 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 15,12 | 1,383 | 0,383 | 4,067 | 0,147 | 0,056 | 10,28 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 15,51 | 1,419 | 0,419 | 4,486 | 0,176 | 0,074 | 10,28 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 10,28 | 0,941 | -0,059 | 4,427 | 0,004 | 0,000 | 10,21 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 14,16 | 1,296 | 0,296 | 4,722 | 0,087 | 0,026 | 10,21 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 6,41 | 0,586 | -0,414 | 4,309 | 0,171 | -0,071 | 10,09 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 4,87 | 0,446 | -0,554 | 3,754 | 0,307 | -0,170 | 10,09 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 7,19 | 0,658 | -0,342 | 3,412 | 0,117 | -0,040 | 10,08 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 7,55 | 0,691 | -0,309 | 3,103 | 0,096 | -0,030 | 9,51 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 14,62 | 1,338 | 0,338 | 3,440 | 0,114 | 0,038 | 9,51 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 13,75 | 1,258 | 0,258 | 3,698 | 0,067 | 0,017 | 9,45 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 12,84 | 1,175 | 0,175 | 3,873 | 0,031 | 0,005 | 9,32 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 10,21 | 0,934 | -0,066 | 3,807 | 0,004 | 0,000 | 9,01 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 8,34 | 0,763 | -0,237 | 3,570 | 0,056 | -0,013 | 8,88 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 8,69 | 0,795 | -0,205 | 3,365 | 0,042 | -0,009 | 8,85 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 11,00 | 1,006 | 0,006 | 3,372 | 0,000 | 0,000 | 8,78 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 12,94 | 1,184 | 0,184 | 3,556 | 0,034 | 0,006 | 8,69 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 11,86 | 1,085 | 0,085 | 3,641 | 0,007 | 0,001 | 8,51 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 21,75 | 1,990 | 0,990 | 4,631 | 0,980 | 0,970 | 8,43 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 18,93 | 1,732 | 0,732 | 5,362 | 0,536 | 0,392 | 8,34 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 12,43 | 1,137 | 0,137 | 5,500 | 0,019 | 0,003 | 8,33 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 9,01 | 0,824 | -0,176 | 5,324 | 0,031 | -0,005 | 8,02 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 10,08 | 0,922 | -0,078 | 5,246 | 0,006 | 0,000 | 7,64 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 6,50 | 0,595 | -0,405 | 4,841 | 0,164 | -0,067 | 7,58 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 6,94 | 0,635 | -0,365 | 4,476 | 0,133 | -0,049 | 7,58 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 11,73 | 1,073 | 0,073 | 4,549 | 0,005 | 0,000 | 7,58 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 10,21 | 0,934 | -0,066 | 4,483 | 0,004 | 0,000 | 7,55 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 9,45 | 0,865 | -0,135 | 4,348 | 0,018 | -0,002 | 7,55 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 22,55 | 2,063 | 1,063 | 5,411 | 1,130 | 1,202 | 7,38 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 8,88 | 0,812 | -0,188 | 5,223 | 0,035 | -0,007 | 7,38 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 7,64 | 0,699 | -0,301 | 4,922 | 0,091 | -0,027 | 7,19 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 8,51 | 0,779 | -0,221 | 4,701 | 0,049 | -0,011 | 7,19 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 5,99 | 0,548 | -0,452 | 4,249 | 0,204 | -0,092 | 7,03 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 5,94 | 0,543 | -0,457 | 3,792 | 0,208 | -0,095 | 6,94 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 8,02 | 0,734 | -0,266 | 3,526 | 0,071 | -0,019 | 6,75 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 8,33 | 0,762 | -0,238 | 3,288 | 0,057 | -0,013 | 6,61 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 4,15 | 0,380 | -0,620 | 2,668 | 0,385 | -0,239 | 6,50 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 8,43 | 0,771 | -0,229 | 2,439 | 0,052 | -0,012 | 6,41 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 4,33 | 0,396 | -0,604 | 1,835 | 0,365 | -0,220 | 5,99 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 7,03 | 0,643 | -0,357 | 1,479 | 0,127 | -0,045 | 5,94 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 8,85 | 0,810 | -0,190 | 1,288 | 0,036 | -0,007 | 4,87 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 6,75 | 0,618 | -0,382 | 0,906 | 0,146 | -0,056 | 4,41 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 7,55 | 0,691 | -0,309 | 0,597 | 0,096 | -0,030 | 4,33 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 4,41 | 0,403 | -0,597 | 0,000 | 0,356 | -0,212 | 4,15 | 98,78 |
| 885,33/81=10,93 | | |  |  |  | 12,085 | 5,200 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Река Куркуреу -Су -гидрологическая станция Маймак | | | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 1,95 | 0,479 | -0,521 | -0,521 | 0,271 | -0,141 | 16,97 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 2,35 | 0,577 | -0,423 | -0,944 | 0,179 | -0,075 | 16,28 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 2,21 | 0,543 | -0,457 | -1,401 | 0,209 | -0,095 | 13,87 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 2,14 | 0,526 | -0,474 | -1,875 | 0,225 | -0,107 | 10,19 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 1,98 | 0,486 | -0,514 | -2,388 | 0,264 | -0,135 | 9,45 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 2,40 | 0,590 | -0,410 | -2,799 | 0,168 | -0,069 | 8,76 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 2,36 | 0,580 | -0,420 | -3,219 | 0,177 | -0,074 | 8,67 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 1,98 | 0,486 | -0,514 | -3,732 | 0,264 | -0,135 | 8,32 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 2,14 | 0,526 | -0,474 | -4,207 | 0,225 | -0,107 | 7,83 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 2,59 | 0,636 | -0,364 | -4,570 | 0,132 | -0,048 | 7,72 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 2,27 | 0,558 | -0,442 | -5,012 | 0,196 | -0,087 | 7,10 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 2,29 | 0,563 | -0,437 | -5,450 | 0,191 | -0,084 | 6,42 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 2,78 | 0,683 | -0,317 | -5,767 | 0,100 | -0,032 | 6,42 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 2,54 | 0,624 | -0,376 | -6,143 | 0,141 | -0,053 | 6,31 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 2,70 | 0,663 | -0,337 | -6,479 | 0,113 | -0,038 | 5,77 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 2,56 | 0,629 | -0,371 | -6,850 | 0,138 | -0,051 | 5,40 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 2,19 | 0,538 | -0,462 | -7,312 | 0,213 | -0,099 | 5,29 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 2,13 | 0,523 | -0,477 | -7,789 | 0,227 | -0,108 | 5,26 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 3,05 | 0,749 | -0,251 | -8,039 | 0,063 | -0,016 | 5,12 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 2,38 | 0,585 | -0,415 | -8,455 | 0,172 | -0,072 | 4,93 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 2,89 | 0,710 | -0,290 | -8,745 | 0,084 | -0,024 | 4,92 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 2,19 | 0,538 | -0,462 | -9,207 | 0,213 | -0,099 | 4,9 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 2,43 | 0,597 | -0,403 | -9,609 | 0,162 | -0,065 | 4,83 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 2,08 | 0,511 | -0,489 | -10,098 | 0,239 | -0,117 | 4,82 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 2,27 | 0,558 | -0,442 | -10,541 | 0,196 | -0,087 | 4,33 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 2,32 | 0,570 | -0,430 | -10,971 | 0,185 | -0,079 | 4,29 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 2,46 | 0,604 | -0,396 | -11,366 | 0,156 | -0,062 | 4,23 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 2,21 | 0,543 | -0,457 | -11,823 | 0,209 | -0,095 | 4,15 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 2,38 | 0,585 | -0,415 | -12,238 | 0,172 | -0,072 | 4,15 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 3,51 | 0,862 | -0,138 | -12,376 | 0,019 | -0,003 | 3,63 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 2,32 | 0,570 | -0,430 | -12,806 | 0,185 | -0,079 | 3,51 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 2,32 | 0,570 | -0,430 | -13,236 | 0,185 | -0,079 | 3,25 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 2,54 | 0,624 | -0,376 | -13,612 | 0,141 | -0,053 | 3,05 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 2,43 | 0,597 | -0,403 | -14,015 | 0,162 | -0,065 | 2,89 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 1,90 | 0,467 | -0,533 | -14,548 | 0,284 | -0,152 | 2,82 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 1,97 | 0,484 | -0,516 | -15,064 | 0,266 | -0,137 | 2,78 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 1,98 | 0,486 | -0,514 | -15,578 | 0,264 | -0,135 | 2,78 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 1,97 | 0,484 | -0,516 | -16,093 | 0,266 | -0,137 | 2,70 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 2,60 | 0,639 | -0,361 | -16,455 | 0,130 | -0,047 | 2,64 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 2,64 | 0,649 | -0,351 | -16,806 | 0,123 | -0,043 | 2,60 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 2,21 | 0,543 | -0,457 | -17,263 | 0,209 | -0,095 | 2,59 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 2,52 | 0,619 | -0,381 | -17,644 | 0,145 | -0,055 | 2,56 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 1,89 | 0,464 | -0,536 | -18,179 | 0,287 | -0,154 | 2,54 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 1,76 | 0,432 | -0,568 | -18,747 | 0,322 | -0,183 | 2,54 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 1,95 | 0,479 | -0,521 | -19,268 | 0,271 | -0,141 | 2,52 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 4,15 | 1,020 | 0,020 | -19,248 | 0,000 | 0,000 | 2,47 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 10,19 | 2,504 | 1,504 | -17,745 | 2,261 | 3,400 | 2,46 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 9,45 | 2,322 | 1,322 | -16,423 | 1,747 | 2,310 | 2,43 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 8,67 | 2,130 | 1,130 | -15,292 | 1,277 | 1,444 | 2,43 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 6,42 | 1,577 | 0,577 | -14,715 | 0,333 | 0,192 | 2,40 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 4,83 | 1,187 | 0,187 | -14,528 | 0,035 | 0,007 | 2,38 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 5,12 | 1,258 | 0,258 | -14,270 | 0,067 | 0,017 | 2,38 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 7,10 | 1,744 | 0,744 | -13,526 | 0,554 | 0,413 | 2,36 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 8,76 | 2,152 | 1,152 | -12,374 | 1,328 | 1,530 | 2,35 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 7,83 | 1,924 | 0,924 | -11,450 | 0,853 | 0,788 | 2,32 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 16,28 | 4,000 | 3,000 | -8,450 | 9,000 | 27,000 | 2,32 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 13,87 | 3,408 | 2,408 | -6,042 | 5,798 | 13,960 | 2,32 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 8,32 | 2,044 | 1,044 | -4,998 | 1,090 | 1,139 | 2,29 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 5,40 | 1,327 | 0,327 | -4,671 | 0,107 | 0,035 | 2,27 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 6,31 | 1,550 | 0,550 | -4,121 | 0,303 | 0,167 | 2,27 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 3,25 | 0,799 | -0,201 | -4,322 | 0,041 | -0,008 | 2,21 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 3,63 | 0,892 | -0,108 | -4,430 | 0,012 | -0,001 | 2,21 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 7,72 | 1,897 | 0,897 | -3,533 | 0,804 | 0,721 | 2,21 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 6,42 | 1,577 | 0,577 | -2,956 | 0,333 | 0,192 | 2,19 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 5,77 | 1,418 | 0,418 | -2,538 | 0,174 | 0,073 | 2,19 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 16,97 | 4,170 | 3,170 | 0,631 | 10,046 | 31,841 | 2,14 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 5,29 | 1,300 | 0,300 | 0,931 | 0,090 | 0,027 | 2,14 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 4,23 | 1,039 | 0,039 | 0,970 | 0,002 | 0,000 | 2,13 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 4,93 | 1,211 | 0,211 | 1,182 | 0,045 | 0,009 | 2,08 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 2,82 | 0,693 | -0,307 | 0,875 | 0,094 | -0,029 | 1,98 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 2,78 | 0,683 | -0,317 | 0,558 | 0,100 | -0,032 | 1,98 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 4,92 | 1,209 | 0,209 | 0,766 | 0,044 | 0,009 | 1,98 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 4,82 | 1,184 | 0,184 | 0,951 | 0,034 | 0,006 | 1,97 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 4,15 | 1,020 | 0,020 | 0,970 | 0,000 | 0,000 | 1,97 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 4,90 | 1,204 | 0,204 | 1,174 | 0,042 | 0,008 | 1,95 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 4,33 | 1,064 | 0,064 | 1,238 | 0,004 | 0,000 | 1,95 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 2,47 | 0,607 | -0,393 | 0,845 | 0,155 | -0,061 | 1,90 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 5,26 | 1,292 | 0,292 | 1,137 | 0,085 | 0,025 | 1,89 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 4,29 | 1,054 | 0,054 | 1,192 | 0,003 | 0,000 | 1,87 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 1,87 | 0,459 | -0,541 | 0,651 | 0,292 | -0,158 | 1,76 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 1,52 | 0,373 | -0,627 | 0,024 | 0,393 | -0,246 | 1,52 | 98,78 |
| 329,77/81=4,07 | | | 81,0 |  |  | 46,093 | 80.893 |  |  |
| Река Талас – гидрологическая станция Кировское | | | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 26,5 | 0,545 | -0,455 | -0,455 | 0,207 | -0,094 | 104,8 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 33,4 | 0,688 | -0,312 | -0,767 | 0,098 | -0,031 | 103,9 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 35,9 | 0,739 | -0,261 | -1,028 | 0,068 | -0,018 | 100,2 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 26,4 | 0,543 | -0,457 | -1,485 | 0,208 | -0,095 | 94,8 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 24,2 | 0,498 | -0,502 | -1,987 | 0,252 | -0,126 | 86,8 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 26,4 | 0,543 | -0,457 | -2,443 | 0,208 | -0,095 | 84,9 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 30,4 | 0,626 | -0,374 | -2,818 | 0,140 | -0,052 | 83,9 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 35,8 | 0,737 | -0,263 | -3,081 | 0,069 | -0,018 | 83,6 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 33,8 | 0,696 | -0,304 | -3,385 | 0,093 | -0,028 | 79,7 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 37,9 | 0,780 | -0,220 | -3,605 | 0,048 | -0,011 | 79,1 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 31,1 | 0,640 | -0,360 | -3,965 | 0,129 | -0,047 | 79,0 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 31,1 | 0,640 | -0,360 | -4,324 | 0,129 | -0,047 | 78,7 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 42,2 | 0,869 | -0,131 | -4,456 | 0,017 | -0,002 | 74,2 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 33,9 | 0,698 | -0,302 | -4,758 | 0,091 | -0,028 | 73,6 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 37,1 | 0,764 | -0,236 | -4,994 | 0,056 | -0,013 | 72,7 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 36,5 | 0,751 | -0,249 | -5,243 | 0,062 | -0,015 | 72,7 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 35,4 | 0,729 | -0,271 | -5,514 | 0,074 | -0,020 | 71,8 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 24,3 | 0,500 | -0,500 | -6,014 | 0,250 | -0,125 | 70,5 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 43,9 | 0,904 | -0,096 | -6,110 | 0,009 | -0,001 | 69,9 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 40,0 | 0,823 | -0,177 | -6,287 | 0,031 | -0,006 | 69,2 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 39,1 | 0,805 | -0,195 | -6,482 | 0,038 | -0,007 | 68,9 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 26,6 | 0,548 | -0,452 | -6,935 | 0,205 | -0,093 | 67,9 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 30,3 | 0,624 | -0,376 | -7,311 | 0,142 | -0,053 | 64,3 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 32,3 | 0,665 | -0,335 | -7,646 | 0,112 | -0,038 | 62,0 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 33,0 | 0,679 | -0,321 | -7,967 | 0,103 | -0,033 | 61,4 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 24,9 | 0,513 | -0,487 | -8,454 | 0,238 | -0,116 | 61,1 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 40,0 | 0,823 | -0,177 | -8,631 | 0,031 | -0,006 | 60,8 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 33,4 | 0,688 | -0,312 | -8,943 | 0,098 | -0,031 | 56,5 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 36,6 | 0,753 | -0,247 | -9,190 | 0,061 | -0,015 | 55,4 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 44,0 | 0,906 | -0,094 | -9,284 | 0,009 | -0,001 | 53,0 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 35,8 | 0,737 | -0,263 | -9,547 | 0,069 | -0,018 | 50,5 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 27,4 | 0,564 | -0,436 | -9,983 | 0,190 | -0,083 | 50,2 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 28,2 | 0,580 | -0,420 | -10,403 | 0,176 | -0,074 | 49,9 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 27,7 | 0,570 | -0,430 | -10,833 | 0,185 | -0,079 | 48,9 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 22,3 | 0,459 | -0,541 | -11,373 | 0,293 | -0,158 | 47,7 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 50,2 | 1,033 | 0,033 | -11,340 | 0,001 | 0,000 | 44,0 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 47,7 | 0,982 | -0,018 | -11,358 | 0,000 | 0,000 | 43,9 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 50,5 | 1,040 | 0,040 | -11,319 | 0,002 | 0,000 | 42,2 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 49,9 | 1,027 | 0,027 | -11,292 | 0,001 | 0,000 | 40,0 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 26,6 | 0,548 | -0,452 | -11,744 | 0,205 | -0,093 | 40,0 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 68,9 | 1,418 | 0,418 | -11,326 | 0,175 | 0,073 | 39,1 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 64,3 | 1,324 | 0,324 | -11,002 | 0,105 | 0,034 | 38,5 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 56,5 | 1,163 | 0,163 | -10,839 | 0,027 | 0,004 | 37,9 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 74,2 | 1,527 | 0,527 | -10,312 | 0,278 | 0,147 | 37,1 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 67,9 | 1,398 | 0,398 | -9,914 | 0,158 | 0,063 | 36,6 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 62,0 | 1,276 | 0,276 | -9,638 | 0,076 | 0,021 | 36,5 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 55,4 | 1,140 | 0,140 | -9,497 | 0,020 | 0,003 | 35,9 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 79,1 | 1,628 | 0,628 | -8,869 | 0,395 | 0,248 | 35,8 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 86,8 | 1,787 | 0,787 | -8,082 | 0,619 | 0,487 | 35,8 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 84,9 | 1,748 | 0,748 | -7,335 | 0,559 | 0,418 | 35,4 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 71,8 | 1,478 | 0,478 | -6,857 | 0,228 | 0,109 | 34,0 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 72,7 | 1,497 | 0,497 | -6,360 | 0,247 | 0,122 | 33,9 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 69,9 | 1,439 | 0,439 | -5,921 | 0,193 | 0,085 | 33,8 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 69,2 | 1,424 | 0,424 | -5,497 | 0,180 | 0,076 | 33,4 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 104,8 | 2,157 | 1,157 | -4,340 | 1,339 | 1,550 | 33,4 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 83,9 | 1,727 | 0,727 | -3,613 | 0,529 | 0,384 | 33,0 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 70,5 | 1,451 | 0,451 | -3,161 | 0,204 | 0,092 | 32,3 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 61,1 | 1,258 | 0,258 | -2,904 | 0,066 | 0,017 | 32,3 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 78,7 | 1,620 | 0,620 | -2,284 | 0,384 | 0,238 | 31,1 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 79,7 | 1,641 | 0,641 | -1,643 | 0,410 | 0,263 | 31,1 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 79,0 | 1,626 | 0,626 | -1,017 | 0,392 | 0,246 | 30,4 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 61,4 | 1,264 | 0,264 | -0,753 | 0,070 | 0,018 | 30,3 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 103,9 | 2,139 | 1,139 | 0,386 | 1,297 | 1,477 | 28,2 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 83,6 | 1,721 | 0,721 | 1,107 | 0,520 | 0,375 | 27,7 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 94,8 | 1,951 | 0,951 | 2,058 | 0,905 | 0,861 | 27,4 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 72,7 | 1,497 | 0,497 | 2,554 | 0,247 | 0,122 | 27.0 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 53,0 | 1,091 | 0,091 | 2,645 | 0,008 | 0,001 | 26,6 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 73,6 | 1,515 | 0,515 | 3,160 | 0,265 | 0,137 | 26,6 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 60,8 | 1,252 | 0,252 | 3,412 | 0,063 | 0,016 | 26,5 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 48,9 | 1,007 | 0,007 | 3,419 | 0,000 | 0,000 | 26,5 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 100,2 | 2,063 | 1,063 | 4,481 | 1,129 | 1,200 | 26,4 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 32,3 | 0,665 | -0,335 | 4,146 | 0,112 | -0,038 | 26,4 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 22,5 | 0,463 | -0,537 | 3,609 | 0,288 | -0,155 | 25,4 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 22,7 | 0,467 | -0,533 | 3,076 | 0,284 | -0,151 | 24,9 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 18,4 | 0,379 | -0,621 | 2,455 | 0,386 | -0,240 | 24,3 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 25,4 | 0,523 | -0,477 | 1,978 | 0,228 | -0,109 | 24,2 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 38,5 | 0,793 | -0,207 | 1,771 | 0,043 | -0,009 | 22,7 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 34,0 | 0,700 | -0,300 | 1,470 | 0,090 | -0,027 | 22,5 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 27,0 | 0,556 | -0,444 | 1,026 | 0,197 | -0,088 | 22,3 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 26,5 | 0,545 | -0,455 | 0,572 | 0,207 | -0,094 | 20,9 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 20,9 | 0,430 | -0,570 | 0,002 | 0,325 | -0,185 | 18,4 | 98,78 |
| 3935,10/81=48,58 | | | 81,0 |  |  | 17,644 | 6,024 |  |  |
| Река Талас – гидрологическая станция Жасоркениет | | | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 13,1 | 0,744 | -0,256 | -0,256 | 0,066 | -0,017 | 42,9 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 18,9 | 1,073 | 0,073 | -0,183 | 0,005 | 0,000 | 42,4 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 21,1 | 1,198 | 0,198 | 0,015 | 0,039 | 0,008 | 37,2 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 13,1 | 0,744 | -0,256 | -0,241 | 0,066 | -0,017 | 36,5 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 11,2 | 0,636 | -0,364 | -0,605 | 0,132 | -0,048 | 36,1 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 13,0 | 0,738 | -0,262 | -0,866 | 0,069 | -0,018 | 31,0 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 16,4 | 0,931 | -0,069 | -0,935 | 0,005 | 0,000 | 29,4 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 21,0 | 1,193 | 0,193 | -0,743 | 0,037 | 0,007 | 29,2 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 19,3 | 1,096 | 0,096 | -0,647 | 0,009 | 0,001 | 27,5 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 22,8 | 1,295 | 0,295 | -0,352 | 0,087 | 0,026 | 26,8 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 16,0 | 0,909 | -0,091 | -0,443 | 0,008 | -0,001 | 26,7 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 17,8 | 1,011 | 0,011 | -0,433 | 0,000 | 0,000 | 26,7 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 27,5 | 1,562 | 0,562 | 0,129 | 0,315 | 0,177 | 26,3 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 18,5 | 1,051 | 0,051 | 0,180 | 0,003 | 0,000 | 26,1 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 18,1 | 1,028 | 0,028 | 0,207 | 0,001 | 0,000 | 22,9 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 21,6 | 1,227 | 0,227 | 0,434 | 0,051 | 0,012 | 22,8 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 20,1 | 1,141 | 0,141 | 0,575 | 0,020 | 0,003 | 22,8 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 13,7 | 0,778 | -0,222 | 0,353 | 0,049 | -0,011 | 22,2 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 31,0 | 1,760 | 0,760 | 1,114 | 0,578 | 0,440 | 22,2 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 17,5 | 0,994 | -0,006 | 1,107 | 0,000 | 0,000 | 21,6 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 26,7 | 1,516 | 0,516 | 1,624 | 0,266 | 0,138 | 21,2 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 12,7 | 0,721 | -0,279 | 1,345 | 0,078 | -0,022 | 21,1 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 15,3 | 0,869 | -0,131 | 1,214 | 0,017 | -0,002 | 21,0 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 14,3 | 0,812 | -0,188 | 1,026 | 0,035 | -0,007 | 20,7 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 19,0 | 1,079 | 0,079 | 1,105 | 0,006 | 0,000 | 20,4 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 12,4 | 0,704 | -0,296 | 0,809 | 0,088 | -0,026 | 20,1 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 21,2 | 1,204 | 0,204 | 1,013 | 0,042 | 0,008 | 19,9 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 19,0 | 1,079 | 0,079 | 1,092 | 0,006 | 0,000 | 19,8 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 19,8 | 1,124 | 0,124 | 1,216 | 0,015 | 0,002 | 19,8 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 37,2 | 2,112 | 1,112 | 2,328 | 1,238 | 1,377 | 19,3 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 19,8 | 1,124 | 0,124 | 2,453 | 0,015 | 0,002 | 19,0 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 13,9 | 0,789 | -0,211 | 2,242 | 0,044 | -0,009 | 19,0 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 17,0 | 0,965 | -0,035 | 2,207 | 0,001 | 0,000 | 18,9 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 14,1 | 0,801 | -0,199 | 2,008 | 0,040 | -0,008 | 18,5 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 12,5 | 0,710 | -0,290 | 1,718 | 0,084 | -0,024 | 18,1 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 7,57 | 0,430 | -0,570 | 1,148 | 0,325 | -0,185 | 17,8 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 5,99 | 0,340 | -0,660 | 0,488 | 0,435 | -0,287 | 17,5 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 7,79 | 0,442 | -0,558 | -0,070 | 0,311 | -0,173 | 17,0 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 7,41 | 0,421 | -0,579 | -0,649 | 0,335 | -0,194 | 16,7 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 9,62 | 0,546 | -0,454 | -1,103 | 0,206 | -0,093 | 16,5 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 7,30 | 0,415 | -0,585 | -1,688 | 0,343 | -0,201 | 16,4 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 16,7 | 0,948 | -0,052 | -1,740 | 0,003 | 0,000 | 16,0 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 11,7 | 0,664 | -0,336 | -2,075 | 0,113 | -0,038 | 15,3 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 8,39 | 0,476 | -0,524 | -2,599 | 0,274 | -0,144 | 14,8 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 7,67 | 0,436 | -0,564 | -3,163 | 0,319 | -0,180 | 14,6 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 8,53 | 0,484 | -0,516 | -3,679 | 0,266 | -0,137 | 14,4 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 7,66 | 0,435 | -0,565 | -4,244 | 0,319 | -0,180 | 14,3 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 12,6 | 0,716 | -0,284 | -4,529 | 0,081 | -0,023 | 14,1 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 13,9 | 0,789 | -0,211 | -4,739 | 0,044 | -0,009 | 13,9 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 10,7 | 0,608 | -0,392 | -5,132 | 0,154 | -0,060 | 13,9 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 11,2 | 0,636 | -0,364 | -5,496 | 0,132 | -0,048 | 13,7 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 22,2 | 1,261 | 0,261 | -5,235 | 0,068 | 0,018 | 13,7 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 20,4 | 1,158 | 0,158 | -5,077 | 0,025 | 0,004 | 13,1 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 19,9 | 1,130 | 0,130 | -4,947 | 0,017 | 0,002 | 13,1 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 42,9 | 2,436 | 1,436 | -3,510 | 2,062 | 2,962 | 13,0 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 29,4 | 1,670 | 0,670 | -2,841 | 0,448 | 0,300 | 13,0 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 20,7 | 1,175 | 0,175 | -2,665 | 0,031 | 0,005 | 12,7 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 14,6 | 0,829 | -0,171 | -2,836 | 0,029 | -0,005 | 12,6 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 26,1 | 1,482 | 0,482 | -2,354 | 0,232 | 0,112 | 12,5 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 26,7 | 1,516 | 0,516 | -1,838 | 0,266 | 0,138 | 12,4 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 26,3 | 1,493 | 0,493 | -1,345 | 0,244 | 0,120 | 12,1 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 14,8 | 0,840 | -0,160 | -1,504 | 0,025 | -0,004 | 11,7 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 42,4 | 2,408 | 1,408 | -0,096 | 1,982 | 2,790 | 11,4 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 29,2 | 1,658 | 0,658 | 0,562 | 0,433 | 0,285 | 11,2 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 36,5 | 2,073 | 1,073 | 1,634 | 1,151 | 1,234 | 11,2 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 22,2 | 1,261 | 0,261 | 1,895 | 0,068 | 0,018 | 10,7 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 9,4 | 0,534 | -0,466 | 1,429 | 0,217 | -0,101 | 9,62 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 22,8 | 1,295 | 0,295 | 1,724 | 0,087 | 0,026 | 9,4 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 14,4 | 0,818 | -0,182 | 1,541 | 0,033 | -0,006 | 8,53 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 22,9 | 1,300 | 0,300 | 1,842 | 0,090 | 0,027 | 8,5 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 36,1 | 2,050 | 1,050 | 2,892 | 1,102 | 1,158 | 8,39 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 26,8 | 1,522 | 0,522 | 3,414 | 0,272 | 0,142 | 7,8 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 16,5 | 0,937 | -0,063 | 3,350 | 0,004 | 0,000 | 7,8 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 13,7 | 0,778 | -0,222 | 3,128 | 0,049 | -0,011 | 7,79 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 13,0 | 0,738 | -0,262 | 2,867 | 0,069 | -0,018 | 7,67 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 8,5 | 0,483 | -0,517 | 2,349 | 0,268 | -0,138 | 7,66 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 7,8 | 0,443 | -0,557 | 1,792 | 0,310 | -0,173 | 7,57 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 12,1 | 0,687 | -0,313 | 1,479 | 0,098 | -0,031 | 7,5 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 7,5 | 0,426 | -0,574 | 0,905 | 0,330 | -0,189 | 7,41 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 7,8 | 0,443 | -0,557 | 0,348 | 0,310 | -0,173 | 7,3 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 11,4 | 0,647 | -0,353 | -0,004 | 0,124 | -0,044 | 5,99 | 98,78 |
| 1426,33/81=17,61 | | | 81,00 |  |  | 17,624 | 8,483 |  |  |
| река Шу – гидрологическая станция Милянфан | | | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 19,6 | 0,832 | -0,168 | -0,168 | 0,028 | -0,005 | 38,9 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 22,4 | 0,950 | -0,050 | -0,218 | 0,002 | 0,000 | 37,8 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 25,9 | 1,099 | 0,099 | -0,119 | 0,010 | 0,001 | 37,4 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 20,7 | 0,878 | -0,122 | -0,241 | 0,015 | -0,002 | 33,8 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 22,5 | 0,955 | -0,045 | -0,286 | 0,002 | 0,000 | 32,5 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 24,1 | 1,022 | 0,022 | -0,263 | 0,001 | 0,000 | 32,4 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 38,9 | 1,650 | 0,650 | 0,387 | 0,423 | 0,275 | 31,3 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 29,1 | 1,235 | 0,235 | 0,622 | 0,055 | 0,013 | 30,6 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 29,4 | 1,247 | 0,247 | 0,869 | 0,061 | 0,015 | 30,6 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 30,6 | 1,298 | 0,298 | 1,167 | 0,089 | 0,027 | 29,9 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 31,3 | 1,328 | 0,328 | 1,495 | 0,108 | 0,035 | 29,7 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 21,2 | 0,899 | -0,101 | 1,395 | 0,010 | -0,001 | 29,7 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 30,6 | 1,298 | 0,298 | 1,693 | 0,089 | 0,027 | 29,5 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 28,0 | 1,188 | 0,188 | 1,881 | 0,035 | 0,007 | 29,4 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 29,7 | 1,260 | 0,260 | 2,141 | 0,068 | 0,018 | 29,2 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 28,4 | 1,205 | 0,205 | 2,346 | 0,042 | 0,009 | 29,2 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 32,5 | 1,379 | 0,379 | 2,725 | 0,144 | 0,054 | 29,1 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 22,0 | 0,933 | -0,067 | 2,658 | 0,004 | 0,000 | 28,9 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 37,8 | 1,604 | 0,604 | 3,262 | 0,364 | 0,220 | 28,7 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 28,7 | 1,218 | 0,218 | 3,479 | 0,047 | 0,010 | 28,4 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 29,5 | 1,252 | 0,252 | 3,731 | 0,063 | 0,016 | 28,4 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 20,5 | 0,870 | -0,130 | 3,601 | 0,017 | -0,002 | 28,0 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 17,6 | 0,747 | -0,253 | 3,347 | 0,064 | -0,016 | 28,0 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 22,6 | 0,959 | -0,041 | 3,306 | 0,002 | 0,000 | 27,8 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 23,9 | 1,014 | 0,014 | 3,320 | 0,000 | 0,000 | 27,3 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 17,4 | 0,738 | -0,262 | 3,059 | 0,069 | -0,018 | 27,2 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 27,2 | 1,154 | 0,154 | 3,213 | 0,024 | 0,004 | 27,1 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 21,6 | 0,916 | -0,084 | 3,129 | 0,007 | -0,001 | 27,1 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 17,5 | 0,742 | -0,258 | 2,871 | 0,066 | -0,017 | 26,9 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 28,9 | 1,226 | 0,226 | 3,098 | 0,051 | 0,012 | 26,8 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 21,0 | 0,891 | -0,109 | 2,989 | 0,012 | -0,001 | 26,7 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 16,2 | 0,687 | -0,313 | 2,676 | 0,098 | -0,031 | 25,9 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 14,1 | 0,598 | -0,402 | 2,274 | 0,161 | -0,065 | 24,8 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 18,7 | 0,793 | -0,207 | 2,067 | 0,043 | -0,009 | 24,4 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 12,9 | 0,547 | -0,453 | 1,615 | 0,205 | -0,093 | 24,3 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 11,8 | 0,501 | -0,499 | 1,115 | 0,249 | -0,125 | 24,1 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 13,1 | 0,556 | -0,444 | 0,671 | 0,197 | -0,088 | 24,1 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 12,4 | 0,526 | -0,474 | 0,197 | 0,225 | -0,106 | 23,9 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 14,7 | 0,624 | -0,376 | -0,179 | 0,142 | -0,053 | 23,6 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 15,5 | 0,658 | -0,342 | -0,521 | 0,117 | -0,040 | 22,8 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 14,9 | 0,632 | -0,368 | -0,889 | 0,135 | -0,050 | 22,8 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 23,6 | 1,001 | 0,001 | -0,888 | 0,000 | 0,000 | 22,8 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 17,7 | 0,751 | -0,249 | -1,137 | 0,062 | -0,015 | 22,6 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 20,7 | 0,878 | -0,122 | -1,259 | 0,015 | -0,002 | 22,6 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 16,6 | 0,704 | -0,296 | -1,555 | 0,087 | -0,026 | 22,5 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 28,0 | 1,188 | 0,188 | -1,367 | 0,035 | 0,007 | 22,4 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 18,6 | 0,789 | -0,211 | -1,577 | 0,044 | -0,009 | 22,4 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 26,9 | 1,141 | 0,141 | -1,436 | 0,020 | 0,003 | 22,0 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 37,4 | 1,587 | 0,587 | -0,849 | 0,344 | 0,202 | 21,6 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 22,4 | 0,950 | -0,050 | -0,899 | 0,002 | 0,000 | 21,6 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 28,4 | 1,205 | 0,205 | -0,694 | 0,042 | 0,009 | 21,2 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 24,4 | 1,035 | 0,035 | -0,659 | 0,001 | 0,000 | 21,0 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 27,1 | 1,150 | 0,150 | -0,509 | 0,022 | 0,003 | 20,7 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 29,2 | 1,239 | 0,239 | -0,270 | 0,057 | 0,014 | 20,7 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 32,4 | 1,375 | 0,375 | 0,104 | 0,140 | 0,053 | 20,7 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 29,2 | 1,239 | 0,239 | 0,343 | 0,057 | 0,014 | 20,5 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 26,7 | 1,133 | 0,133 | 0,476 | 0,018 | 0,002 | 20,0 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 22,8 | 0,967 | -0,033 | 0,443 | 0,001 | 0,000 | 19,9 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 27,1 | 1,150 | 0,150 | 0,593 | 0,022 | 0,003 | 19,6 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 29,7 | 1,260 | 0,260 | 0,853 | 0,068 | 0,018 | 18,7 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 29,9 | 1,269 | 0,269 | 1,122 | 0,072 | 0,019 | 18,61 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 27,3 | 1,158 | 0,158 | 1,280 | 0,025 | 0,004 | 18,6 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 22,8 | 0,967 | -0,033 | 1,247 | 0,001 | 0,000 | 18,6 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 33,8 | 1,434 | 0,434 | 1,681 | 0,188 | 0,082 | 18,4 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 18,4 | 0,781 | -0,219 | 1,462 | 0,048 | -0,011 | 18,36 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 18,6 | 0,789 | -0,211 | 1,251 | 0,044 | -0,009 | 18,28 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 22,8 | 0,967 | -0,033 | 1,219 | 0,001 | 0,000 | 17,7 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 26,8 | 1,137 | 0,137 | 1,356 | 0,019 | 0,003 | 17,6 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 24,3 | 1,031 | 0,031 | 1,387 | 0,001 | 0,000 | 17,5 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 24,1 | 1,022 | 0,022 | 1,409 | 0,001 | 0,000 | 17,4 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 22,6 | 0,959 | -0,041 | 1,368 | 0,002 | 0,000 | 16,6 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 21,6 | 0,916 | -0,084 | 1,284 | 0,007 | -0,001 | 16,2 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 20,7 | 0,878 | -0,122 | 1,163 | 0,015 | -0,002 | 15,5 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 19,9 | 0,844 | -0,156 | 1,007 | 0,024 | -0,004 | 14,9 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 20,0 | 0,849 | -0,151 | 0,855 | 0,023 | -0,003 | 14,7 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 24,8 | 1,052 | 0,052 | 0,908 | 0,003 | 0,000 | 14,1 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 27,8 | 1,179 | 0,179 | 1,087 | 0,032 | 0,006 | 13,3 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 13,3 | 0,564 | -0,436 | 0,651 | 0,190 | -0,083 | 13,1 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 18,61 | 0,790 | -0,210 | 0,441 | 0,044 | -0,009 | 12,9 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 18,28 | 0,776 | -0,224 | 0,216 | 0,050 | -0,011 | 12,4 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 18,36 | 0,779 | -0,221 | -0,005 | 0,049 | -0,011 | 11,8 | 98,78 |
| 1909,05/81=23,57 | | |  |  |  | 5,424 | 0,263 |  |  |
| Река Шу -гидрологическая станция Тасоткель | | | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 53,2 | 0,752 | -0,248 | -0,248 | 0,061 | -0,015 | 118,5 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 60,8 | 0,860 | -0,140 | -0,388 | 0,020 | -0,003 | 116,8 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 70,3 | 0,994 | -0,006 | -0,394 | 0,000 | 0,000 | 112,8 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 56,2 | 0,795 | -0,205 | -0,600 | 0,042 | -0,009 | 107,9 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 61,1 | 0,864 | -0,136 | -0,736 | 0,019 | -0,003 | 104,8 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 65,4 | 0,925 | -0,075 | -0,811 | 0,006 | 0,000 | 104,4 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 73,7 | 1,042 | 0,042 | -0,769 | 0,002 | 0,000 | 100,1 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 61,6 | 0,871 | -0,129 | -0,899 | 0,017 | -0,002 | 99,0 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 65,7 | 0,929 | -0,071 | -0,970 | 0,005 | 0,000 | 95,4 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 75,2 | 1,063 | 0,063 | -0,906 | 0,004 | 0,000 | 93,6 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 70,0 | 0,990 | -0,010 | -0,917 | 0,000 | 0,000 | 90,3 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 61,1 | 0,864 | -0,136 | -1,053 | 0,019 | -0,003 | 90,0 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 82,3 | 1,164 | 0,164 | -0,889 | 0,027 | 0,004 | 84,8 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 82,3 | 1,164 | 0,164 | -0,726 | 0,027 | 0,004 | 84,3 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 78,2 | 1,106 | 0,106 | -0,620 | 0,011 | 0,001 | 83,6 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 76,1 | 1,076 | 0,076 | -0,544 | 0,006 | 0,000 | 83,0 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 78,8 | 1,114 | 0,114 | -0,430 | 0,013 | 0,001 | 82,3 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 59,6 | 0,843 | -0,157 | -0,587 | 0,025 | -0,004 | 82,3 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 99,0 | 1,400 | 0,400 | -0,188 | 0,160 | 0,064 | 82,0 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 83,0 | 1,173 | 0,173 | -0,014 | 0,030 | 0,005 | 80,7 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 79,8 | 1,128 | 0,128 | 0,114 | 0,016 | 0,002 | 80,2 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 67,8 | 0,959 | -0,041 | 0,073 | 0,002 | 0,000 | 79,8 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 57,0 | 0,806 | -0,194 | -0,122 | 0,038 | -0,007 | 79,8 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 65,8 | 0,930 | -0,070 | -0,191 | 0,005 | 0,000 | 79,5 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 75,1 | 1,062 | 0,062 | -0,130 | 0,004 | 0,000 | 78,8 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 59,4 | 0,840 | -0,160 | -0,290 | 0,026 | -0,004 | 78,2 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 73,0 | 1,032 | 0,032 | -0,258 | 0,001 | 0,000 | 76,1 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 76,1 | 1,076 | 0,076 | -0,182 | 0,006 | 0,000 | 76,1 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 60,7 | 0,858 | -0,142 | -0,323 | 0,020 | -0,003 | 75,2 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 90,0 | 1,272 | 0,272 | -0,051 | 0,074 | 0,020 | 75,1 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 70,5 | 0,997 | -0,003 | -0,054 | 0,000 | 0,000 | 74,9 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 63,5 | 0,898 | -0,102 | -0,157 | 0,010 | -0,001 | 73,7 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 59,4 | 0,840 | -0,160 | -0,317 | 0,026 | -0,004 | 73,6 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 63,2 | 0,894 | -0,106 | -0,423 | 0,011 | -0,001 | 73 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 34,7 | 0,491 | -0,509 | -0,933 | 0,259 | -0,132 | 72,0 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 34,6 | 0,489 | -0,511 | -1,443 | 0,261 | -0,133 | 71,4 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 39,6 | 0,560 | -0,440 | -1,884 | 0,194 | -0,085 | 70,9 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 37,5 | 0,530 | -0,470 | -2,353 | 0,221 | -0,104 | 70,5 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 44,5 | 0,629 | -0,371 | -2,724 | 0,138 | -0,051 | 70,3 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 46,9 | 0,663 | -0,337 | -3,061 | 0,114 | -0,038 | 70,0 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 45,1 | 0,638 | -0,362 | -3,423 | 0,131 | -0,048 | 69,9 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 71,4 | 1,009 | 0,009 | -3,414 | 0,000 | 0,000 | 69,8 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 53,6 | 0,758 | -0,242 | -3,656 | 0,059 | -0,014 | 68,0 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 62,6 | 0,885 | -0,115 | -3,771 | 0,013 | -0,002 | 67,8 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 50,2 | 0,710 | -0,290 | -4,061 | 0,084 | -0,024 | 67,4 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 49,6 | 0,701 | -0,299 | -4,360 | 0,089 | -0,027 | 65,9 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 74,9 | 1,059 | 0,059 | -4,301 | 0,003 | 0,000 | 65,8 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 104,8 | 1,482 | 0,482 | -3,819 | 0,232 | 0,112 | 65,7 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 107,9 | 1,526 | 0,526 | -3,294 | 0,276 | 0,145 | 65,4 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 84,3 | 1,192 | 0,192 | -3,102 | 0,037 | 0,007 | 63,5 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 48,7 | 0,689 | -0,311 | -3,414 | 0,097 | -0,030 | 63,2 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 72,0 | 1,018 | 0,018 | -3,396 | 0,000 | 0,000 | 63,2 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 82,0 | 1,159 | 0,159 | -3,236 | 0,025 | 0,004 | 62,6 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 84,8 | 1,199 | 0,199 | -3,037 | 0,040 | 0,008 | 61,6 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 90,3 | 1,277 | 0,277 | -2,761 | 0,077 | 0,021 | 61,1 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 79,8 | 1,128 | 0,128 | -2,632 | 0,016 | 0,002 | 61,1 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 63,2 | 0,894 | -0,106 | -2,739 | 0,011 | -0,001 | 60,8 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 68,0 | 0,961 | -0,039 | -2,777 | 0,001 | 0,000 | 60,7 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 104,4 | 1,476 | 0,476 | -2,301 | 0,227 | 0,108 | 59,6 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 100,1 | 1,415 | 0,415 | -1,886 | 0,172 | 0,072 | 59,6 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 80,2 | 1,134 | 0,134 | -1,752 | 0,018 | 0,002 | 59,4 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 69,9 | 0,988 | -0,012 | -1,764 | 0,000 | 0,000 | 59,4 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 118,5 | 1,675 | 0,675 | -1,089 | 0,456 | 0,308 | 58,6 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 116,8 | 1,651 | 0,651 | -0,437 | 0,424 | 0,276 | 57,0 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 112,8 | 1,595 | 0,595 | 0,157 | 0,354 | 0,210 | 56,3 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 95,4 | 1,349 | 0,349 | 0,506 | 0,122 | 0,042 | 56,2 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 83,6 | 1,182 | 0,182 | 0,688 | 0,033 | 0,006 | 55,65 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 65,9 | 0,932 | -0,068 | 0,620 | 0,005 | 0,000 | 55,4 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 54,6 | 0,772 | -0,228 | 0,392 | 0,052 | -0,012 | 54,6 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 70,9 | 1,002 | 0,002 | 0,394 | 0,000 | 0,000 | 53,6 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 80,7 | 1,141 | 0,141 | 0,535 | 0,020 | 0,003 | 53,2 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 73,6 | 1,041 | 0,041 | 0,576 | 0,002 | 0,000 | 50,2 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 69,8 | 0,987 | -0,013 | 0,563 | 0,000 | 0,000 | 49,6 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 58,6 | 0,829 | -0,171 | 0,391 | 0,029 | -0,005 | 48,7 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 67,4 | 0,953 | -0,047 | 0,344 | 0,002 | 0,000 | 46,9 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 59,6 | 0,843 | -0,157 | 0,187 | 0,025 | -0,004 | 45,1 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 93,6 | 1,323 | 0,323 | 0,510 | 0,105 | 0,034 | 44,5 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 79,5 | 1,124 | 0,124 | 0,634 | 0,015 | 0,002 | 39,6 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 56,30 | 0,796 | -0,204 | 0,430 | 0,042 | -0,008 | 37,5 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 55,40 | 0,783 | -0,217 | 0,213 | 0,047 | -0,010 | 34,7 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 55,65 | 0,787 | -0,213 | 0,000 | 0,045 | -0,010 | 34,6 | 98,78 |
| 5729,15/81=70,73 | | |  |  |  | 5,305 | 0,669 |  |  |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расчет эмпирической кривой вероятности превышения среднегодовых температура воздуха водосбора рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Годы | , оС |  |  |  | , оС | , % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Метеорологическая станция Нурлыкент | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 8,6 | 1,123 | 0,123 | 0,123 | 9,4 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 9,1 | 1,188 | 0,188 | 0,311 | 9,2 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 6,9 | 0,901 | -0,099 | 0,212 | 9,1 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 5,9 | 0,770 | -0,230 | -0,018 | 9,1 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 7,6 | 0,992 | -0,008 | -0,026 | 8,8 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 6,7 | 0,875 | -0,125 | -0,151 | 8,8 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 6,9 | 0,901 | -0,099 | -0,250 | 8,7 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 7,0 | 0,914 | -0,086 | -0,337 | 8,7 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 6,2 | 0,809 | -0,191 | -0,527 | 8,7 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 5,8 | 0,757 | -0,243 | -0,770 | 8,6 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 5,8 | 0,757 | -0,243 | -1,013 | 8,6 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 6,4 | 0,836 | -0,164 | -1,177 | 8,6 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 6,6 | 0,862 | -0,138 | -1,316 | 8,6 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 7,4 | 0,966 | -0,034 | -1,350 | 8,6 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 5,4 | 0,705 | -0,295 | -1,645 | 8,6 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 7,0 | 0,914 | -0,086 | -1,731 | 8,5 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 7,2 | 0,940 | -0,060 | -1,791 | 8,4 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 6,1 | 0,796 | -0,204 | -1,994 | 8,4 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 7,6 | 0,992 | -0,008 | -2,002 | 8,4 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 6,6 | 0,862 | -0,138 | -2,141 | 8,3 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 6,3 | 0,822 | -0,178 | -2,318 | 8,3 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 7,8 | 1,018 | 0,018 | -2,300 | 8,3 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 7,3 | 0,953 | -0,047 | -2,347 | 8,3 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 8,0 | 1,044 | 0,044 | -2,303 | 8,3 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 6,8 | 0,888 | -0,112 | -2,415 | 8,3 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 8,1 | 1,057 | 0,057 | -2,357 | 8,1 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 8,1 | 1,057 | 0,057 | -2,300 | 8,1 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 7,7 | 1,005 | 0,005 | -2,295 | 8,1 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 7,2 | 0,940 | -0,060 | -2,355 | 8,1 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 6,2 | 0,809 | -0,191 | -2,545 | 8,1 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 7,9 | 1,031 | 0,031 | -2,514 | 8,1 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 8,4 | 1,097 | 0,097 | -2,417 | 8,1 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 6,2 | 0,809 | -0,191 | -2,608 | 8 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 8,3 | 1,084 | 0,084 | -2,525 | 8 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 6,8 | 0,888 | -0,112 | -2,637 | 8 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 7,8 | 1,018 | 0,018 | -2,619 | 7,9 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 7,5 | 0,979 | -0,021 | -2,639 | 7,9 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 8,4 | 1,097 | 0,097 | -2,543 | 7,9 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 7,8 | 1,018 | 0,018 | -2,525 | 7,9 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 8,1 | 1,057 | 0,057 | -2,467 | 7,8 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 8,6 | 1,123 | 0,123 | -2,344 | 7,8 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 7,7 | 1,005 | 0,005 | -2,339 | 7,8 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 7,8 | 1,018 | 0,018 | -2,321 | 7,8 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 8,6 | 1,123 | 0,123 | -2,198 | 7,8 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 6,4 | 0,836 | -0,164 | -2,363 | 7,7 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 7,6 | 0,992 | -0,008 | -2,370 | 7,7 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 7,9 | 1,031 | 0,031 | -2,339 | 7,7 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 8,1 | 1,057 | 0,057 | -2,282 | 7,6 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 8,3 | 1,084 | 0,084 | -2,198 | 7,6 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 7,3 | 0,953 | -0,047 | -2,245 | 7,6 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 8,4 | 1,097 | 0,097 | -2,149 | 7,6 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 8,1 | 1,057 | 0,057 | -2,091 | 7,5 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 7,8 | 1,018 | 0,018 | -2,073 | 7,4 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 7,1 | 0,927 | -0,073 | -2,146 | 7,3 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 8,1 | 1,057 | 0,057 | -2,088 | 7,3 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 8,3 | 1,084 | 0,084 | -2,005 | 7,2 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 7,0 | 0,914 | -0,086 | -2,091 | 7,2 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 8,7 | 1,136 | 0,136 | -1,955 | 7,1 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 7,9 | 1,031 | 0,031 | -1,924 | 7,0 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 8,3 | 1,084 | 0,084 | -1,840 | 7,0 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 8,7 | 1,136 | 0,136 | -1,705 | 7,0 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 8,8 | 1,149 | 0,149 | -1,556 | 7,0 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 8,6 | 1,123 | 0,123 | -1,433 | 6,9 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 7,9 | 1,031 | 0,031 | -1,402 | 6,9 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 8,7 | 1,136 | 0,136 | -1,266 | 6,8 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 8,0 | 1,044 | 0,044 | -1,222 | 6,8 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 8,6 | 1,123 | 0,123 | -1,099 | 6,7 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 8,5 | 1,110 | 0,110 | -0,989 | 6,7 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 8,3 | 1,084 | 0,084 | -0,906 | 6,6 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 8,1 | 1,057 | 0,057 | -0,848 | 6,6 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 8,6 | 1,123 | 0,123 | -0,726 | 6,4 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 7,6 | 0,992 | -0,008 | -0,733 | 6,4 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 7,0 | 0,914 | -0,086 | -0,820 | 6,3 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 9,1 | 1,188 | 0,188 | -0,632 | 6,2 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 6,7 | 0,875 | -0,125 | -0,757 | 6,2 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 8,8 | 1,149 | 0,149 | -0,608 | 6,2 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 9,2 | 1,201 | 0,201 | -0,407 | 6,1 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 8,3 | 1,084 | 0,084 | -0,323 | 5,9 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 7,7 | 1,005 | 0,005 | -0,318 | 5,8 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 9,4 | 1,227 | 0,227 | -0,091 | 5,8 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 8,0 | 1,044 | 0,044 | -0,047 | 5,4 | 98,78 |
| 620,1/81=7,66 | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Саудакент | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 10,9 | 1,038 | 0,038 | 0,038 | 11,3 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 11,3 | 1,076 | 0,076 | 0,114 | 10,9 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 10,3 | 0,981 | -0,019 | 0,095 | 10,3 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 9,6 | 0,914 | -0,086 | 0,009 | 9,6 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 10,5 | 1,000 | 0,000 | 0,009 | 10,5 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 9,4 | 0,895 | -0,105 | -0,095 | 9,4 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 10,1 | 0,962 | -0,038 | -0,133 | 10,1 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 10,0 | 0,952 | -0,048 | -0,181 | 10,0 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 10,4 | 0,990 | -0,010 | -0,191 | 10,4 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 9,5 | 0,905 | -0,095 | -0,286 | 9,5 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 9,1 | 0,867 | -0,133 | -0,419 | 9,1 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 9,3 | 0,886 | -0,114 | -0,533 | 9,3 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 9,3 | 0,886 | -0,114 | -0,648 | 9,3 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 10,6 | 1,010 | 0,010 | -0,638 | 10,6 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 8,3 | 0,790 | -0,210 | -0,848 | 8,3 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 10,5 | 1,000 | 0,000 | -0,848 | 10,5 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 9,7 | 0,924 | -0,076 | -0,924 | 9,7 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 9,4 | 0,895 | -0,105 | -1,029 | 9,4 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 10,0 | 0,952 | -0,048 | -1,076 | 10,0 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 9,3 | 0,886 | -0,114 | -1,191 | 9,3 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 8,9 | 0,848 | -0,152 | -1,343 | 8,9 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 10,7 | 1,019 | 0,019 | -1,324 | 10,7 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 10,4 | 0,990 | -0,010 | -1,333 | 10,4 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 10,8 | 1,029 | 0,029 | -1,305 | 10,8 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 8,9 | 0,848 | -0,152 | -1,457 | 8,9 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 10,8 | 1,029 | 0,029 | -1,429 | 10,8 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 10,6 | 1,010 | 0,010 | -1,419 | 10,6 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 10,0 | 0,952 | -0,048 | -1,467 | 10,0 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 9,9 | 0,943 | -0,057 | -1,524 | 9,9 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 7,9 | 0,752 | -0,248 | -1,772 | 7,9 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 10,1 | 0,962 | -0,038 | -1,810 | 10,1 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 10,9 | 1,038 | 0,038 | -1,772 | 10,9 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 8,1 | 0,771 | -0,229 | -2,000 | 8,1 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 10,7 | 1,019 | 0,019 | -1,981 | 10,7 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 9,1 | 0,867 | -0,133 | -2,114 | 9,1 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 10,8 | 1,029 | 0,029 | -2,086 | 10,8 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 9,4 | 0,895 | -0,105 | -2,191 | 9,4 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 10,4 | 0,990 | -0,010 | -2,200 | 10,4 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 10,1 | 0,962 | -0,038 | -2,238 | 10,1 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 10,6 | 1,010 | 0,010 | -2,229 | 10,6 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 10,4 | 0,990 | -0,010 | -2,238 | 10,4 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 11,0 | 1,048 | 0,048 | -2,191 | 11,0 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 10,2 | 0,971 | -0,029 | -2,219 | 10,2 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 12,2 | 1,162 | 0,162 | -2,057 | 12,2 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 9,3 | 0,886 | -0,114 | -2,172 | 9,3 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 10,2 | 0,971 | -0,029 | -2,200 | 10,2 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 10,7 | 1,019 | 0,019 | -2,181 | 10,7 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 10,9 | 1,038 | 0,038 | -2,143 | 10,9 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 10,9 | 1,038 | 0,038 | -2,105 | 10,9 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 11,0 | 1,048 | 0,048 | -2,057 | 11,0 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 11,1 | 1,057 | 0,057 | -2,000 | 11,1 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 10,7 | 1,019 | 0,019 | -1,981 | 10,7 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 10,5 | 1,000 | 0,000 | -1,981 | 10,5 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 9,2 | 0,876 | -0,124 | -2,105 | 9,2 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 10,1 | 0,962 | -0,038 | -2,143 | 10,1 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 12,1 | 1,152 | 0,152 | -1,991 | 12,1 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 10,3 | 0,981 | -0,019 | -2,010 | 10,3 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 12,0 | 1,143 | 0,143 | -1,867 | 12,0 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 10,4 | 0,990 | -0,010 | -1,876 | 10,4 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 11,7 | 1,114 | 0,114 | -1,762 | 11,7 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 12,3 | 1,171 | 0,171 | -1,591 | 12,3 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 11,5 | 1,095 | 0,095 | -1,495 | 11,5 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 11,8 | 1,124 | 0,124 | -1,372 | 11,8 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 10,5 | 1,000 | 0,000 | -1,372 | 10,5 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 12,3 | 1,171 | 0,171 | -1,200 | 12,3 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 12,0 | 1,143 | 0,143 | -1,057 | 12,0 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 11,3 | 1,076 | 0,076 | -0,981 | 11,3 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 11,7 | 1,114 | 0,114 | -0,867 | 11,7 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 11,1 | 1,057 | 0,057 | -0,810 | 11,1 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 11,3 | 1,076 | 0,076 | -0,733 | 11,3 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 11,8 | 1,124 | 0,124 | -0,610 | 11,8 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 10,2 | 0,971 | -0,029 | -0,638 | 10,2 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 10,2 | 0,971 | -0,029 | -0,667 | 10,2 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 12,3 | 1,171 | 0,171 | -0,495 | 12,3 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 9,6 | 0,914 | -0,086 | -0,581 | 9,6 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 11,9 | 1,133 | 0,133 | -0,448 | 11,9 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 12,1 | 1,152 | 0,152 | -0,295 | 12,1 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 11,0 | 1,048 | 0,048 | -0,248 | 11,0 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 10,6 | 1,010 | 0,010 | -0,238 | 10,6 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 11,9 | 1,133 | 0,133 | -0,105 | 11,9 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 11,3 | 1,076 | 0,076 | -0,029 | 11,3 | 98,78 |
| 850,20/81=10,50 | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Талас | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 9,2 | 1,119 | 0,119 | 0,119 | 10,1 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 8,3 | 1,010 | 0,010 | 0,129 | 9,8 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 7,9 | 0,961 | -0,039 | 0,090 | 9,5 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 7,4 | 0,900 | -0,100 | -0,010 | 9,5 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 8,2 | 0,998 | -0,002 | -0,012 | 9,4 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 7,3 | 0,888 | -0,112 | -0,124 | 9,4 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 8,0 | 0,973 | -0,027 | -0,151 | 9,4 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 8,0 | 0,973 | -0,027 | -0,178 | 9,3 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 7,8 | 0,949 | -0,051 | -0,229 | 9,3 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 6,4 | 0,779 | -0,221 | -0,450 | 9,3 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 6,7 | 0,815 | -0,185 | -0,635 | 9,2 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 6,9 | 0,839 | -0,161 | -0,796 | 9,2 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 7,3 | 0,888 | -0,112 | -0,908 | 9,2 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 7,7 | 0,937 | -0,063 | -0,971 | 9,2 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 6,3 | 0,766 | -0,234 | -1,205 | 9,1 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 8,0 | 0,973 | -0,027 | -1,231 | 9,1 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 7,7 | 0,937 | -0,063 | -1,295 | 9,1 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 6,6 | 0,803 | -0,197 | -1,492 | 9,1 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 7,6 | 0,925 | -0,075 | -1,567 | 9 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 7,3 | 0,888 | -0,112 | -1,679 | 9 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 7,0 | 0,852 | -0,148 | -1,827 | 8,9 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 7,9 | 0,961 | -0,039 | -1,866 | 8,9 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 7,7 | 0,937 | -0,063 | -1,930 | 8,8 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 8,8 | 1,071 | 0,071 | -1,859 | 8,8 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 6,8 | 0,827 | -0,173 | -2,032 | 8,8 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 8,3 | 1,010 | 0,010 | -2,022 | 8,8 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 8,2 | 0,998 | -0,002 | -2,025 | 8,8 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 7,8 | 0,949 | -0,051 | -2,076 | 8,7 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 7,5 | 0,912 | -0,088 | -2,163 | 8,6 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 7,6 | 0,925 | -0,075 | -2,239 | 8,6 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 7,9 | 0,961 | -0,039 | -2,278 | 8,5 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 8,8 | 1,071 | 0,071 | -2,207 | 8,5 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 6,2 | 0,754 | -0,246 | -2,453 | 8,5 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 8,4 | 1,022 | 0,022 | -2,431 | 8,4 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 6,8 | 0,827 | -0,173 | -2,604 | 8,4 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 7,9 | 0,961 | -0,039 | -2,643 | 8,4 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 7,6 | 0,925 | -0,075 | -2,718 | 8,3 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 8,5 | 1,034 | 0,034 | -2,684 | 8,3 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 8,2 | 0,998 | -0,002 | -2,686 | 8,3 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 8,3 | 1,010 | 0,010 | -2,677 | 8,3 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 9,1 | 1,107 | 0,107 | -2,570 | 8,3 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 8,5 | 1,034 | 0,034 | -2,536 | 8,2 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 8,2 | 0,998 | -0,002 | -2,538 | 8,2 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 9,1 | 1,107 | 0,107 | -2,431 | 8,2 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 6,6 | 0,803 | -0,197 | -2,628 | 8,2 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 8,3 | 1,010 | 0,010 | -2,618 | 8,1 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 8,5 | 1,034 | 0,034 | -2,584 | 8,1 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 8,7 | 1,058 | 0,058 | -2,526 | 8,0 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 9,0 | 1,095 | 0,095 | -2,431 | 8,0 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 7,7 | 0,937 | -0,063 | -2,494 | 8,0 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 8,9 | 1,083 | 0,083 | -2,411 | 7,9 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 8,3 | 1,010 | 0,010 | -2,402 | 7,9 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 8,4 | 1,022 | 0,022 | -2,380 | 7,9 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 7,4 | 0,900 | -0,100 | -2,480 | 7,9 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 7,6 | 0,925 | -0,075 | -2,555 | 7,8 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 8,6 | 1,046 | 0,046 | -2,509 | 7,8 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 7,8 | 0,949 | -0,051 | -2,560 | 7,8 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 9,4 | 1,144 | 0,144 | -2,416 | 7,7 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 8,8 | 1,071 | 0,071 | -2,346 | 7,7 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 9,0 | 1,095 | 0,095 | -2,251 | 7,7 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 9,2 | 1,119 | 0,119 | -2,132 | 7,7 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 9,3 | 1,131 | 0,131 | -2,000 | 7,6 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 9,1 | 1,107 | 0,107 | -1,893 | 7,6 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 8,8 | 1,071 | 0,071 | -1,823 | 7,6 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 9,5 | 1,156 | 0,156 | -1,667 | 7,6 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 9,2 | 1,119 | 0,119 | -1,548 | 7,5 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 9,5 | 1,156 | 0,156 | -1,392 | 7,4 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 9,4 | 1,144 | 0,144 | -1,248 | 7,4 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 9,1 | 1,107 | 0,107 | -1,141 | 7,3 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 8,8 | 1,071 | 0,071 | -1,071 | 7,3 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 9,3 | 1,131 | 0,131 | -0,939 | 7,3 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 8,4 | 1,022 | 0,022 | -0,917 | 7,0 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 8,1 | 0,985 | -0,015 | -0,932 | 6,9 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 9,2 | 1,119 | 0,119 | -0,813 | 6,8 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 8,1 | 0,985 | -0,015 | -0,827 | 6,8 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 9,4 | 1,144 | 0,144 | -0,684 | 6,7 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 9,8 | 1,192 | 0,192 | -0,492 | 6,6 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 9,3 | 1,131 | 0,131 | -0,360 | 6,6 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 8,9 | 1,083 | 0,083 | -0,278 | 6,4 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 10,1 | 1,229 | 0,229 | -0,049 | 6,3 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 8,6 | 1,046 | 0,046 | -0,003 | 6,2 | 98,78 |
| 665,8/81=8,22 | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Ойык | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 10,9 | 1,059 | 0,059 | 0,059 | 13,4 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 11,5 | 1,118 | 0,118 | 0,177 | 13,0 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 9,8 | 0,952 | -0,048 | 0,129 | 12,8 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 8,6 | 0,836 | -0,164 | -0,035 | 12,6 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 10,1 | 0,982 | -0,018 | -0,054 | 12,4 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 8,3 | 0,807 | -0,193 | -0,247 | 12,4 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 9,4 | 0,914 | -0,086 | -0,334 | 12,3 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 9,3 | 0,904 | -0,096 | -0,430 | 12,2 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 10,0 | 0,972 | -0,028 | -0,458 | 12,1 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 8,5 | 0,826 | -0,174 | -0,632 | 12,1 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 7,8 | 0,758 | -0,242 | -0,874 | 12.0 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 8,1 | 0,787 | -0,213 | -1,087 | 11,8 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 8,7 | 0,845 | -0,155 | -1,241 | 11,7 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 10,0 | 0,972 | -0,028 | -1,269 | 11,5 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 7,4 | 0,719 | -0,281 | -1,550 | 11,5 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 9,9 | 0,962 | -0,038 | -1,588 | 11,4 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 9,4 | 0,914 | -0,086 | -1,675 | 11,4 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 8,8 | 0,855 | -0,145 | -1,820 | 11,4 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 9,4 | 0,914 | -0,086 | -1,906 | 11,4 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 8,8 | 0,855 | -0,145 | -2,051 | 11,3 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 7,9 | 0,768 | -0,232 | -2,283 | 11,2 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 10,5 | 1,020 | 0,020 | -2,263 | 11,2 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 10,2 | 0,991 | -0,009 | -2,271 | 11,0 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 10,7 | 1,040 | 0,040 | -2,232 | 11,0 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 8,9 | 0,865 | -0,135 | -2,367 | 11,0 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 10,6 | 1,030 | 0,030 | -2,337 | 10,9 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 10,1 | 0,982 | -0,018 | -2,355 | 10,7 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 9,7 | 0,943 | -0,057 | -2,412 | 10,7 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 9,5 | 0,923 | -0,077 | -2,489 | 10,7 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 6,9 | 0,671 | -0,329 | -2,819 | 10,7 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 9,8 | 0,952 | -0,048 | -2,866 | 10,7 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 10,4 | 1,011 | 0,011 | -2,855 | 10,7 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 8,0 | 0,777 | -0,223 | -3,078 | 10,6 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 10,5 | 1,020 | 0,020 | -3,058 | 10,6 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 8,2 | 0,797 | -0,203 | -3,261 | 10,6 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 10,2 | 0,991 | -0,009 | -3,269 | 10,5 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 9,0 | 0,875 | -0,125 | -3,395 | 10,5 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 10,1 | 0,982 | -0,018 | -3,413 | 10,4 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 10,1 | 0,982 | -0,018 | -3,432 | 10,4 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 10,1 | 0,982 | -0,018 | -3,450 | 10,2 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 10,4 | 1,011 | 0,011 | -3,440 | 10,2 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 10,7 | 1,040 | 0,040 | -3,400 | 10,2 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 10,2 | 0,991 | -0,009 | -3,408 | 10,1 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 11,8 | 1,147 | 0,147 | -3,262 | 10,1 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 8,6 | 0,836 | -0,164 | -3,426 | 10,1 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 9,7 | 0,943 | -0,057 | -3,483 | 10,1 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 10,7 | 1,040 | 0,040 | -3,443 | 10,1 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 11,0 | 1,069 | 0,069 | -3,374 | 10,1 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 10,6 | 1,030 | 0,030 | -3,344 | 10,1 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 10,7 | 1,040 | 0,040 | -3,304 | 10,1 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 10,7 | 1,040 | 0,040 | -3,265 | 10,0 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 10,7 | 1,040 | 0,040 | -3,225 | 10,0 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 10,6 | 1,030 | 0,030 | -3,195 | 9,9 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 9,3 | 0,904 | -0,096 | -3,291 | 9,8 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 10,1 | 0,982 | -0,018 | -3,309 | 9,8 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 12,6 | 1,224 | 0,224 | -3,085 | 9,8 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 11,3 | 1,098 | 0,098 | -2,987 | 9,7 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 13,0 | 1,263 | 0,263 | -2,723 | 9,7 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 11,2 | 1,088 | 0,088 | -2,635 | 9,5 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 12,4 | 1,205 | 0,205 | -2,430 | 9,5 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 13,4 | 1,302 | 0,302 | -2,128 | 9,4 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 11,4 | 1,108 | 0,108 | -2,020 | 9,4 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 12,0 | 1,166 | 0,166 | -1,854 | 9,4 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 11,0 | 1,069 | 0,069 | -1,785 | 9,3 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 12,8 | 1,244 | 0,244 | -1,541 | 9,3 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 12,2 | 1,186 | 0,186 | -1,355 | 9,0 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 11,5 | 1,118 | 0,118 | -1,237 | 8,9 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 11,7 | 1,137 | 0,137 | -1,100 | 8,8 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 11,0 | 1,069 | 0,069 | -1,031 | 8,8 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 11,4 | 1,108 | 0,108 | -0,924 | 8,7 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 11,4 | 1,108 | 0,108 | -0,816 | 8,6 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 10,1 | 0,982 | -0,018 | -0,834 | 8,6 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 9,8 | 0,952 | -0,048 | -0,882 | 8,5 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 12,3 | 1,195 | 0,195 | -0,686 | 8,3 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 9,5 | 0,923 | -0,077 | -0,763 | 8,2 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 12,1 | 1,176 | 0,176 | -0,587 | 8,1 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 12,1 | 1,176 | 0,176 | -0,411 | 8,0 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 11,2 | 1,088 | 0,088 | -0,323 | 7,9 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 10,1 | 0,982 | -0,018 | -0,341 | 7,8 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 12,4 | 1,205 | 0,205 | -0,136 | 7,4 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 11,4 | 1,108 | 0,108 | -0,028 | 6,9 | 98,78 |
|  | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Байтык | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 7,6 | 1,141 | 0,141 | 0,141 | 8,0 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 8,0 | 1,201 | 0,201 | 0,342 | 7,8 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 6,6 | 0,991 | -0,009 | 0,333 | 7,7 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 6,3 | 0,946 | -0,054 | 0,279 | 7,6 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 7,8 | 1,171 | 0,171 | 0,450 | 7,6 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 6,0 | 0,901 | -0,099 | 0,351 | 7,5 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 6,8 | 1,021 | 0,021 | 0,372 | 7,5 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 7,0 | 1,051 | 0,051 | 0,423 | 7,4 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 6,4 | 0,961 | -0,039 | 0,384 | 7,4 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 5,1 | 0,766 | -0,234 | 0,150 | 7,4 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 5,9 | 0,886 | -0,114 | 0,036 | 7,4 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 6,3 | 0,946 | -0,054 | -0,018 | 7,3 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 6,3 | 0,946 | -0,054 | -0,072 | 7,3 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 6,9 | 1,036 | 0,036 | -0,036 | 7,3 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 5,6 | 0,841 | -0,159 | -0,195 | 7,2 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 7,3 | 1,096 | 0,096 | -0,099 | 7,2 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 7,1 | 1,066 | 0,066 | -0,033 | 7,2 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 5,7 | 0,856 | -0,144 | -0,177 | 7,2 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 6,2 | 0,931 | -0,069 | -0,246 | 7,2 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 6,2 | 0,931 | -0,069 | -0,315 | 7,1 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 6,0 | 0,901 | -0,099 | -0,415 | 7,1 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 6,4 | 0,961 | -0,039 | -0,454 | 7,1 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 6,7 | 1,006 | 0,006 | -0,448 | 7 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 7,7 | 1,156 | 0,156 | -0,291 | 7 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 5,6 | 0,841 | -0,159 | -0,451 | 7 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 7,2 | 1,081 | 0,081 | -0,370 | 7 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 6,9 | 1,036 | 0,036 | -0,333 | 7 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 6,4 | 0,961 | -0,039 | -0,373 | 7 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 6,4 | 0,961 | -0,039 | -0,412 | 7 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 5,7 | 0,856 | -0,144 | -0,556 | 6,9 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 6,5 | 0,976 | -0,024 | -0,580 | 6,9 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 7,3 | 1,096 | 0,096 | -0,484 | 6,9 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 4,9 | 0,736 | -0,264 | -0,748 | 6,9 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 7,0 | 1,051 | 0,051 | -0,697 | 6,9 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 5,7 | 0,856 | -0,144 | -0,841 | 6,9 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 6,6 | 0,991 | -0,009 | -0,850 | 6,9 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 6,2 | 0,931 | -0,069 | -0,919 | 6,8 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 7,2 | 1,081 | 0,081 | -0,838 | 6,8 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 7,0 | 1,051 | 0,051 | -0,787 | 6,8 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 6,9 | 1,036 | 0,036 | -0,751 | 6,7 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 7,4 | 1,111 | 0,111 | -0,640 | 6,7 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 6,7 | 1,006 | 0,006 | -0,634 | 6,7 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 6,5 | 0,976 | -0,024 | -0,658 | 6,7 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 7,5 | 1,126 | 0,126 | -0,532 | 6,6 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 5,3 | 0,796 | -0,204 | -0,736 | 6,6 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 7,0 | 1,051 | 0,051 | -0,685 | 6,6 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 6,6 | 0,991 | -0,009 | -0,694 | 6,6 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 6,6 | 0,991 | -0,009 | -0,703 | 6,6 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 7,1 | 1,066 | 0,066 | -0,637 | 6,6 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 6,0 | 0,901 | -0,099 | -0,736 | 6,5 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 7,0 | 1,051 | 0,051 | -0,685 | 6,5 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 6,7 | 1,006 | 0,006 | -0,679 | 6,5 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 6,6 | 0,991 | -0,009 | -0,688 | 6,4 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 5,7 | 0,856 | -0,144 | -0,832 | 6,4 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 6,7 | 1,006 | 0,006 | -0,826 | 6,4 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 6,8 | 1,021 | 0,021 | -0,805 | 6,4 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 5,6 | 0,841 | -0,159 | -0,964 | 6,4 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 7,2 | 1,081 | 0,081 | -0,883 | 6,4 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 7,0 | 1,051 | 0,051 | -0,832 | 6,4 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 6,9 | 1,036 | 0,036 | -0,796 | 6,3 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 7,0 | 1,051 | 0,051 | -0,745 | 6,3 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 6,3 | 0,946 | -0,054 | -0,799 | 6,3 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 6,9 | 1,036 | 0,036 | -0,763 | 6,3 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 6,4 | 0,961 | -0,039 | -0,802 | 6,2 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 7,4 | 1,111 | 0,111 | -0,691 | 6,2 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 6,9 | 1,036 | 0,036 | -0,655 | 6,2 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 6,8 | 1,021 | 0,021 | -0,634 | 6,1 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 7,2 | 1,081 | 0,081 | -0,553 | 6 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 7,1 | 1,066 | 0,066 | -0,487 | 6 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 6,9 | 1,036 | 0,036 | -0,451 | 6 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 7,4 | 1,111 | 0,111 | -0,339 | 5,9 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 6,4 | 0,961 | -0,039 | -0,379 | 5,7 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 6,5 | 0,976 | -0,024 | -0,403 | 5,7 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 7,3 | 1,096 | 0,096 | -0,306 | 5,7 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 6,1 | 0,916 | -0,084 | -0,391 | 5,7 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 7,4 | 1,111 | 0,111 | -0,279 | 5,6 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 7,6 | 1,141 | 0,141 | -0,138 | 5,6 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 7,2 | 1,081 | 0,081 | -0,057 | 5,6 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 6,6 | 0,991 | -0,009 | -0,066 | 5,3 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 7,5 | 1,126 | 0,126 | 0,060 | 5,1 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 6,4 | 0,961 | -0,039 | 0,021 | 4,9 | 98,78 |
| 539,6/81=6,66 | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Толе би | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 10,6 | 1,089 | 0,089 | 0,089 | 11,9 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 11,5 | 1,182 | 0,182 | 0,271 | 11,7 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 8,6 | 0,884 | -0,116 | 0,155 | 11,6 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 8,9 | 0,915 | -0,085 | 0,069 | 11,5 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 9,2 | 0,946 | -0,054 | 0,015 | 11,5 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 8,3 | 0,853 | -0,147 | -0,132 | 11,5 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 9,3 | 0,956 | -0,044 | -0,176 | 11,3 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 9 | 0,925 | -0,075 | -0,251 | 11,3 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 9 | 0,925 | -0,075 | -0,326 | 11,3 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 8,1 | 0,832 | -0,168 | -0,494 | 11,2 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 8,6 | 0,884 | -0,116 | -0,610 | 11,0 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 8,1 | 0,832 | -0,168 | -0,777 | 10,9 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 8,8 | 0,904 | -0,096 | -0,873 | 10,9 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 9,6 | 0,987 | -0,013 | -0,886 | 10,8 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 6,7 | 0,689 | -0,311 | -1,198 | 10,8 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 8,9 | 0,915 | -0,085 | -1,283 | 10,8 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 9,3 | 0,956 | -0,044 | -1,327 | 10,7 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 8,2 | 0,843 | -0,157 | -1,484 | 10,7 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 9,5 | 0,976 | -0,024 | -1,508 | 10,6 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 8,0 | 0,822 | -0,178 | -1,686 | 10,6 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 7,4 | 0,761 | -0,239 | -1,925 | 10,6 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 10,3 | 1,059 | 0,059 | -1,867 | 10,5 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 9,8 | 1,007 | 0,007 | -1,860 | 10,5 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 10,6 | 1,089 | 0,089 | -1,770 | 10,5 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 8,4 | 0,863 | -0,137 | -1,907 | 10,4 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 10,5 | 1,079 | 0,079 | -1,828 | 10,4 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 9,4 | 0,966 | -0,034 | -1,862 | 10,4 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 9,2 | 0,946 | -0,054 | -1,916 | 10,4 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 8,9 | 0,915 | -0,085 | -2,001 | 10,3 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 7,1 | 0,730 | -0,270 | -2,272 | 10,3 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 9,0 | 0,925 | -0,075 | -2,347 | 10,3 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 9,9 | 1,017 | 0,017 | -2,329 | 10,3 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 7,7 | 0,791 | -0,209 | -2,538 | 10,0 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 10,0 | 1,028 | 0,028 | -2,510 | 10,0 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 8,3 | 0,853 | -0,147 | -2,657 | 9,9 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 9,4 | 0,966 | -0,034 | -2,691 | 9,9 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 8,6 | 0,884 | -0,116 | -2,807 | 9,9 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 9,4 | 0,966 | -0,034 | -2,841 | 9,9 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 9,6 | 0,987 | -0,013 | -2,854 | 9,9 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 9,6 | 0,987 | -0,013 | -2,868 | 9,8 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 10,3 | 1,059 | 0,059 | -2,809 | 9,8 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 10,4 | 1,069 | 0,069 | -2,740 | 9,6 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 9,9 | 1,017 | 0,017 | -2,723 | 9,6 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 11,0 | 1,131 | 0,131 | -2,592 | 9,6 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 8,2 | 0,843 | -0,157 | -2,750 | 9,6 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 9,6 | 0,987 | -0,013 | -2,763 | 9,6 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 9,9 | 1,017 | 0,017 | -2,746 | 9,5 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 10,4 | 1,069 | 0,069 | -2,677 | 9,5 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 9,9 | 1,017 | 0,017 | -2,659 | 9,4 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 9,8 | 1,007 | 0,007 | -2,652 | 9,4 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 10,6 | 1,089 | 0,089 | -2,563 | 9,4 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 10,0 | 1,028 | 0,028 | -2,535 | 9,3 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 10,9 | 1,120 | 0,120 | -2,415 | 9,3 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 9,1 | 0,935 | -0,065 | -2,479 | 9,3 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 9,5 | 0,976 | -0,024 | -2,503 | 9,2 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 10,4 | 1,069 | 0,069 | -2,434 | 9,2 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 9,3 | 0,956 | -0,044 | -2,478 | 9,2 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 11,2 | 1,151 | 0,151 | -2,327 | 9,1 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 10,3 | 1,059 | 0,059 | -2,269 | 9,0 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 11,3 | 1,161 | 0,161 | -2,107 | 9,0 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 11,9 | 1,223 | 0,223 | -1,884 | 9,0 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 10,8 | 1,110 | 0,110 | -1,774 | 8,9 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 11,3 | 1,161 | 0,161 | -1,613 | 8,9 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 10,5 | 1,079 | 0,079 | -1,534 | 8,9 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 11,7 | 1,202 | 0,202 | -1,331 | 8,8 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 10,8 | 1,110 | 0,110 | -1,221 | 8,7 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 10,9 | 1,120 | 0,120 | -1,101 | 8,6 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 10,8 | 1,110 | 0,110 | -0,991 | 8,6 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 10,4 | 1,069 | 0,069 | -0,922 | 8,6 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 10,7 | 1,100 | 0,100 | -0,823 | 8,4 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 10,7 | 1,100 | 0,100 | -0,723 | 8,3 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 9,9 | 1,017 | 0,017 | -0,705 | 8,3 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 9,2 | 0,946 | -0,054 | -0,760 | 8,2 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 11,3 | 1,161 | 0,161 | -0,599 | 8,2 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 8,7 | 0,894 | -0,106 | -0,704 | 8,1 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 11,6 | 1,192 | 0,192 | -0,512 | 8,1 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 11,5 | 1,182 | 0,182 | -0,330 | 8,0 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 10,5 | 1,079 | 0,079 | -0,251 | 7,7 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 9,6 | 0,987 | -0,013 | -0,265 | 7,4 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 11,5 | 1,182 | 0,182 | -0,083 | 7,1 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 10,3 | 1,059 | 0,059 | -0,024 | 6,7 | 98,78 |
| 787,9/81=9,73 | | |  |  |  |  |  |

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Расчет эмпирической кривой вероятности превышения годовых атмосферных осадков водосбора рек Шу-Таласского водохозяйственного бассейна

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Годы | ,  мм |  |  |  | , мм | , % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Метеорологическая станция Нурлыкент | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 330 | 0,731 | -0,269 | -0,269 | 793 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 373 | 0,826 | -0,174 | -0,443 | 688 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 375 | 0,831 | -0,169 | -0,612 | 670 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 361 | 0,800 | -0,200 | -0,812 | 616 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 200 | 0,443 | -0,557 | -1,369 | 611 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 421 | 0,933 | -0,067 | -1,436 | 602 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 366 | 0,811 | -0,189 | -1,625 | 601 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 430 | 0,953 | -0,047 | -1,672 | 600 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 299 | 0,663 | -0,337 | -2,009 | 591 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 444 | 0,984 | -0,016 | -2,026 | 590 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 297 | 0,658 | -0,342 | -2,368 | 588 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 502 | 1,112 | 0,112 | -2,255 | 588 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 548 | 1,214 | 0,214 | -2,041 | 580 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 447 | 0,990 | -0,010 | -2,051 | 563 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 471 | 1,044 | 0,044 | -2,007 | 548 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 475 | 1,052 | 0,052 | -1,954 | 540 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 434 | 0,962 | -0,038 | -1,993 | 522 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 314 | 0,696 | -0,304 | -2,297 | 521 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 670 | 1,485 | 0,485 | -1,812 | 516 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 478 | 1,059 | 0,059 | -1,753 | 505 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 424 | 0,939 | -0,061 | -1,814 | 503 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 366 | 0,811 | -0,189 | -2,003 | 502 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 490 | 1,086 | 0,086 | -1,917 | 497 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 516 | 1,143 | 0,143 | -1,774 | 494 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 395 | 0,875 | -0,125 | -1,899 | 490 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 400 | 0,886 | -0,114 | -2,012 | 487 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 441 | 0,977 | -0,023 | -2,035 | 478 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 455 | 1,008 | 0,008 | -2,027 | 475 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 522 | 1,157 | 0,157 | -1,870 | 471 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 793 | 1,757 | 0,757 | -1,113 | 466 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 425 | 0,942 | -0,058 | -1,171 | 458 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 392 | 0,869 | -0,131 | -1,303 | 458 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 563 | 1,247 | 0,247 | -1,055 | 458 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 294 | 0,651 | -0,349 | -1,404 | 455 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 430 | 0,953 | -0,047 | -1,451 | 451 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 328 | 0,727 | -0,273 | -1,724 | 449 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 437 | 0,968 | -0,032 | -1,756 | 449 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 494 | 1,095 | 0,095 | -1,662 | 447 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 611 | 1,354 | 0,354 | -1,308 | 447 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 497 | 1,101 | 0,101 | -1,206 | 444 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 424 | 0,939 | -0,061 | -1,267 | 441 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 449 | 0,995 | -0,005 | -1,272 | 437 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 319 | 0,707 | -0,293 | -1,565 | 435 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 322 | 0,713 | -0,287 | -1,852 | 434 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 410 | 0,908 | -0,092 | -1,943 | 430 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 393 | 0,871 | -0,129 | -2,073 | 430 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 392 | 0,869 | -0,131 | -2,204 | 426 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 521 | 1,154 | 0,154 | -2,050 | 425 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 503 | 1,115 | 0,115 | -1,935 | 424 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 383 | 0,849 | -0,151 | -2,086 | 424 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 398 | 0,882 | -0,118 | -2,204 | 421 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 399 | 0,884 | -0,116 | -2,320 | 410 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 406 | 0,900 | -0,100 | -2,421 | 406 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 688 | 1,524 | 0,524 | -1,896 | 400 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 540 | 1,197 | 0,197 | -1,700 | 400 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 400 | 0,886 | -0,114 | -1,814 | 399 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 449 | 0,995 | -0,005 | -1,819 | 398 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 426 | 0,944 | -0,056 | -1,875 | 395 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 591 | 1,310 | 0,310 | -1,565 | 393 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 590 | 1,307 | 0,307 | -1,258 | 392 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 447 | 0,990 | -0,010 | -1,267 | 392 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 451 | 0,999 | -0,001 | -1,268 | 383 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 580 | 1,285 | 0,285 | -0,983 | 379 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 616 | 1,365 | 0,365 | -0,618 | 375 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 458 | 1,015 | 0,015 | -0,603 | 373 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 505 | 1,119 | 0,119 | -0,484 | 366 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 466 | 1,033 | 0,033 | -0,452 | 366 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 343 | 0,760 | -0,240 | -0,692 | 361 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 349 | 0,773 | -0,227 | -0,918 | 349 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 435 | 0,964 | -0,036 | -0,955 | 343 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 600 | 1,329 | 0,329 | -0,625 | 337 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 487 | 1,079 | 0,079 | -0,546 | 330 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 458 | 1,015 | 0,015 | -0,531 | 328 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 588 | 1,303 | 0,303 | -0,228 | 322 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 601 | 1,332 | 0,332 | 0,103 | 319 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 458 | 1,015 | 0,015 | 0,118 | 314 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 588 | 1,303 | 0,303 | 0,421 | 299 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 602 | 1,334 | 0,334 | 0,755 | 297 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 379 | 0,840 | -0,160 | 0,595 | 297 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 337 | 0,747 | -0,253 | 0,341 | 294 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 297 | 0,658 | -0,342 | 0,000 | 200 | 98,78 |
| 36556,0/81=451,31 | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Саудакент | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 165 | 0,869 | -0,131 | -0,131 | 509 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 187 | 0,985 | -0,015 | -0,146 | 348 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 135 | 0,711 | -0,289 | -0,435 | 278 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 162 | 0,853 | -0,147 | -0,581 | 278 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 93 | 0,490 | -0,510 | -1,091 | 277 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 157 | 0,827 | -0,173 | -1,264 | 272 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 104 | 0,548 | -0,452 | -1,717 | 269 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 104 | 0,548 | -0,452 | -2,169 | 265 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 180 | 0,948 | -0,052 | -2,220 | 260 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 213 | 1,122 | 0,122 | -2,098 | 256 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 101 | 0,532 | -0,468 | -2,566 | 251 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 251 | 1,322 | 0,322 | -2,244 | 247 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 232 | 1,222 | 0,222 | -2,022 | 244 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 241 | 1,270 | 0,270 | -1,752 | 241 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 234 | 1,233 | 0,233 | -1,520 | 238 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 220 | 1,159 | 0,159 | -1,361 | 237 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 269 | 1,417 | 0,417 | -0,944 | 234 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 244 | 1,285 | 0,285 | -0,658 | 234 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 348 | 1,833 | 0,833 | 0,175 | 232 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 168 | 0,885 | -0,115 | 0,060 | 231 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 256 | 1,349 | 0,349 | 0,408 | 228 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 127 | 0,669 | -0,331 | 0,077 | 226 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 265 | 1,396 | 0,396 | 0,473 | 224 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 278 | 1,464 | 0,464 | 0,938 | 223 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 191 | 1,006 | 0,006 | 0,944 | 221 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 127 | 0,669 | -0,331 | 0,613 | 220 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 234 | 1,233 | 0,233 | 0,846 | 218 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 223 | 1,175 | 0,175 | 1,021 | 216 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 237 | 1,248 | 0,248 | 1,269 | 213 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 272 | 1,433 | 0,433 | 1,702 | 213 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 216 | 1,138 | 0,138 | 1,840 | 213 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 198 | 1,043 | 0,043 | 1,883 | 207 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 231 | 1,217 | 0,217 | 2,100 | 204 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 176 | 0,927 | -0,073 | 2,027 | 202 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 147 | 0,774 | -0,226 | 1,801 | 198 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 152 | 0,801 | -0,199 | 1,602 | 197 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 197 | 1,038 | 0,038 | 1,640 | 191 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 161 | 0,848 | -0,152 | 1,488 | 190 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 247 | 1,301 | 0,301 | 1,789 | 187 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 202 | 1,064 | 0,064 | 1,853 | 187 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 176 | 0,927 | -0,073 | 1,780 | 186 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 183 | 0,964 | -0,036 | 1,744 | 183 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 140 | 0,738 | -0,262 | 1,482 | 182 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 163 | 0,859 | -0,141 | 1,340 | 180 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 144 | 0,759 | -0,241 | 1,099 | 176 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 171 | 0,901 | -0,099 | 1,000 | 176 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 141 | 0,743 | -0,257 | 0,743 | 174 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 186 | 0,980 | -0,020 | 0,722 | 171 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 187 | 0,985 | -0,015 | 0,707 | 168 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 154 | 0,811 | -0,189 | 0,519 | 165 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 228 | 1,201 | 0,201 | 0,720 | 165 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 174 | 0,917 | -0,083 | 0,636 | 163 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 238 | 1,254 | 0,254 | 0,890 | 162 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 509 | 2,681 | 1,681 | 2,571 | 161 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 278 | 1,464 | 0,464 | 3,036 | 157 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 165 | 0,869 | -0,131 | 2,905 | 155 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 226 | 1,191 | 0,191 | 3,096 | 155 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 213 | 1,122 | 0,122 | 3,218 | 154 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 277 | 1,459 | 0,459 | 3,677 | 152 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 221 | 1,164 | 0,164 | 3,841 | 147 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 207 | 1,090 | 0,090 | 3,932 | 147 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 138 | 0,727 | -0,273 | 3,659 | 146 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 147 | 0,774 | -0,226 | 3,433 | 144 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 190 | 1,001 | 0,001 | 3,434 | 141 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 218 | 1,148 | 0,148 | 3,582 | 140 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 213 | 1,122 | 0,122 | 3,704 | 140 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 120 | 0,632 | -0,368 | 3,336 | 138 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 224 | 1,180 | 0,180 | 3,516 | 135 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 91 | 0,479 | -0,521 | 2,996 | 127 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 204 | 1,075 | 0,075 | 3,070 | 127 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 260 | 1,370 | 0,370 | 3,440 | 120 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 146 | 0,769 | -0,231 | 3,209 | 113 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 72 | 0,379 | -0,621 | 2,588 | 108 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 87 | 0,458 | -0,542 | 2,047 | 104 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 87 | 0,458 | -0,542 | 1,505 | 104 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 155 | 0,817 | -0,183 | 1,322 | 101 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 182 | 0,959 | -0,041 | 1,280 | 93 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 155 | 0,817 | -0,183 | 1,097 | 91 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 113 | 0,595 | -0,405 | 0,692 | 87 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 108 | 0,569 | -0,431 | 0,261 | 87 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 140 | 0,738 | -0,262 | -0,001 | 72 | 98,78 |
| 15376,0/81=189,83 | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Талас | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 237 | 0,749 | -0,251 | -0,251 | 546 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 360 | 1,137 | 0,137 | -0,114 | 510 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 341 | 1,077 | 0,077 | -0,036 | 494 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 247 | 0,780 | -0,220 | -0,256 | 475 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 159 | 0,502 | -0,498 | -0,754 | 444 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 221 | 0,698 | -0,302 | -1,056 | 433 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 245 | 0,774 | -0,226 | -1,281 | 420 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 384 | 1,213 | 0,213 | -1,068 | 414 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 131 | 0,414 | -0,586 | -1,654 | 404 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 354 | 1,118 | 0,118 | -1,536 | 398 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 246 | 0,777 | -0,223 | -1,759 | 392 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 350 | 1,106 | 0,106 | -1,653 | 384 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 315 | 0,995 | -0,005 | -1,658 | 379 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 354 | 1,118 | 0,118 | -1,540 | 376 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 311 | 0,983 | -0,017 | -1,557 | 372 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 345 | 1,090 | 0,090 | -1,467 | 372 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 321 | 1,014 | 0,014 | -1,453 | 361 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 287 | 0,907 | -0,093 | -1,546 | 360 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 398 | 1,257 | 0,257 | -1,289 | 358 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 315 | 0,995 | -0,005 | -1,294 | 354 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 317 | 1,001 | 0,001 | -1,292 | 354 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 332 | 1,049 | 0,049 | -1,243 | 353 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 292 | 0,923 | -0,077 | -1,321 | 351 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 351 | 1,109 | 0,109 | -1,212 | 350 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 280 | 0,885 | -0,115 | -1,327 | 345 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 301 | 0,951 | -0,049 | -1,376 | 344 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 404 | 1,276 | 0,276 | -1,100 | 342 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 414 | 1,308 | 0,308 | -0,792 | 341 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 358 | 1,131 | 0,131 | -0,661 | 340 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 433 | 1,368 | 0,368 | -0,293 | 337 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 331 | 1,046 | 0,046 | -0,248 | 336 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 243 | 0,768 | -0,232 | -0,480 | 332 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 340 | 1,074 | 0,074 | -0,406 | 331 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 344 | 1,087 | 0,087 | -0,319 | 331 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 379 | 1,197 | 0,197 | -0,122 | 331 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 312 | 0,986 | -0,014 | -0,136 | 321 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 392 | 1,238 | 0,238 | 0,103 | 321 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 372 | 1,175 | 0,175 | 0,278 | 317 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 321 | 1,014 | 0,014 | 0,292 | 315 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 372 | 1,175 | 0,175 | 0,467 | 315 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 270 | 0,853 | -0,147 | 0,320 | 315 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 279 | 0,881 | -0,119 | 0,202 | 314 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 278 | 0,878 | -0,122 | 0,080 | 312 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 285 | 0,900 | -0,100 | -0,020 | 311 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 250 | 0,790 | -0,210 | -0,230 | 306 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 285 | 0,900 | -0,100 | -0,330 | 305 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 256 | 0,809 | -0,191 | -0,521 | 305 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 376 | 1,188 | 0,188 | -0,333 | 301 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 336 | 1,062 | 0,062 | -0,271 | 299 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 306 | 0,967 | -0,033 | -0,305 | 292 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 331 | 1,046 | 0,046 | -0,259 | 289 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 285 | 0,900 | -0,100 | -0,359 | 287 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 284 | 0,897 | -0,103 | -0,461 | 285 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 420 | 1,327 | 0,327 | -0,134 | 285 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 331 | 1,046 | 0,046 | -0,089 | 285 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 152 | 0,480 | -0,520 | -0,608 | 284 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 266 | 0,840 | -0,160 | -0,768 | 280 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 156 | 0,493 | -0,507 | -1,275 | 279 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 546 | 1,725 | 0,725 | -0,550 | 278 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 342 | 1,080 | 0,080 | -0,470 | 278 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 315 | 0,995 | -0,005 | -0,475 | 277 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 289 | 0,913 | -0,087 | -0,562 | 276 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 494 | 1,561 | 0,561 | -0,001 | 273 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 475 | 1,501 | 0,501 | 0,500 | 270 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 337 | 1,065 | 0,065 | 0,564 | 266 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 278 | 0,878 | -0,122 | 0,443 | 257 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 277 | 0,875 | -0,125 | 0,318 | 256 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 299 | 0,945 | -0,055 | 0,262 | 250 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 248 | 0,783 | -0,217 | 0,046 | 248 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 314 | 0,992 | -0,008 | 0,038 | 247 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 444 | 1,403 | 0,403 | 0,441 | 246 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 353 | 1,115 | 0,115 | 0,556 | 245 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 186 | 0,588 | -0,412 | 0,143 | 243 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 361 | 1,140 | 0,140 | 0,284 | 237 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 273 | 0,862 | -0,138 | 0,146 | 221 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 305 | 0,964 | -0,036 | 0,110 | 200 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 510 | 1,611 | 0,611 | 0,721 | 186 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 305 | 0,964 | -0,036 | 0,685 | 159 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 276 | 0,872 | -0,128 | 0,557 | 156 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 257 | 0,812 | -0,188 | 0,369 | 152 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 200 | 0,632 | -0,368 | 0,000 | 131 | 98,78 |
| 25639,0/81=316,53 | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Ойык | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 154 | 0,723 | -0,277 | -0,277 | 568 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 238 | 1,118 | 0,118 | -0,159 | 397 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 174 | 0,817 | -0,183 | -0,342 | 317 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 174 | 0,817 | -0,183 | -0,525 | 306 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 169 | 0,794 | -0,206 | -0,732 | 299 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 244 | 1,146 | 0,146 | -0,586 | 292 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 224 | 1,052 | 0,052 | -0,534 | 292 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 237 | 1,113 | 0,113 | -0,422 | 291 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 243 | 1,141 | 0,141 | -0,281 | 290 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 292 | 1,371 | 0,371 | 0,091 | 287 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 141 | 0,662 | -0,338 | -0,247 | 277 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 317 | 1,488 | 0,488 | 0,241 | 266 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 254 | 1,193 | 0,193 | 0,434 | 260 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 287 | 1,348 | 0,348 | 0,781 | 259 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 254 | 1,193 | 0,193 | 0,974 | 256 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 220 | 1,033 | 0,033 | 1,007 | 256 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 219 | 1,028 | 0,028 | 1,035 | 255 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 256 | 1,202 | 0,202 | 1,237 | 254 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 397 | 1,864 | 0,864 | 2,101 | 254 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 255 | 1,197 | 0,197 | 2,299 | 252 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 291 | 1,366 | 0,366 | 2,665 | 249 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 184 | 0,864 | -0,136 | 2,529 | 248 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 218 | 1,024 | 0,024 | 2,553 | 247 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 290 | 1,362 | 0,362 | 2,914 | 244 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 243 | 1,141 | 0,141 | 3,055 | 244 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 189 | 0,887 | -0,113 | 2,943 | 243 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 256 | 1,202 | 0,202 | 3,145 | 243 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 243 | 1,141 | 0,141 | 3,286 | 243 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 259 | 1,216 | 0,216 | 3,502 | 241 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 299 | 1,404 | 0,404 | 3,906 | 238 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 235 | 1,103 | 0,103 | 4,010 | 237 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 215 | 1,010 | 0,010 | 4,019 | 237 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 252 | 1,183 | 0,183 | 4,202 | 237 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 190 | 0,892 | -0,108 | 4,094 | 235 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 157 | 0,737 | -0,263 | 3,832 | 232 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 162 | 0,761 | -0,239 | 3,592 | 229 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 213 | 1,000 | 0,000 | 3,592 | 224 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 173 | 0,812 | -0,188 | 3,405 | 220 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 266 | 1,249 | 0,249 | 3,654 | 219 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 219 | 1,028 | 0,028 | 3,682 | 219 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 201 | 0,944 | -0,056 | 3,626 | 218 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 197 | 0,925 | -0,075 | 3,551 | 215 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 162 | 0,761 | -0,239 | 3,312 | 213 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 145 | 0,681 | -0,319 | 2,992 | 206 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 125 | 0,587 | -0,413 | 2,579 | 202 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 183 | 0,859 | -0,141 | 2,439 | 201 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 145 | 0,681 | -0,319 | 2,119 | 201 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 201 | 0,944 | -0,056 | 2,063 | 197 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 202 | 0,948 | -0,052 | 2,012 | 196 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 165 | 0,775 | -0,225 | 1,787 | 196 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 249 | 1,169 | 0,169 | 1,956 | 190 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 187 | 0,878 | -0,122 | 1,834 | 189 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 260 | 1,221 | 0,221 | 2,055 | 187 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 568 | 2,667 | 1,667 | 3,722 | 184 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 306 | 1,437 | 0,437 | 4,158 | 183 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 196 | 0,920 | -0,080 | 4,079 | 174 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 248 | 1,164 | 0,164 | 4,243 | 174 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 237 | 1,113 | 0,113 | 4,356 | 173 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 292 | 1,371 | 0,371 | 4,727 | 169 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 244 | 1,146 | 0,146 | 4,873 | 166 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 232 | 1,089 | 0,089 | 4,962 | 166 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 147 | 0,690 | -0,310 | 4,652 | 165 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 157 | 0,737 | -0,263 | 4,390 | 162 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 206 | 0,967 | -0,033 | 4,357 | 162 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 241 | 1,132 | 0,132 | 4,489 | 157 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 237 | 1,113 | 0,113 | 4,601 | 157 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 126 | 0,592 | -0,408 | 4,193 | 155 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 247 | 1,160 | 0,160 | 4,353 | 154 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 93 | 0,437 | -0,563 | 3,789 | 147 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 229 | 1,075 | 0,075 | 3,865 | 145 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 277 | 1,301 | 0,301 | 4,165 | 145 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 155 | 0,728 | -0,272 | 3,893 | 141 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 72 | 0,338 | -0,662 | 3,231 | 126 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 88 | 0,413 | -0,587 | 2,644 | 125 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 89 | 0,418 | -0,582 | 2,062 | 118 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 166 | 0,779 | -0,221 | 1,842 | 112 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 196 | 0,920 | -0,080 | 1,762 | 93 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 166 | 0,779 | -0,221 | 1,542 | 89 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 118 | 0,554 | -0,446 | 1,096 | 88 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 112 | 0,526 | -0,474 | 0,622 | 81 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 81 | 0,380 | -0,620 | 0,002 | 72 | 98,78 |
| 17251,0/81=212,97 | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Байтык | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 561 | 1,085 | 0,085 | 0,085 | 799 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 585 | 1,132 | 0,132 | 0,217 | 752 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 605 | 1,170 | 0,170 | 0,387 | 696 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 344 | 0,665 | -0,335 | 0,052 | 660 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 427 | 0,826 | -0,174 | -0,122 | 638 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 463 | 0,896 | -0,104 | -0,226 | 633 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 469 | 0,907 | -0,093 | -0,319 | 615 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 564 | 1,091 | 0,091 | -0,228 | 605 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 417 | 0,807 | -0,193 | -0,421 | 594 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 559 | 1,081 | 0,081 | -0,340 | 590 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 570 | 1,103 | 0,103 | -0,237 | 585 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 494 | 0,956 | -0,044 | -0,281 | 580 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 532 | 1,029 | 0,029 | -0,252 | 577 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 638 | 1,234 | 0,234 | -0,018 | 574 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 560 | 1,083 | 0,083 | 0,065 | 573 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 465 | 0,900 | -0,100 | -0,035 | 571 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 479 | 0,927 | -0,073 | -0,109 | 570 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 469 | 0,907 | -0,093 | -0,201 | 568 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 696 | 1,346 | 0,346 | 0,145 | 564 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 509 | 0,985 | -0,015 | 0,130 | 562 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 517 | 1,000 | 0,000 | 0,130 | 561 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 517 | 1,000 | 0,000 | 0,130 | 561 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 549 | 1,062 | 0,062 | 0,192 | 560 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 660 | 1,277 | 0,277 | 0,469 | 559 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 580 | 1,122 | 0,122 | 0,591 | 559 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 506 | 0,979 | -0,021 | 0,570 | 557 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 799 | 1,546 | 0,546 | 1,115 | 555 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 530 | 1,025 | 0,025 | 1,140 | 552 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 462 | 0,894 | -0,106 | 1,034 | 549 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 594 | 1,149 | 0,149 | 1,183 | 549 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 633 | 1,225 | 0,225 | 1,408 | 547 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 478 | 0,925 | -0,075 | 1,332 | 543 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 615 | 1,190 | 0,190 | 1,522 | 541 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 436 | 0,843 | -0,157 | 1,366 | 537 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 495 | 0,958 | -0,042 | 1,323 | 536 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 483 | 0,934 | -0,066 | 1,257 | 536 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 511 | 0,989 | -0,011 | 1,246 | 532 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 516 | 0,871 | -0,129 | 1,116 | 530 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 489 | 0,946 | -0,054 | 1,062 | 529 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 577 | 1,116 | 0,116 | 1,179 | 525 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 537 | 1,039 | 0,039 | 1,217 | 525 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 752 | 1,455 | 0,455 | 1,672 | 520 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 525 | 1,016 | 0,016 | 1,688 | 517 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 590 | 1,141 | 0,141 | 1,829 | 517 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 516 | 0,998 | -0,002 | 1,827 | 516 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 525 | 1,016 | 0,016 | 1,843 | 516 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 536 | 1,037 | 0,037 | 1,880 | 514 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 571 | 1,105 | 0,105 | 1,984 | 512 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 573 | 1,108 | 0,108 | 2,093 | 511 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 543 | 1,050 | 0,050 | 2,143 | 509 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 514 | 0,994 | -0,006 | 2,137 | 506 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 536 | 1,037 | 0,037 | 2,174 | 505 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 541 | 1,047 | 0,047 | 2,221 | 501 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 547 | 1,058 | 0,058 | 2,279 | 495 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 549 | 1,062 | 0,062 | 2,341 | 495 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 552 | 1,068 | 0,068 | 2,409 | 494 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 557 | 1,077 | 0,077 | 2,486 | 490 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 561 | 1,085 | 0,085 | 2,572 | 489 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 559 | 1,081 | 0,081 | 2,653 | 486 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 562 | 1,087 | 0,087 | 2,740 | 483 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 568 | 1,099 | 0,099 | 2,839 | 482 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 574 | 1,110 | 0,110 | 2,949 | 479 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 555 | 1,074 | 0,074 | 3,023 | 478 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 529 | 1,023 | 0,023 | 3,046 | 469 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 520 | 1,006 | 0,006 | 3,052 | 469 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 512 | 0,990 | -0,010 | 3,043 | 465 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 505 | 0,977 | -0,023 | 3,019 | 463 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 501 | 0,969 | -0,031 | 2,989 | 462 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 495 | 0,958 | -0,042 | 2,946 | 451 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 490 | 0,948 | -0,052 | 2,894 | 436 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 486 | 0,940 | -0,060 | 2,834 | 431 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 482 | 0,932 | -0,068 | 2,767 | 427 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 409 | 0,791 | -0,209 | 2,558 | 425 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 451 | 0,872 | -0,128 | 2,430 | 423 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 425 | 0,822 | -0,178 | 2,252 | 417 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 398 | 0,770 | -0,230 | 2,022 | 409 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 363 | 0,702 | -0,298 | 1,725 | 398 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 423 | 0,818 | -0,182 | 1,543 | 394 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 431 | 0,834 | -0,166 | 1,377 | 378 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 394 | 0,762 | -0,238 | 1,139 | 363 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 378 | 0,731 | -0,269 | 0,870 | 344 | 98,78 |
| 41872,0/81=516,94 | | |  |  |  |  |  |
| Метеорологическая станция Толе би | | | | | | | |
| 1 | 1940 | 353 | 1,219 | 0,219 | 0,219 | 767 | 1,22 |
| 2 | 1941 | 424 | 1,464 | 0,464 | 0,683 | 490 | 2,44 |
| 3 | 1942 | 412 | 1,423 | 0,423 | 1,105 | 485 | 3,66 |
| 4 | 1943 | 136 | 0,470 | -0,530 | 0,575 | 470 | 4,88 |
| 5 | 1944 | 129 | 0,445 | -0,555 | 0,020 | 424 | 6,10 |
| 6 | 1945 | 224 | 0,773 | -0,227 | -0,206 | 424 | 7,32 |
| 7 | 1946 | 245 | 0,846 | -0,154 | -0,360 | 422 | 8,54 |
| 8 | 1947 | 387 | 1,336 | 0,336 | -0,024 | 412 | 9,76 |
| 9 | 1948 | 236 | 0,815 | -0,185 | -0,209 | 395 | 10,98 |
| 10 | 1949 | 346 | 1,195 | 0,195 | -0,015 | 393 | 12,20 |
| 11 | 1950 | 266 | 0,918 | -0,082 | -0,096 | 390 | 13,41 |
| 12 | 1951 | 374 | 1,291 | 0,291 | 0,195 | 387 | 14,63 |
| 13 | 1952 | 341 | 1,177 | 0,177 | 0,372 | 386 | 15,85 |
| 14 | 1953 | 395 | 1,364 | 0,364 | 0,736 | 384 | 17,07 |
| 15 | 1954 | 211 | 0,729 | -0,271 | 0,465 | 382 | 18,29 |
| 16 | 1955 | 317 | 1,094 | 0,094 | 0,559 | 374 | 19,51 |
| 17 | 1956 | 323 | 1,115 | 0,115 | 0,674 | 354 | 20,73 |
| 18 | 1957 | 230 | 0,794 | -0,206 | 0,469 | 353 | 21,95 |
| 19 | 1958 | 485 | 1,675 | 0,675 | 1,143 | 351 | 23,17 |
| 20 | 1959 | 422 | 1,457 | 0,457 | 1,600 | 350 | 24,39 |
| 21 | 1960 | 384 | 1,326 | 0,326 | 1,926 | 346 | 25,61 |
| 22 | 1961 | 209 | 0,722 | -0,278 | 1,648 | 345 | 26,83 |
| 23 | 1962 | 318 | 1,098 | 0,098 | 1,746 | 341 | 28,05 |
| 24 | 1963 | 262 | 0,905 | -0,095 | 1,650 | 339 | 29,27 |
| 25 | 1964 | 266 | 0,918 | -0,082 | 1,569 | 334 | 30,49 |
| 26 | 1965 | 317 | 1,094 | 0,094 | 1,663 | 330 | 31,71 |
| 27 | 1966 | 285 | 0,984 | -0,016 | 1,647 | 330 | 32,93 |
| 28 | 1967 | 277 | 0,956 | -0,044 | 1,603 | 330 | 34,15 |
| 29 | 1968 | 323 | 1,115 | 0,115 | 1,719 | 323 | 35,37 |
| 30 | 1969 | 339 | 1,170 | 0,170 | 1,889 | 323 | 36,59 |
| 31 | 1970 | 767 | 2,648 | 1,648 | 3,537 | 323 | 37,80 |
| 32 | 1971 | 296 | 1,022 | 0,022 | 3,559 | 318 | 39,02 |
| 33 | 1972 | 390 | 1,347 | 0,347 | 3,906 | 317 | 40,24 |
| 34 | 1973 | 52 | 0,180 | -0,820 | 3,085 | 317 | 41,46 |
| 35 | 1974 | 20 | 0,069 | -0,931 | 2,155 | 303 | 42,68 |
| 36 | 1975 | 72 | 0,249 | -0,751 | 1,403 | 296 | 43,90 |
| 37 | 1976 | 94 | 0,325 | -0,675 | 0,728 | 295 | 45,12 |
| 38 | 1977 | 196 | 0,677 | -0,323 | 0,404 | 294 | 46,34 |
| 39 | 1978 | 354 | 1,222 | 0,222 | 0,627 | 287 | 47,56 |
| 40 | 1979 | 295 | 1,019 | 0,019 | 0,645 | 285 | 48,78 |
| 41 | 1980 | 268 | 0,925 | -0,075 | 0,570 | 279 | 50,00 |
| 42 | 1981 | 303 | 1,046 | 0,046 | 0,617 | 277 | 51,22 |
| 43 | 1982 | 225 | 0,777 | -0,223 | 0,393 | 273 | 52,44 |
| 44 | 1983 | 247 | 0,853 | -0,147 | 0,246 | 273 | 53,66 |
| 45 | 1984 | 225 | 0,777 | -0,223 | 0,023 | 272 | 54,88 |
| 46 | 1985 | 350 | 1,208 | 0,208 | 0,232 | 270 | 56,10 |
| 47 | 1986 | 272 | 0,939 | -0,061 | 0,171 | 268 | 57,32 |
| 48 | 1987 | 382 | 1,319 | 0,319 | 0,490 | 268 | 58,54 |
| 49 | 1988 | 323 | 1,115 | 0,115 | 0,605 | 267 | 59,76 |
| 50 | 1989 | 251 | 0,867 | -0,133 | 0,471 | 266 | 60,98 |
| 51 | 1990 | 230 | 0,794 | -0,206 | 0,266 | 266 | 62,20 |
| 52 | 1991 | 265 | 0,915 | -0,085 | 0,181 | 265 | 63,41 |
| 53 | 1992 | 94 | 0,325 | -0,675 | -0,495 | 262 | 64,63 |
| 54 | 1993 | 145 | 0,501 | -0,499 | -0,994 | 259 | 65,85 |
| 55 | 1994 | 132 | 0,456 | -0,544 | -1,538 | 258 | 67,07 |
| 56 | 1995 | 138 | 0,476 | -0,524 | -2,062 | 257 | 68,29 |
| 57 | 1996 | 330 | 1,139 | 0,139 | -1,923 | 251 | 69,51 |
| 58 | 1997 | 270 | 0,932 | -0,068 | -1,990 | 247 | 70,73 |
| 59 | 1998 | 268 | 0,925 | -0,075 | -2,065 | 245 | 71,95 |
| 60 | 1999 | 273 | 0,943 | -0,057 | -2,123 | 245 | 73,17 |
| 61 | 2000 | 245 | 0,846 | -0,154 | -2,277 | 238 | 74,39 |
| 62 | 2001 | 257 | 0,887 | -0,113 | -2,389 | 236 | 75,61 |
| 63 | 2002 | 393 | 1,357 | 0,357 | -2,032 | 230 | 76,83 |
| 64 | 2003 | 490 | 1,692 | 0,692 | -1,341 | 230 | 78,05 |
| 65 | 2004 | 267 | 0,922 | -0,078 | -1,419 | 225 | 79,27 |
| 66 | 2005 | 258 | 0,891 | -0,109 | -1,528 | 225 | 80,49 |
| 67 | 2006 | 294 | 1,015 | 0,015 | -1,513 | 224 | 81,71 |
| 68 | 2007 | 279 | 0,963 | -0,037 | -1,549 | 211 | 82,93 |
| 69 | 2008 | 287 | 0,991 | -0,009 | -1,559 | 209 | 84,15 |
| 70 | 2009 | 238 | 0,822 | -0,178 | -1,737 | 196 | 85,37 |
| 71 | 2010 | 351 | 1,212 | 0,212 | -1,525 | 187 | 86,59 |
| 72 | 2011 | 345 | 1,191 | 0,191 | -1,334 | 145 | 87,80 |
| 73 | 2012 | 187 | 0,646 | -0,354 | -1,688 | 138 | 89,02 |
| 74 | 2013 | 330 | 1,139 | 0,139 | -1,549 | 136 | 90,24 |
| 75 | 2014 | 334 | 1,153 | 0,153 | -1,396 | 132 | 91,46 |
| 76 | 2015 | 424 | 1,464 | 0,464 | -0,932 | 129 | 92,68 |
| 77 | 2016 | 470 | 1,623 | 0,623 | -0,309 | 94 | 93,90 |
| 78 | 2017 | 386 | 1,333 | 0,333 | 0,024 | 94 | 95,12 |
| 79 | 2018 | 330 | 1,139 | 0,139 | 0,163 | 72 | 96,34 |
| 80 | 2019 | 273 | 0,943 | -0,057 | 0,106 | 52 | 97,56 |
| 81 | 2020 | 259 | 0,894 | -0,106 | 0,000 | 20 | 98,78 |
| 23460,0/81=289,63 | | |  |  |  |  |  |