



Общественный Фонд «Центр водных инициатив»

**Отчет о результатах работы по гармонизации водохозяйственных балансов р. Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени)**

Астана, август 2018 года

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Сбор и анализ информации о разработанных водохозяйственных балансах рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени).....</b>	<b>4</b>
1.1. Краткая физико-географическая справка.....	4
1.2. Гидрометеорологическая изученность исследуемой территории.....	4
1.3. Анализ информации о разработанных водохозяйственных балансах по рекам Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени).....	7
<b>2. Анализ основных причин, по которым стороны не пришли относительно водохозяйственных балансов.....</b>	<b>10</b>
2.1. Методика выполнения работ.....	10
2.2. Анализ основных причин, по которым стороны не пришли к единому мнению относительно водохозяйственных балансов.....	10
<b>3. Анализ методик обоснования естественного стока рек и водохозяйственных балансов, которые использовались сторонами при разработке этих водохозяйственных балансов.....</b>	<b>14</b>
3.1. Анализ методики гидрологического обоснования естественного стока рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени).....	14
3.2. Анализ методики составления водохозяйственных балансов рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени).....	15
<b>4. Определение расчетных гидрологических характеристик естественного стока рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени).....</b>	<b>22</b>
4.1. Оценка репрезентативности, однородности и стационарности рядов наблюдений за гидрологическими характеристиками рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени).....	22
4.2. Расчетные гидрологические характеристики рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени).....	29
<b>5. Выработка предложений по согласованию методик составления водохозяйственных балансов и мониторинга стока рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени).....</b>	<b>35</b>
5.1. Основные мероприятия по согласованию водохозяйственных балансов	
5.2. Рекомендации.....	36
<b>6. Список литературы.....</b>	<b>37</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Данная работа выполнялась в рамках международного проекта по совместным казахстанско-российским исследованиям трансграничных рек Казахстана в соответствии с проектом ЕС/ПРООН/ЕЭКООН «Поддержка Казахстана для перехода к модели зеленой экономики».

Основной целью данной работы является разработка и согласование методических аспектов и подходов к составлению водохозяйственных балансов и мониторинга стока трансграничных рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени) Российской федерацией и Республикой Казахстан.

Результаты данной работы могут быть использованы при планировании структуры межгосударственного вододеления трансграничных рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени), создания баланса деления водных ресурсов каждой из сторон и баланса водопользования, ориентированного на хозяйственное использование своей доли стока.

# **1. СБОР И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ О РАЗРАБОТАННЫХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАЛАНСАХ ПО РЕКАМ КАРАОЗЕН И САРЫОЗЕН (БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ УЗЕНИ)**

## **1.1. Краткая физико-географическая справка**

Реки Большой Узень (Караозен) и Малый Узень (Сарыозен) – трансграничные водные объекты, пересекающие Государственную границу между Российской Федерацией и Республикой Казахстан. Протекают по юго-восточной части Саратовской области РФ и Западно-Казахстанской области Республики Казахстан.

Водосборная площадь р. Большой Узень составляет 15600 км<sup>2</sup> (в пределах РФ – 9660 км<sup>2</sup>), длина - 650 км, в пределах РФ – 397 км. Водосборная площадь р. Малый Узень – 11600 км<sup>2</sup> (в пределах РФ – 5980 км<sup>2</sup>), длина р. Малый Узень – 638 км, в пределах РФ – 374 км, из которых 124 км приходятся на границу между РФ и РК.

В границах Российской Федерации бассейны рек расположены в 9 районах Саратовской области. Территории трех районов (Александрово–Гайский, Дергачевский, Новоузенский) целиком расположены в бассейнах рассматриваемых рек. Реки берут начало на юго-западных склонах Общего Сырта и впадают в Камыш-Самарские озера Прикаспийской низменности.

По характеру весеннего половодья и особенностям гидрологического режима реки относятся к казахстанскому типу группы рек с весенним половодьем, по особенностям формирования гидрографической сети Урало–Эмбинского гидрологического района – к рекам Общего Сырта.

Бассейны рек расположены в сухостепной и полупустынной ландшафтных зонах. Водосборные площади представляют собой степные равнины с редкими речными долинами и балками и плоскими невысокими междуречьями.

## **1.2. Гидрометеорологическая изученность исследуемой территории**

Оценка гидрометеорологической изученности проводилась по результатам сбора, анализа и обобщения материалов Саратовского ЦГМС - филиала ФГБУ «Приволжское УГМС».

***Метеорологическая изученность территории проектирования.***

В качестве возможных метеорологических станций на территории Российской Федерации рассматривались: МС 27962 г. Новоузенск, МС 34186 г. Ершов и 34391 г. Александров Гай Саратовской ЦГМС - филиала ФГБУ «Приволжское УГМС». Сводная характеристика по метеорологическим станциям приведена в табл. 1.1.

Табл. 1.1. - Сводная характеристика опорной метеорологической станции

Расположение (объекта) метеостанции	Синоптический индекс (ВМО)	Принадлежность в системе Росгидромета РФ	Географические координаты		Отметка, мБС, м
			широта град. сек	долгота град. сек	
г. Новоузенск	34289	Саратовская ЦГМС	50.40	48.10	32
г. Ершов	34186	Саратовская ЦГМС	51.40	48.30	111
г. Александров Гай	34391	Саратовская ЦГМС	50.20	48.60	25

В качестве опорной метеорологической станции принята **МС 27962 г. Новоузенск.**

Схема расположения метеорологической станции приведена на рис. 1.

***Гидрологическая изученность территории проектирования.***

В качестве опорных гидрологических постов на территории Российской Федерации приняты гидрологические посты Саратовского ЦГМС - филиала ФГБУ «Приволжское УГМС» - **ГП 19016 р. Б.Узень - г. Новоузенск и ГП 19008 р. М.Узень – с. Малый Узень.**

Расположение постов представлено на рис. 1.

Сводная характеристика гидрологических постов приведена в табл. 1.2.

Табл. 1.2. - Сводная характеристика гидрологических постов

Наименование исследуемого объекта, створа-аналога, поста	Код водного объекта (гидрологической изученности), речной бассейн, бассейновый округ	Расстояние от устья, км.	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Отметка нуля поста, МБс.	Дата открытия	Дата закрытия
р. Б. Узень – г. Новоузенск	12020000212112200000398 (112200039) Бассейны рек Малый и Большой Узень (российская часть бассейнов Уральский бассейновый округ)	392	7480	13,98	25.03.14	действ.
р. М. Узень – с. Малый Узень	12020000112112200000214 (112200021)	391	3930	24,87	10.04.29	действ.

	Бассейны рек Малый и Большой Узень (русская часть бассейнов)				
	Уральский бассейновый округ				

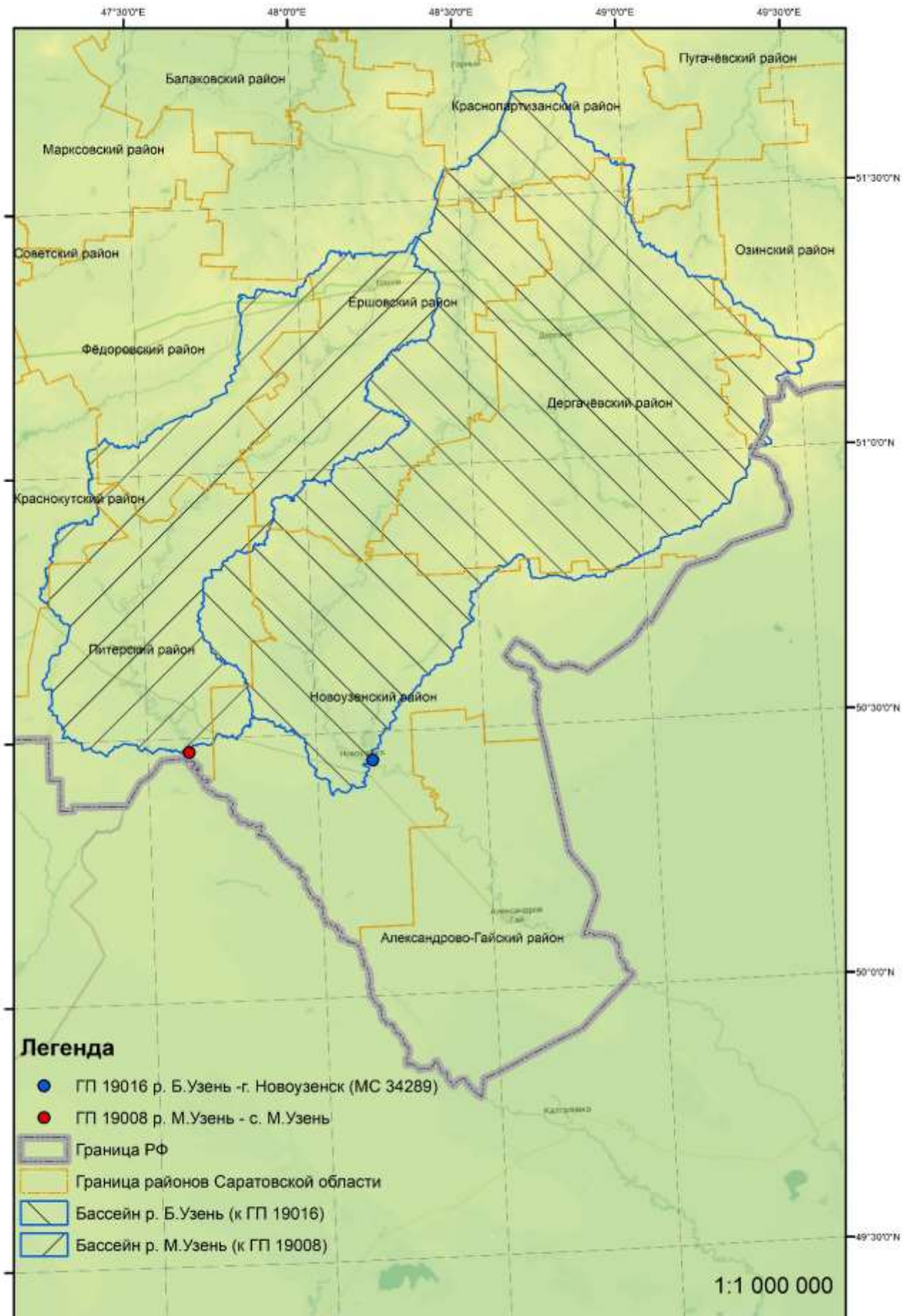


Рис. 1. Карта бассейнов рр. Б.Узень и М.Узень к опорным гидропостам

**1.3. Анализ информации о разработанных водохозяйственных балансах по рекам Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени)**

Водохозяйственный баланс рр. Большой Узень и Малый Узень в пределах Саратовской области был разработан институтом ОАО «Приволжводопроект» г. Саратова в 1998 г.

Необходимость выполнения данной работы была обусловлена разногласиями в количественной оценке водных ресурсов рек Большой Узень и Малый Узень между РФ и РК.

Основанием для разработки баланса явилось Соглашение между Правительством РФ и Правительством РК о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов от 27.08.92 г.

Основные цели разработки водохозяйственного баланса:

- выявление и инвентаризация существующих прудов и водохранилищ;
- уточнение объемов местного стока и стока аккумулируемого в прудах и водохранилищах, расположенных на территории Саратовской области;
- определение естественного стока рр. Большой Узень и Малый Узень;
- составление водохозяйственного баланса рр. Большой Узень и Малый Узень для регулирования деления местного стока между Саратовской областью РФ и Западно-Казахстанской областью Казахстана;
- предложения по вододелению и организации учета стока, передаваемого из Саратовской области в Казахстан

В 2014 году по рекам Большой и Малый Узени утверждена СКИОВО, в рамках которой, разработанный в 1998 году водохозяйственный баланс, представлен в соответствии с «Методикой расчета водохозяйственных балансов водных объектов», утвержденной приказом № 314 МПР РФ от 30 ноября 2007 г., устанавливающей совокупность методов и порядок расчета водохозяйственных балансов по речным бассейнам, подбассейнам и водохозяйственным участкам с целью оценки ко-

личества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов при различных условиях водности водных объектов.

Водохозяйственные балансы составлены для двух водохозяйственных участков (ВХУ) рр. Большой Узень и Малый Узень в пределах Саратовской области РФ на современный уровень развития водопотребления. Расчетные водохозяйственные участки рр. Большой Узень и Малый Узень назначены от истоков рек до границы Российской Федерации с Республикой Казахстан.

При составлении водохозяйственных балансов были приняты следующие допущения и схемы расчетов:

- Ввиду отсутствия боковой приточности на участках от водомерных постов (р. Б. Узень - г. Новоузенск и р. М. Узень - с. Малый Узень) до границы между РФ и РК сток, установленный на водомерных постах, отражает сток, формирующийся на территории РФ (Саратовской области);
- Ввиду наличия в ряду наблюдений нулевых значений стока, расчет стока проводился согласно п. 5.12 СП-33-101-2003, искомые значения заданной обеспеченности определялись по эмпирической кривой обеспеченности;
- Для восстановления естественного стока ( $W_{бок}$ ) к полученным по эмпирической кривой объемам измеренного стока прибавлялся суммарный объем прудов и водохранилищ (аккумуляция);
- В расчет не включены объем Орлов-Гайского водохранилища (заполнено в течение всего года, для создания напора при подаче воды в Орлов-Гайский групповой водопровод) и объем Верхнепереконновского водохранилища (расположено в верховье реки и заполняется волжской водой);
- Переброска части стока ( $W_{пер}$ ) по межузенскому каналу в расчете баланса не учитывалась;
- В результате оценки рядов на однородность в качестве расчетного был выбран период с 1973 г по 2007 г. (35 лет);
- В качестве расчетных характеристик приняты объемы стока лет 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности, включая многоводный и лимитирующий периоды.

Согласно разработанному водохозяйственному балансу, сток, формирующийся в бассейне р. Большой Узень в пределах Саратовской области в средний по водности год составляет 180 млн. м<sup>3</sup>, а в бассейне р. Малый Узень - 96,5 млн. м<sup>3</sup>.



Суммарное годовое водопотребление из поверхностных источников для р. Большой Узень составляет 17,62 млн. м<sup>3</sup>, в том числе: на орошение 7,45 млн. м<sup>3</sup>, сельхозводоснабжение – 1,16 млн. м<sup>3</sup>, коммунально-бытовое водоснабжение – 3,0 млн. м<sup>3</sup>, промышленность – 0,86 млн. м<sup>3</sup> и на прочие нужды – 5,15 млн. м<sup>3</sup>. Для р. Малый Узень суммарное годовое водопотребление из поверхностных источников составляет 17,04 млн. м<sup>3</sup>, в том числе: на орошение 11,78 млн. м<sup>3</sup>, сельхозводоснабжение – 1,38 млн. м<sup>3</sup>, коммунально-бытовое водоснабжение – 1,74 млн. м<sup>3</sup>, промышленность – 0,03 млн. м<sup>3</sup> и на прочие нужды – 2,11 млн. м<sup>3</sup>.

В целом, использование стока рр. Большой Узень и Малый Узень в средний по водности год составляет 12,5 %. На современном уровне водопотребления на рр. Большой Узень и Малый Узень для лет 50 % и 75 % обеспеченности дефицит воды наблюдается только в лимитирующие периоды, который компенсируется подкачкой воды из Саратовского водохранилища.

В экстремально маловодные годы 95 % обеспеченности во все периоды воды не хватает.

Основные выводы по анализу информации о разработанном в 1998 году водохозяйственном балансе рек Большой и Малый Узени приведены ниже.

Водохозяйственный баланс рек Большой и Малый Узени, разработанный РФ и представленный в СКИОВО соответствует действующим в РФ нормативам в области инженерно-гидрологического обоснования расчетных параметров стока и методике составления ВХБ.

Водохозяйственный баланс рек Большой и Малый Узени – это специфическая составляющая обосновывающих водохозяйственных расчетов, содержащая множество неопределенностей, связанных с исходной информацией и принципами ее использования. Расчет ВХБ на достаточно обширной территории неизбежно приводит к возникновению скрытых дефектов расчетов, что проявляется в разной количественной оценке водных ресурсов. Совместное использование водных ресурсов трансграничных бассейнов рр. Большой и Малый Узени требует многофакторного анализа водохозяйственной обстановки, согласования методических аспектов и подходов (по каждой приходной и расходной составляющей ВХБ). Выбор общей (совместной) формы оценки баланса и режима использования стока.

Необходимо выполнить расчетное обоснование полученных величин естественного стока рек Большой и Малый Узени к створу межгосударственной грани-

цы, с уточнением однородности и репрезентативности, используемых в расчетах рядов стока.

## **2. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН, ПО КОТОРЫМ СТОРОНЫ НЕ ПРИШЛИ К ЕДИНОМУ МНЕНИЮ ОТНОСИТЕЛЬНО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАЛАНСОВ, В ТОМ ЧИСЛЕ ПРИНИМАЯ ВО ВНИМАНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАСЕДАНИЙ СОВМЕСТНОЙ КОМИССИИ И РАБОЧЕЙ ГРУППЫ ПО РЕКАМ КАРАОЗЕН И САРЬЮЗЕН (БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ УЗЕНИ) КАСАТЕЛЬНО ДАННОГО ВОПРОСА**

### **2.1. Методика выполнения работ**

Водохозяйственный баланс рек Большой и Малый Узени Караозен и Сарьюзен (Большой и Малый Узени) – это специфическая составляющая обосновывающих водохозяйственных расчетов, содержащая множество неопределенностей, связанных с исходной информацией и принципами ее использования.

Кроме этого, расчет ВХБ на достаточно обширной территории может привести к возникновению скрытых дефектов расчетов, что проявляется в разной количественной оценке водных ресурсов.

В качестве основного метода, используемого в экспертной оценке основных причин, по которым Российская Федерация и Республика Казахстан не пришли к единому мнению относительно водохозяйственных балансов рек Караозен и Сарьюзен (Большой и Малый Узени) принят *Метод прямого сравнения*. При этом, сравнительной оценке подвержены расчетные схемы и методики составления водохозяйственных балансов (ВХБ), используемые Сторонами, а также основные количественные характеристики приходной и расходной составляющих ВХБ. Кроме этого, сравнительной оценке подверглись и правовые подходы Сторон к вопросам межгосударственного вододеления.

### **2.2. Анализ основных причин, по которым стороны не пришли к единому мнению относительно водохозяйственных балансов**

В результате экспертной оценки и анализа основных причин, по которым Российская Федерация и Республика Казахстан не пришли к единому мнению относительно водохозяйственных балансов рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени) выявлены следующие проблемные вопросы (разногласия):

1. **технические** (разногласия в методических аспектах и подходах к составлению водохозяйственных балансов и мониторингу стока трансграничных рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени);

2. **правовые** (разногласия в использовании межгосударственных нормативных документов, регламентирующих структуру межгосударственного вододелия трансграничных рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени).

При оценке технической составляющей разногласий проанализированы принятые в расчетах обобщенные результаты инженерно-гидрологических изысканий и проектных проработок разных лет, материалы гидрометрических наблюдений и исследований к контрольным створам, технические регламенты и государственные стандарты принятые Сторонами.

Одним из ключевых вопросов сравнительной оценки ВХБ является адекватная количественная оценка стока рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени), формирующегося на территории Российской Федерации, включающая анализ полученных величин естественного стока рек к створу межгосударственной границы, с уточнением однородности и репрезентативности используемых в расчетах рядов стока, освобожденного от влияния водопотребления и регулирования на протяжении расчетного ретроспективного периода

***Основные технические разногласия:***

1. Расчетная схема составления ВХБ, описания его приходной, расходной и результирующей частей.

2. Оценка объем стока, формирующегося на расчетном водохозяйственном участке. Выбор расчетного периода рядов стока рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени), отвечающего требованиям репрезентативности, достоверности и однородности. В расчетах естественный стока половодья приняты данные гидропостов 19016 р. Б. Узень - г. Новоузенск и 19008 р. М. Узень – с. Малый Узень Саратовского ЦГМС - филиала ФГБУ «Приволжское УГМС» РФ. В расчетах, выполненных Российской стороной, в качестве расчетного принят ряд, про-

должительностью 35 лет (период наблюдений с 1973 по 2007 гг.), Казахстанской стороной – 94 года (с 1909-2002 гг.). В результате этого получены величины стока и их статистические параметры, существенно отличающиеся в разработанных Сторонами ВХБ.

3. Определение параметров регулирования стока - зарегулированный объёма стока, который аккумулируется в прудах и водохранилищах, расположенных на территории Российской Федерации в бассейнах рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени), в частности, режим регулирования стока, объемы аккумуляции водных ресурсов в прудах и водохранилищах, параметры сработки и наполнение водохранилищ на расчетном водохозяйственном участке, величины потерь воды на испарение, фильтрацию и ледообразование.

4. Расчеты величин суммарного годового водопотребление из поверхностных источников на данном водохозяйственном участке, включая показатели по отраслям.

5. Проектные требования к стоку в замыкающем створе ВХУ, включая объём межбассейновой переброски волжского стока по Саратовскому обводнительно-оросительному каналу в водохранилища, расположенные на территории Российской Федерации в бассейнах рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени).

#### ***Основные правовые разногласия:***

В водохозяйственном балансе, разработанном Российской стороной, в качестве основного нормативного документа, регламентирующего совместное использование и охрану трансграничных водных объектов принято постановление Правительства РФ № 564 от 8.08.92 г., в котором содержится «Соглашение» между Правительством РФ и Правительством РК о совместном использовании и охране трансграничных водных объектов и, в частности рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени). В соответствие с «Соглашением», Саратовская область РФ обязана поставлять Республике Казахстан в период весеннего половодья объемы воды в зависимости от водности конкретного года. За пределами срока прохождения паводковых расходов, вступают в силу договоренности по подаче волжской воды по заявкам Казахстанской стороны за соответствующую плату.

В работе ТОО «Уралводопроект», представленного Казахстанской стороной в 2002 г. предусматривается, что водный сток Караозен и Сарыозен (Большой и

Малый Узени) должен делиться согласно решению совещания при отделе водных ресурсов Госплана СССР о делении паводкового стока между Саратовской областью РФ и Западно-Казахстанской областью РК от 18.10.1960 г. Согласно этому решению по бассейну р. Большой Узень на Западно-Казахстанскую область приходится 55 % подлежащего распределению объема стока любой обеспеченности и 50 % по бассейну р. Малый Узень. При этом объем стока, подлежащий делению, определен как сумма, равная полному стоку, формирующемуся на территории Саратовской области, плюс 50 % стока с водосбора Западно-Казахстанской области.

Таким образом, в данном разделе обозначены основные причины, по которым Стороны не пришли к соглашению по разработанным ранее водохозяйственным балансам рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени). Очевидно, что правовые основы межгосударственного водodelения в рамках данного проекта отрегулированы не будут, но для устранения технических разногласий в рамках гармонизации водохозяйственных балансов указанных рек имеются все предпосылки.

### **3. АНАЛИЗ МЕТОДИК ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО СТОКА РЕК И СОСТАВЛЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАЛАНСОВ, КОТОРЫЕ ИСПОЛЬЗОВАЛИСЬ СТОРОНАМИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭТИХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАЛАНСОВ**

#### **3.1. Анализ методики гидрологического обоснования естественного стока рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени)**

Одним из наиболее принципиальных вопросов, приведшему к появлению разногласий по согласованию водохозяйственных балансов Российской и Казахской сторонами, является вопрос гидрологического обоснования формирующегося на территории Российской Федерации естественного стока рек к створу межгосударственной границы, с уточнением однородности и репрезентативности используемых в расчетах рядов наблюдений за ним, освобожденного от влияния водопотребления и регулирования на протяжении расчетного ретроспективного периода.

В качестве исходных данных при определении естественного стока рек Российской стороной были приняты ряды наблюдений с 1909 по 2007 гг. на гидрометрических постах Саратовского ЦГМС - филиала ФГБУ «Приволжское УГМС» - ГП 19016 р. Б. Узень - г. Новоузенск и ГП 19008 р. М. Узень – с. Малый Узень.

Основным нормативным документом, регламентирующим применение методик определения расчетных гидрологических характеристик в РФ является Свод Правил 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик», содержащий основные методы и схемы расчета средних годовых, максимальных расходов воды и объемов стока весеннего половодья и дождевых паводков, гидрографов, внутригодового распределения стока, отметок наивысших уровней рек и озер и минимальных расходов воды.

При расчете расчетных гидрологических величин были использованы рекомендации п. 5 Свода правил... «Определение расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений», регламентирующие

применение аналитических функций распределения ежегодных вероятностей превышения – кривых обеспеченностей, и, в частности п. 5.12 – регламентирующего определение гидрологических характеристик при наличии неоднородных элементов гидрологического режима (нулевых значений в ряду наблюдений), с определением параметров кривых распределения, согласно требованиям пп. 5.5 – 5.9 Свода правил.

Репрезентативность (достаточность) рядов наблюдений определялась согласно п. 5.1., а однородность – п. 4.7. Свода правил.

Так как, бассейны рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени) подвержены интенсивной хозяйственной деятельности, существенно нарушающей и искажающей естественный сток рек, при определении расчетных гидрологических характеристик естественного стока половодья рек вносят поправку на влияние хозяйственной деятельности (в нашем случае аккумуляцию местного стока прудами и водохранилищами) в соответствии с п. 4.6. Свода правил. Таким образом, для восстановления естественного местного стока к полученным по эмпирической кривой объемам измеренного стока добавлялся суммарный полезный объем прудов и водохранилищ (аккумуляция).

### **3.2. Анализ методики составления водохозяйственных балансов рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени)**

Расчет водохозяйственных балансов водных объектов в Российской Федерации производится согласно методике № 314, утвержденной приказом МПР РФ от 30 ноября 2007 г.

Методика устанавливает совокупность методов и порядок расчета водохозяйственных балансов по речным бассейнам, подбассейнам и водохозяйственным участкам с целью оценки количества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов при различных условиях водности водных объектов.

Методикой регламентируется расчет следующих видов водохозяйственных балансов:

- 1) проектных (перспективных), составляемых в Схемах, технико-экономических обоснованиях (ТЭО) и водохозяйственных проектах на перспективу от 5 до 20 лет;

2) плановых, составляемых для оценки соответствия ресурсов и требований к воде на современном уровне развития;

3) отчетных, составляемых для оценки использования водных ресурсов за отчетный период (сезон, год, многолетие);

4) оперативных, составляемых для анализа и корректировки режимов использования водных ресурсов водохранилищ и водохозяйственных систем, а также осуществления оперативного водораспределения.

Расчет водохозяйственных балансов осуществляется по расчетным створам, являющимися замыкающими для вышерасположенных частей речного бассейна. При выборе расчетного интервала времени для водохозяйственного баланса учитывается категория реки, значимая внутримесячная неравномерность стока, наличие регулирующих емкостей, соотношение объема и режима водопотребления, а также специальных весенних попусков и водного режима реки. В зависимости от данных критериев устанавливаются месячные, декадные, пентадные или суточные расчетные интервалы. На декадные, пентадные и суточные расчетные интервалы, как правило, разбивается период значимой неравномерности стока.

Для расчетов водохозяйственного баланса используется (в единицах объема воды за расчетный интервал времени) следующая формула (3.1):

$$B = W_{\text{вх}} + W_{\text{бок}} + W_{\text{пзв}} + W_{\text{вв}} + W_{\text{дот}} \pm \Delta V \pm W_{\text{л}} - W_{\text{исп}} - W_{\text{ф}} - W_{\text{у}} - W_{\text{пер}} - W_{\text{вдп}} - W_{\text{кп}} \quad (3.1),$$

где:

$W_{\text{вх}}$  – объем стока, поступающий за расчетный период с вышележащих участков рассматриваемого водного объекта, млн. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{бок}}$  – объем воды, формирующийся за расчетный период на расчетном водохозяйственном участке (боковая приточность), определенный путем добавления, к определенным по эмпирической кривой объемам измеренного стока суммарного полезного объема прудов и водохранилищ;

$W_{\text{пзв}}$  – объем водозабора из подземных водных объектов, осуществляемый в порядке, установленном законодательством;

$W_{\text{вв}}$  – возвратные воды на водохозяйственном участке: подземные и поверхностные воды, стекающие с орошаемых территорий, сточные и (или) дренажные воды, отводимые в водные объекты. Фактически учитывается объем воды, попадающий на расчетный водохозяйственный участок со стороны действующей системы водоотведения, которая определяет суммарное количество всех видов сточных вод



(в том числе коллекторно-дренажных), отводимых в водоемы, подземные горизонты и бессточные понижения, а также подаваемых на очистные сооружения, определен по данным 2-ТП-Водхоз за 2007 г;

$W_{\text{дот}}$  – дотационный объем воды, поступающий на водохозяйственный участок из систем территориального перераспределения стока (межбассейновые и внутрибассейновые переброски), равный объему воды компенсирующего дефицит баланса в лимитирующий период;

$\pm\Delta V$  – сработка или наполнение прудов и водохранилищ на расчетном водохозяйственном участке, определяемая величиной суммарной полезной емкости прудов и водохранилищ;

$\pm W_{\text{л}}$  – потери воды при оседании льда на берега при зимней сработке водохранилища и/или возврат воды в результате таяния льда весной;

$W_{\text{исп}}$  – потери на дополнительное испарение с акватории водоемов, рассчитывалось для лимитирующего и многоводного периодов.

$W_{\text{ф}}$  – фильтрационные потери из водохранилищ, каналов, других поверхностных водных объектов в пределах расчетного водохозяйственного участка;

$W_{\text{у}}$  – уменьшение речного стока, вызванное водозабором из подземных водных объектов, имеющих гидравлическую связь с рекой;

$W_{\text{пер}}$  – переброска части стока (объема воды) за пределы расчетного водохозяйственного участка;

$W_{\text{вдп}}$  – суммарные требования всех водопользователей данного расчетного водохозяйственного участка, определен по данным 2-ТП-Водхоз за 2007 г.

$W_{\text{кп}}$  – требуемая величина стока в замыкающем створе расчетного водохозяйственного участка (транзитный сток или комплексный попуск, в котором суммированы санитарно-экологические и хозяйственные попуски), определялась согласно принципу деления стока, принятому Госпланом СССР протоколом от 18.10.60 г.

$B$  – результирующая составляющая (избыток или дефицит водных ресурсов) водохозяйственного участка.

Результаты водохозяйственного баланса фиксируют величину дефицита водных ресурсов  $D_{\text{ef}}$ , резерв воды  $W_{\text{рез}}$  и проектный (транзитный) сток  $W_{\text{пс}}$  на следующий водохозяйственный участок.

При  $B \geq 0$  резерв водных ресурсов равен балансу  $W_{\text{рез}} = B$ , а дефицит  $D_{\text{ef}} = 0$ .

При  $B < 0$  резерв водных ресурсов равен нулю  $W_{рез} = 0$ , а дефицит  $D_{ef} = -B$ .

Величина сработки или наполнения водохранилища за расчетный интервал времени ( $\pm \Delta V$ ) определяется в ходе расчета водохозяйственного баланса как поправка к располагаемым водным ресурсам, выравнивающая приходную и расходную части баланса. Наполнение водохранилища определяется объемом суммарного притока в водохранилище за вычетом объемов специальных попусков, безвозвратного водопотребления, а также сработки водохранилища в интересах водопользователей нижнего бьефа, если таковые имеются, и определяется по формуле:

$$V_{умо} \leq V_{нач} \pm \Delta V = V_{нап} \leq V_{нпу} \quad (3.2)$$

где:

$V_{нап}$  – объем водохранилища на конец расчетного интервала;

$V_{нач}$  – объем водохранилища на начало расчетного интервала;

$V_{нпу}$  – объем водохранилища при НПУ;

$V_{умо}$  – объем водохранилища при УМО.

Для расчета проектного (транзитного стока) в створе, замыкающем водохозяйственный участок, используется формула:

$$W_{пс} = W_{кп} - D_{ef} + W_{рез}, \quad (3.3)$$

где:

$D_{ef}$  – дефицит комплексного попуска в расчетном временном интервале.

Ресурсная составляющая водохозяйственного баланса включает поверхностный сток и подземные воды.

Объем подземных вод определяется как часть эксплуатационных запасов, использование (отбор) которых возможно в соответствии с законодательством о недрах. В расчетах водохозяйственного баланса на перспективу учитываются прогнозные ресурсы подземных вод, оцениваемые на основе региональных гидрогеологических исследований, обобщения и интерпретации имеющихся материалов. При расчете водохозяйственного баланса в объеме ( $W_{пзв}$ ) учитывается суммарный объем забора подземных вод для целей хозяйственно-бытового водоснабжения, а также иных целей в соответствии с водным законодательством и законодательством о недрах.

Расчетные потребности на водохозяйственном участке формируются в соответствии с набором составляющих расходной части водохозяйственного баланса. Основную функциональную часть потребностей формируют отраслевые потреби-

тели. Расчетные потребности к водным ресурсам разделяются на безвозвратное водопотребление (разность между объемами водопотребления  $W_{вдп}$  и возвратных вод  $W_{вв}$ ) на участке и хозяйственные попуски, осуществляемые в интересах водопользователей в нижнем бьефе гидроузла, а также с целью обводнения поймы реки. Потребности, покрываемые хозяйственными попусками, включаются в соответствующую графу расходной части водохозяйственного баланса ( $W_{кп}$ ).

Суммарный объем водопотребления на водохозяйственном участке определяется как формальная сумма частных потребностей в воде за вычетом возвратных вод по формуле:

$$W_{вдп} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \quad (3.4)$$

где:

$W_1$  – объемы водопотребления городов и других населенных пунктов (для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения);

$W_2$  – объемы водопотребления промышленных предприятий;

$W_3$  – объемы водопотребления для сельскохозяйственного водоснабжения;

$W_4$  – объемы водопотребления для орошения сельскохозяйственных земель;

$W_5$  – объемы водопотребления прочих водопользователей.

Объемы  $W_1$  определяются исходя из установленных норм водопотребления в расчете на одного городского жителя и численности населения.

Водопотребление промышленных предприятий  $W_2$  определяется по предложениям конкретных предприятий либо в зависимости от удельных расходов воды на производство единицы продукции, основанных на прогнозе развития конкретных производств (объемов и видов выпускаемой продукции).

Потребности сельскохозяйственного водоснабжения  $W_3$  определяются в соответствии с установленными нормами расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения.

Объемы водопотребления для орошения сельскохозяйственных земель  $W_4$  устанавливаются в соответствии с устанавливаемыми поливными и оросительными нормами для конкретных природно-климатических условий и структурой севооборота.

При расчете водохозяйственного баланса принимается постоянное водопотребление в многолетнем разрезе, при высокой изменчивости слоя осадков и испа-

рения неравномерность водопотребления учитывается применением коэффициентов пересчета расчетных оросительных норм.

Потребности в воде прочих водопользователей  $W_5$  устанавливаются на основе фактических установленных объемов допустимого забора (изъятия) водных ресурсов или прогнозных материалов.

Объем и режим переброски части стока из других бассейнов (внешние или межбассейновые переброски), из более многоводных створов рассматриваемого бассейна (внутрибассейновые переброски) каналами, водоводами или туннелями являются исходной информацией для расчета водохозяйственного баланса.

Средняя многолетняя величина испарения за безледоставный период рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{исп}} = W_{\text{исп}0} \cdot F, \quad (3.5)$$

где:

$W_{\text{исп}}$  – среднемноголетний объем испаряемой воды, тыс. м<sup>3</sup>;

$W_{\text{исп}0}$  – величина испарения с поверхности водоема, мм;

$F$  – площадь акватории водоема, км<sup>2</sup>.

Фильтрационные потери воды из водохранилищ ( $W_{\text{ф}}$ ) складываются из фильтрации через тело плотины, ее основание и в обход плотины, а также через дно и берега водохранилища и рассчитываются по формуле:

$$W_{\text{ф}} = W_{\text{ф плот}} + W_{\text{фБер}}, \quad (3.6)$$

где:

$W_{\text{ф плот}}$  – фильтрация через тело и основание плотины;

$W_{\text{фБер}}$  – фильтрация через дно и берега водохранилища.

Потери на фильтрацию через тело, основание и в обход плотины определяются на основе расчетов фильтрации через тело плотины и ее основание при проектировании или по данным натуральных наблюдений за плотинной.

При отсутствии проектной документации и достоверных натуральных исследований на плотинных гидроузлах объем фильтрации через тело и основание грунтовой плотины может быть определен по формуле:

$$W_{\text{ф плот}} = k_{\text{ф}} \cdot L_{\text{плот}} \cdot t \cdot (H_1^2 - H_2^2) / (l_{\text{гр}} + 0,4H_1) \cdot 2, \quad (3.7)$$

где:

$H_1$  – расстояние между уровнем воды в верхнем бьефе и водоупором, м;

$H_2$  – расстояние между уровнем воды в нижнем бьефе и водоупором, м;

$L_{ур}$  – расстояние между линиями уреза воды в верхнем и нижнем бьефах, м;

$k_f$  - коэффициент фильтрации грунта и основания плотины, м/с;

$L_{плот}$  – длина плотины, м;

$t$  – период времени, за который рассчитывается фильтрация, с.

Потери воды в результате оседания льда на берега при зимней сработке водохранилища ( $W_{л}$ ) рассчитываются по формуле:

$$W_{л} = (\rho_{в}/\rho_{л}) \cdot h_{л} \cdot (F_{н} - F_{к}), \quad (3.8)$$

где:

$\rho_{в}/\rho_{л}$  – отношение плотности воды и льда, обычно принимается равным единице;

$h_{л}$  – средняя толщина льда за расчетный интервал;

$F_{н}$  и  $F_{к}$  - площадь зеркала водохранилища соответственно в начале и в конце расчетного интервала времени.

Толщина льда задается для каждого интервала всех лет расчетного ряда. При отсутствии зимней сработки водохранилища потери воды на льдообразование не учитываются. Интенсивность возврата льда принимается в расчетах равномерной.

Уменьшение речного стока, вызванное отбором подземных вод ( $W_y$ ) из горизонтов, гидравлически связанных с речным стоком, определяется на основе оценки влияния подземных вод на речной сток, которая проводится при планировании водохозяйственных мероприятий. При этом допускается принимать, что отбор подземных вод из горизонтов, расположенных ниже местного базиса эрозии или на значительном расстоянии от речной сети, не сказывается на речном стоке ( $x_{и} = 0$ ); отбор воды из аллювиальных отложений речных долин полностью относится к речному стоку ( $x_{и} = 1$ ).

В остальных случаях для расчета может быть использована формула:

$$W_y = x_{и} \cdot W_{св}, \quad (3.9)$$

где:

$W_{св}$  – объем отбираемых подземных вод, гидравлически связанных речным стоком;

$x_{и}$  – коэффициент, характеризующий степень гидравлической взаимосвязи поверхностных и подземных вод, определяемый в ходе конкретных гидрогеологических и гидрологических изысканий.

#### **4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕСТЕСТВЕННОГО СТОКА РЕК КАРАОЗЕН И САРЫОЗЕН (БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ УЗЕНИ)**

##### **4.1. Оценка репрезентативности, однородности и стационарности рядов наблюдений за гидрологическими характеристиками рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени)**

Гидрологический режим рек Большой и Малый Узени изучается Приволжским территориальным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в ведении которого находится основная наблюдательная сеть станций и постов.

Многолетние режимные наблюдения за стоком рек с 1909 года по настоящее время проводятся на водомерных постах, расположенных: р. Большой Узень – г. Новоузенск, р. Малый Узень – с. Малый Узень. В створе гидропоста р. Б. Узень имеет площадь водосбора  $A=7480 \text{ км}^2$ , р. Малый Узень -  $A=3930 \text{ км}^2$ .

Таким образом, в соответствии с СП 11-103-97 «Инженерно- гидрометеорологические изыскания для строительства» стоко-ряды, указанных гидропостов, являются репрезентативными, что позволяет принять их данные в качестве опорных при инженерно-гидрологическом обосновании приходной составляющей водохозяйственного баланса рек Большой и Малый Узени.

Для общей оценки гидрологической ситуации в рассматриваемых створах стоко-ряды за весь период наблюдений (1909 - 2017 годы) были подвержены математическому анализу, в результате которого построены графики многолетних колебаний и линии трендов слоя стока половодья (рисунки 4.1 и 4.2), а также разностные интегральные кривые (рисунки 4.3 и 4.4). Положение линий трендов свидетельствует об устойчивой тенденции снижения слоя стока половодья, как на р. Б. Узень, так и на р. М. Узень. Ординаты разностных интегральных кривых также демонстрируют снижения стока с середины 60-х годов предыдущего столетия по настоящее время.

Наблюденные и приведенные к многолетнему периоду ряды гидрологических характеристик являются основой для определения расчетных гидрологиче-

ских параметров стока в пунктах наблюдений на основе построения эмпирических распределений и их аппроксимации аналитическими кривыми.

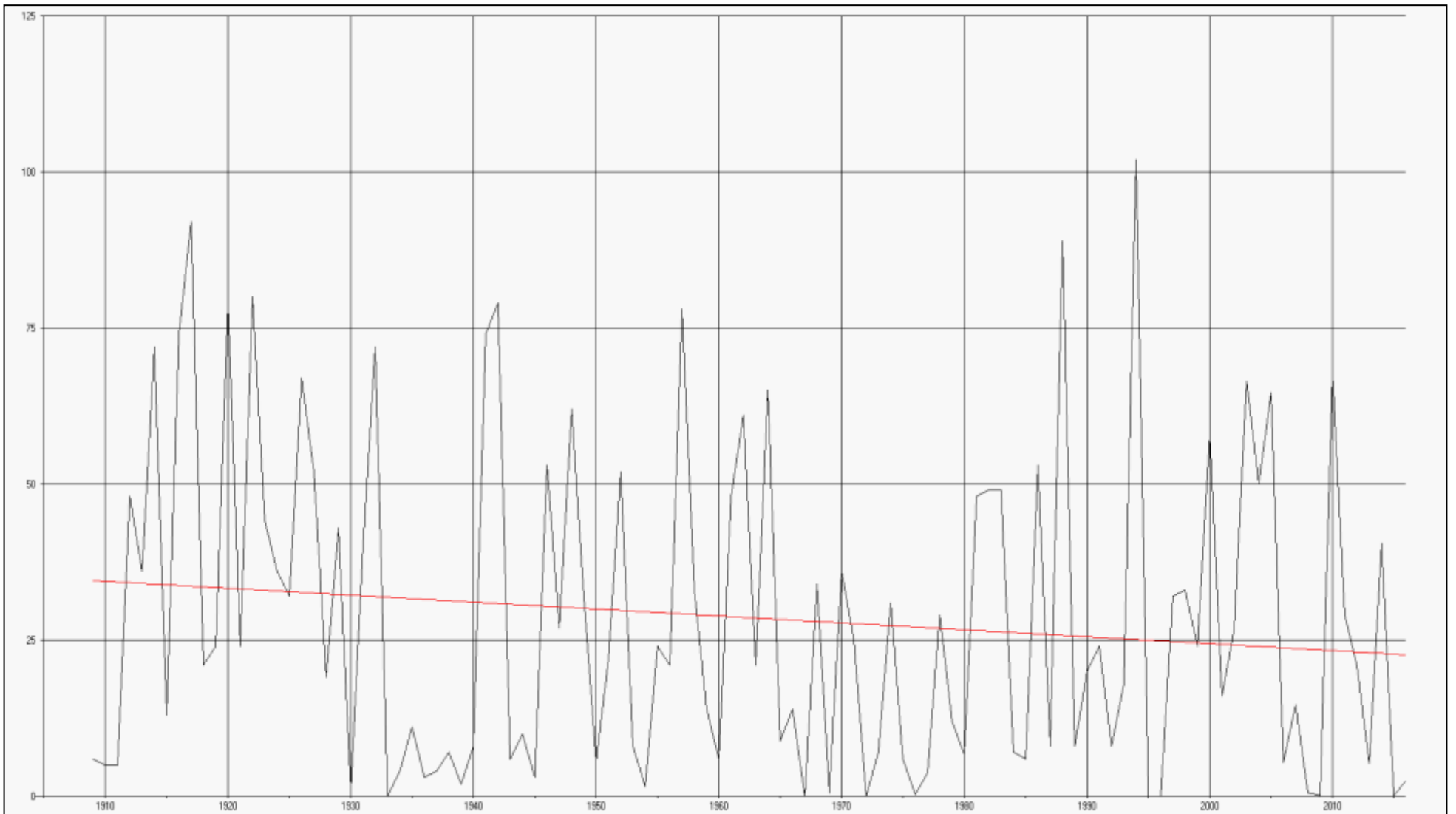


Рисунок 4.1. График многолетних колебаний и линия тренда слоя стока половодья (р. Большой Узень – г. Новоузенск)



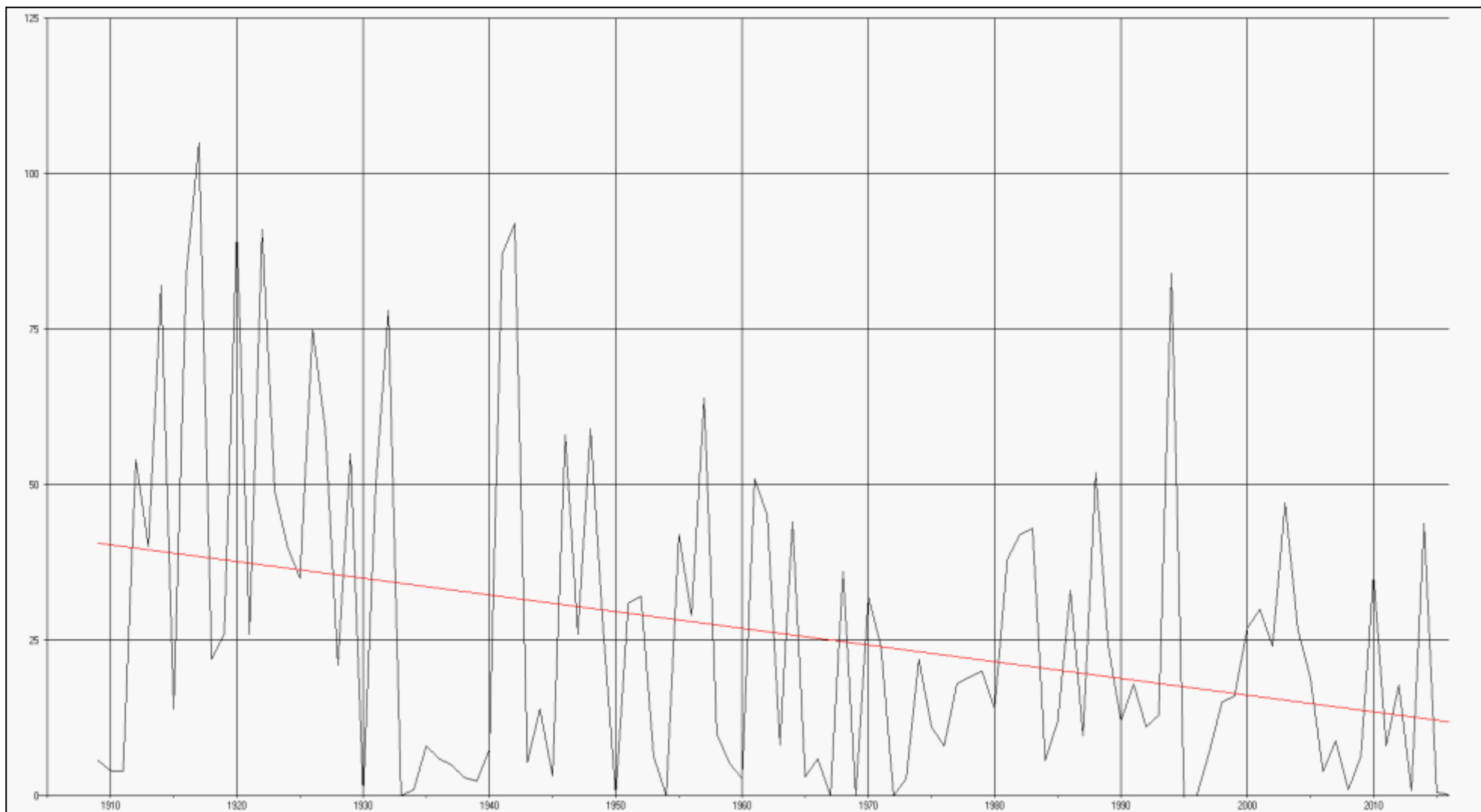


Рисунок 4.2. График многолетних колебаний и линия тренда слоя стока половодья (р. Малый Узень – с. Малый Узень)

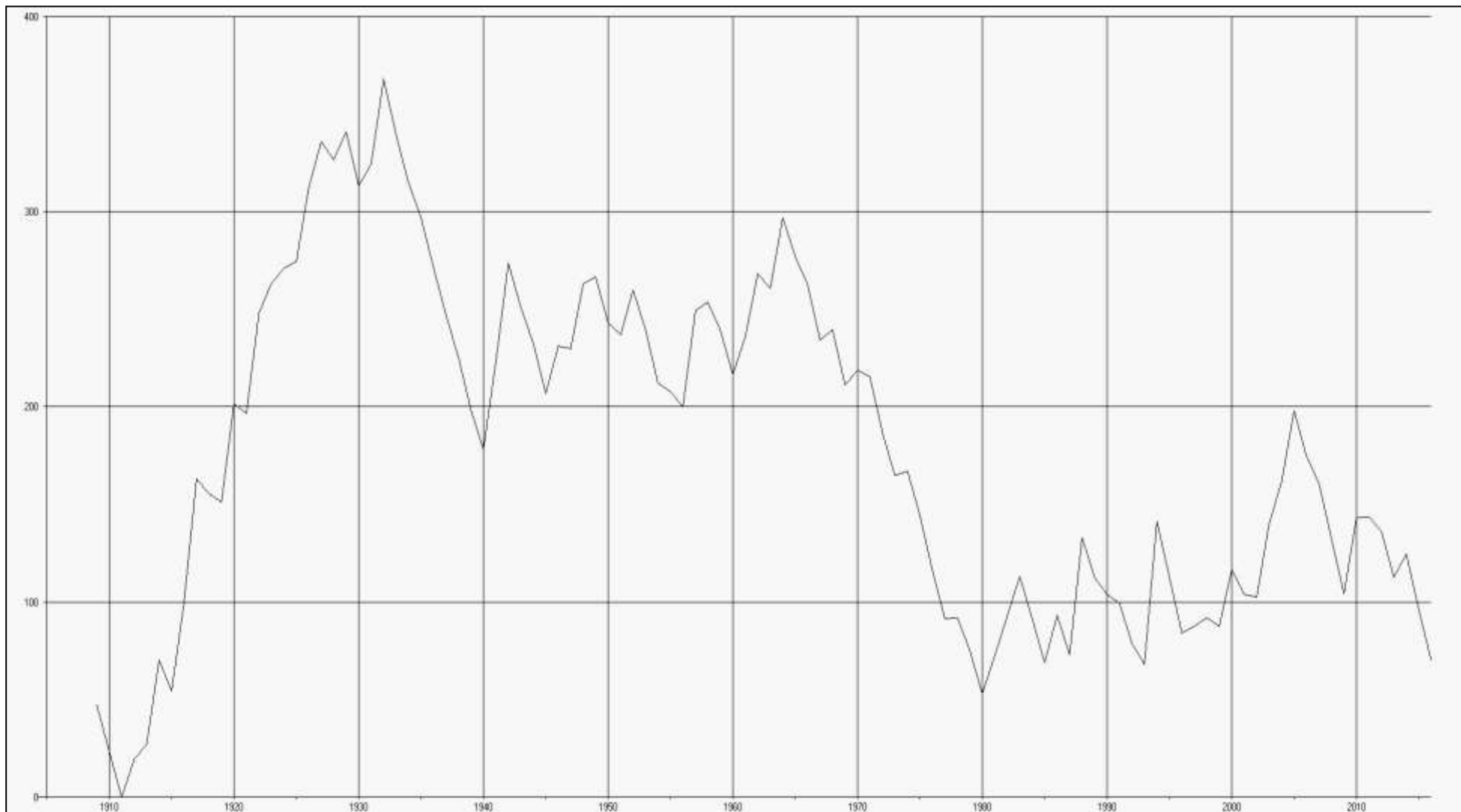


Рисунок 4.3. Разностная интегральная кривая слоя стока половодья  
(р. Большой Узень – г. Новоузенск)

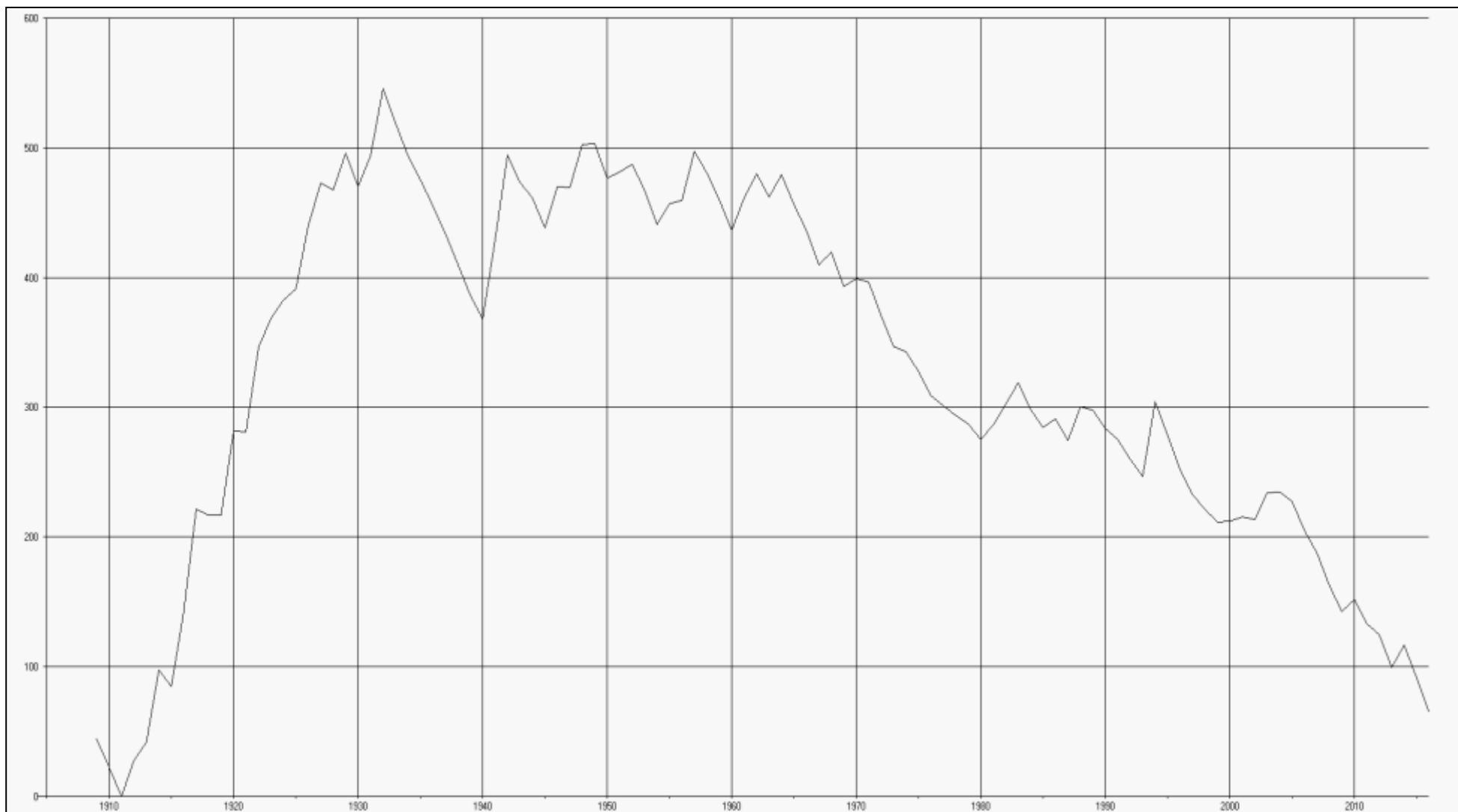


Рисунок 4.4. Разностная интегральная кривая слоя стока половодья  
(р. Малый Узень – с. Малый Узень)

Прежде чем применять аппарат математической статистики и теории функций распределения необходимо оценить адекватность временных рядов слоя стока половодья требуемым предпосылкам этого аппарата.

Основные требования состоят в:

- однородности выборки, т.е. требуется, чтобы все случайные величины выборки были из одного и того же распределения «генеральной совокупности»;
- стационарности во времени основных выборочных параметров: среднего значения и дисперсии.

Оценка однородности рядов гидрологических наблюдений осуществляется на основе генетического и статистического анализа исходных данных наблюдений. Генетический анализ заключается в выявлении физических причин, обуславливающих неоднородность исходных данных наблюдений. Для оценки статистической значимости однородности применяются критерии резко отклоняющихся экстремальных значений в эмпирическом распределении (Стьюдента, Фишера, Колмогорова-Смирнова).

Оценка однородности по критериям состоит в сравнении расчетного значения статистики критерия, полученной по эмпирическим данным, с ее критическим значением при заданном уровне значимости, объеме выборки, коэффициентах автокорреляции и асимметрии.

Уровень значимости задан равным 5%, что соответствует принятию нулевой гипотезы об однородности с вероятностью 95%. Ряд считается однородным в том случае, если расчетное значение статистики меньше соответствующего критического.

В результате генетического анализа однородности (стационарности) стоко-ряды слоя стока половодья рек Большой и Малый Узени разделены на две части:

- до подачи волжской воды (1909-1972 гг.);
- с момента начала подачи по настоящее время (1973-2017 гг.).

Статистические параметры анализируемых рядов представлены в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1- Статистические параметры рядов слоя стока весеннего половодья на р. Б. Узень (г. Новоузенск)

Параметры эмпирической кривой	Период	
	1919-1972	1972-2016
Лет наблюдений	64	45
Пропуск, лет	0	0
Среднее, м <sup>3</sup> /с	30,4	25,4
$\sigma$ , м <sup>3</sup> /с	26,4	25,3
$C_v$	0,87	1,00
$C_s$	0,65	1,12

Таблица 4.2 - Статистические параметры рядов слоя стока весеннего половодья на р. М. Узень (с. М. Узень)

Параметры эмпирической кривой	Период	
	1909-1972	1972-2016
Лет наблюдений	64	45
Пропуск, лет	0	0
Среднее, мм	31,0	18,9
$\sigma$ , мм	26,5	17,1
$C_v$	0,95	0,90
$C_s$	0,79	1,47

Результаты оценки статистической однородности рядов, т.е. определение насколько существенно сказываются отмеченные хозяйственные мероприятия на многолетних колебаниях стока рек Большой и Малый Узени приведены в таблицах 4.3 и 4.4.

Таким образом, из проведенного анализа стационарности можно сделать следующие выводы:

- наличие хозяйственной деятельности не оказывает существенного влияния на статистическую однородность ряда слоя стока половодья р. Большой Узень (г. Новоузенск), ряды признаны однородными;

Таблица 4.3 - Проверка однородности рядов слоя стока половодья р. Б. Узень (г. Новоузенск)

Критерий	Критическое значение	Эмпирическое значение	Оценка
по среднему			
Стьюдента	1,96	0,98	однородный
Колм. – Смирн.	1,36	0,66	однородный
по дисперсии			
Колм. – Смирн.	1,36	0,43	однородный
Фишера	11,48	1,09	однородный

Примечание: уровень значимости критерия 5 %.

Таблица 4.4 - Проверка однородности рядов слоя стока половодья  
р. М. Узень (с. М. Узень)

Критерий	Критическое значение	Эмпирическое значение	Оценка
по среднему			
Стьюдента	1,96	2,46	<b>неоднородный</b>
Колм. – Смирн.	1,36	1,25	однородный
по дисперсии			
Колм. – Смирн.	1,36	0,93	однородный
Фишера	8,98	2,99	однородный

Примечание: уровень значимости критерия 5 %.

- наличие хозяйственной деятельности оказывает существенное влияние на статистическую однородность ряда слоя стока половодья р. Малый Узень (с. Малый Узень), а изменение параметров распределения слоя стока половодья под влиянием хозяйственной деятельности (подача волжской воды) больше изменений, происходящих в результате естественных колебаний водности.

Следовательно, для р. Б. Узень (г. Новоузенск) гидрологические расчеты можно осуществлять по всему стоко-ряду, т.е. включая весь период наблюдений, а для р. Малый Узень (с. Малый Узень) в следствии, неоднородности рядов, за расчетный принимается стоко-ряд с 1973 по 2017 гг.

#### 4.2. Расчетные гидрологические характеристики рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малой Узени)

Согласно материалам, полученным в предыдущем разделе, река Б. Узень не относится к рекам, на которых хозяйственная деятельность, существенно нарушает естественный гидрологический режим стока половодья, выраженный через слой стока.

Поэтому расчетные параметры слоя стока половодья определены по всей генеральной совокупности членов стоко-ряда.

В результате статистической обработки получена кривая обеспеченности слоя стока половодья, представленная на рисунке 4.5, а расчетные характеристики стока в таблицах 4.5.

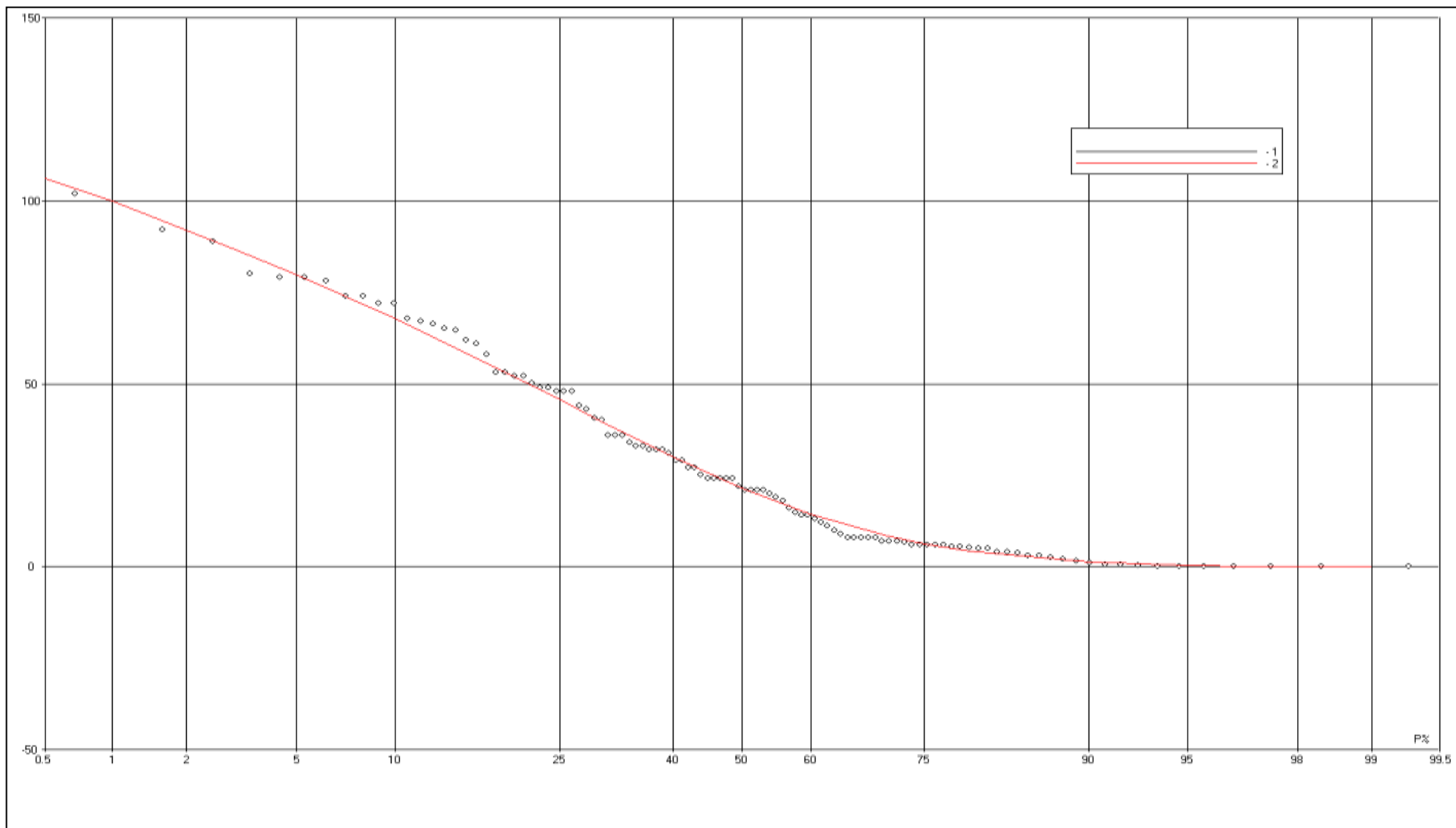


Рисунок 4.5. Кривая обеспеченности слоя стока половодья р. Большой Узень – г. Новоузенск

Таблица 4.5 - Расчетные характеристики стока половодья р. Б. Узень

Створ	Характеристика стока	Норма	$C_v$	$C_s/C_v$	Величины стока обеспеченностью $P$ , %		
					1	5	10
г. Новоузенск	$h$ , мм	28,62	0,91	1,0	99,90	79,80	67,90
	Бытовой $W_B$ , млн. м <sup>3</sup>	214,08			747,25	596,90	507,89
	Естественный $W_E$ , млн. м <sup>3</sup>	270,08			803,25	652,90	563,89
	Аккумуляция $W_A$ , млн. м <sup>3</sup>	56,0			56,0	56,0	56,0

Продолжение табл. 4.5

Величины стока обеспеченностью $P$ , %						
25	50	75	80	90	95	97
45,70	21,50	6,17	4,13	1,21	0,35	0,13
341,84	160,82	46,15	30,89	9,06	2,62	0,97
397,84	192,82	63,15	46,89	24,06	17,62	15,97
56,0	32,0	17,0	16,0	15,0	15,0	15,0

При этом, значения величин аккумуляции стока водохранилищами приняты по материалам: «Схема комплексного использования и охраны водных объектов по бассейнам рек Большой Узень и Малый Узень (Российская часть) Книга 4 «Водохозяйственные балансы и балансы загрязняющих веществ» 2014 год.

Согласно «Методическим рекомендациям по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений» (Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ГУ ГГИ, Санкт-Петербург, 2005 г.) при наличии в ряду наблюдений нулевых значений рассматриваемой гидрологической характеристики ежегодные вероятности превышения определяются по формуле:

$$P = n_1 P_1 / (n_1 + n_2) \quad (4.1)$$

где:

$P_1$  - ежегодная вероятность превышения однородных элементов, %;  $n_1, n_2$ , - число членов однородных элементов.

Из общей совокупности значений, рассматриваемого стоко-ряда р. Б. Узень, равной  $n_1=109$  наблюдались случаи нулевых значений  $n_2=5$ .

Используя выражение (4.1), рассчитаны ординаты аналитической кривой распределения слоев стока половодья для неоднородных совокупностей с учетом в ряду нулевых значений стока (таблица 4.6).



Таблица 4.6 - Расчетные характеристики стока половодья р. Б. Узень

Створ	Характеристика стока	Величины стока обеспеченностью Р, %						
		<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>95</b>
г. Ново-узенск	$h$ , мм	77,6	66,0	43,9	19,2	4,3	1,9	0
	Бытовой $W_B$ , млн. м <sup>3</sup>	580,45	493,68	328,37	143,62	32,91	14,21	0
	Естественный $W_E$ , млн. м <sup>3</sup>	636,45	549,68	384,37	175,62	49,91	30,21	15,0
	Аккумуляция $W_A$ , млн. м <sup>3</sup>	56,0	56,0	56,0	32,0	17,0	16,0	15,0

Река Малый Узень относится к рекам, на которых имеет место интенсивная хозяйственная деятельность, существенно нарушающая естественный гидрологический режим рек. В этом случае расчеты проводятся по схеме, предполагающей приведение гидрологических рядов наблюдений к естественным однородным и стационарным условиям.

В качестве естественного, однородного стоко-ряда принят ряд слоев стока половодья за период (1973-2017 гг.), статистические параметры которого приведены в таблице 4.7, а кривая обеспеченности представлена на рисунке 4.6.

Таблица 4.7 - Расчетные характеристики стока половодья р. М. Узень

Створ	Характеристика стока	Норма	$C_v$	$C_S/C_v$	Величины стока обеспеченностью Р, %		
					<b>1</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
с. Малый Узень	$h$ , мм	19,33	0,88	1,67	75,3	53,2	42,7
	Бытовой $W_B$ , млн. м <sup>3</sup>	75,97			295,93	209,08	167,81
	Естественный $W_E$ , млн. м <sup>3</sup>	122,97			342,93	276,08	214,81
	Аккумуляция $W_A$ , млн. м <sup>3</sup>	47,0			47,0	47,0	47,0

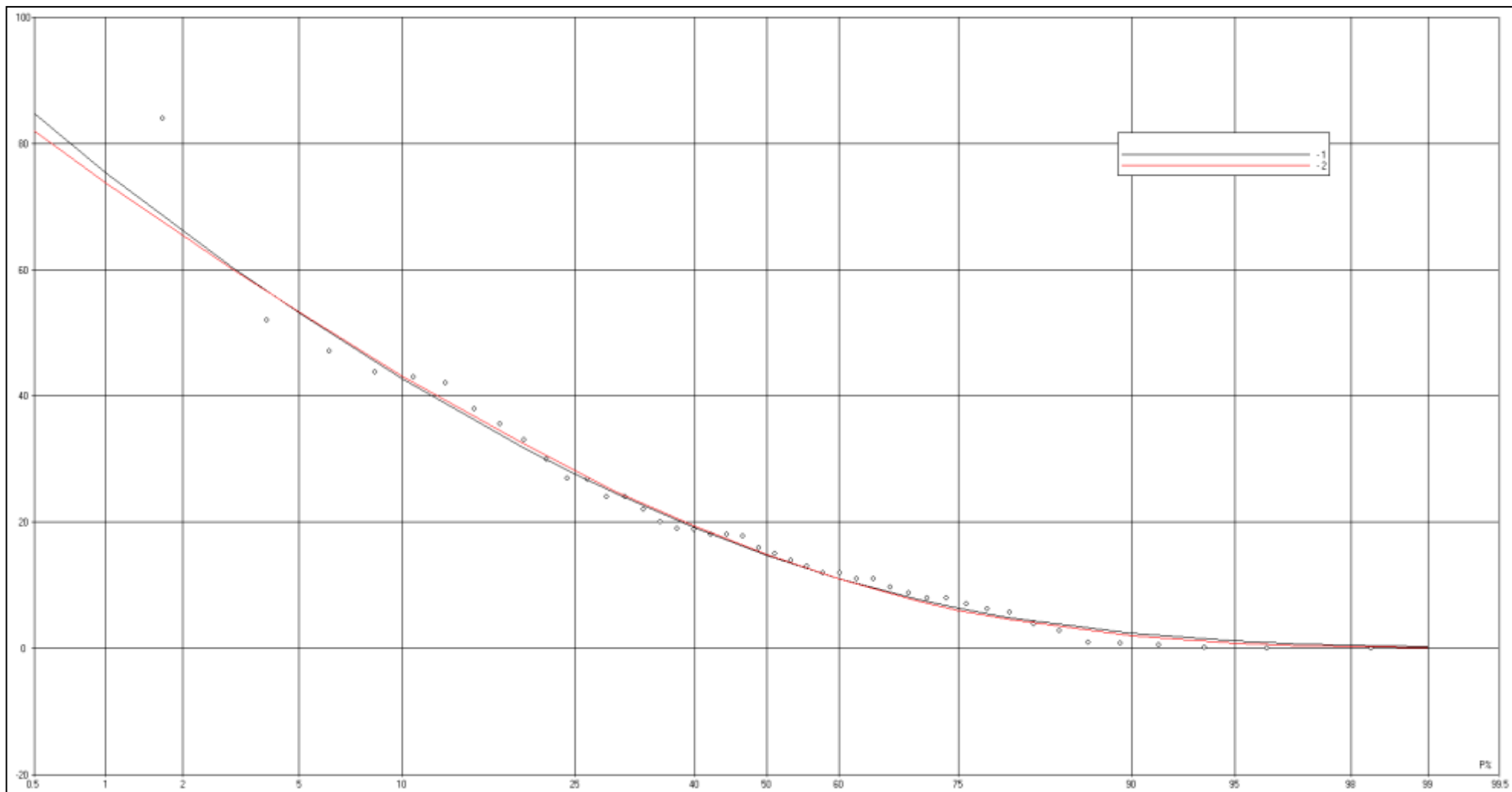


Рисунок 4.6. Кривая обеспеченности слоя стока половодья р. Малый Узень – с. Малый Узень

Продолжение таблицы 4.7.

Величины стока обеспеченностью P, %						
25	50	75	80	90	95	97
27,6	14,8	6,4	4,97	2,39	1,16	0,67
108,47	58,16	25,15	19,53	9,39	4,56	2,63
155,47	89,16	41,15	32,53	17,39	12,56	10,63
47,0	31,0	16,0	13,0	8,0	8,0	8,0

Из общей совокупности значений, рассматриваемого стоко-ряда р. М. Узень, равной  $n_1=45$  наблюдались случаи нулевых значений  $n_2=2$ .

Расчеты с использованием выражения (1), установлены ординаты аналитической кривой распределения слоев стока половодья для неоднородных совокупностей с учетом в ряду нулевых значений стока (таблица 4.8).

Таблица 4.8 - Расчетные характеристики стока половодья р. М. Узень

Створ	Характеристика стока	Величины стока обеспеченностью P, %						
		5	10	25	50	75	80	95
с. Малый Узень	$h$ , мм	52,2	41,8	26,6	12,9	5,8	3,17	0
	Бытовой $W_B$ , млн. м <sup>3</sup>	205,15	164,27	104,54	50,70	22,79	12,46	0
	Естественный $W_E$ , млн. м <sup>3</sup>	252,15	211,27	151,54	81,70	38,79	25,46	8,0
	Аккумуляция $W_A$ , млн. м <sup>3</sup>	47,0	47,0	47,0	31,0	16,0	13,0	8,0

В заключении необходимо отметить, что выше указывалось на то, что при определении характеристик естественного стока рек Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени) значения величин аккумуляции стока водохранилищами приняты по материалам: «Схема комплексного использования и охраны водных объектов по бассейнам рек Большой Узень и Малый Узень (Российская часть) Книга 4 «Водохозяйственные балансы и балансы загрязняющих веществ» 2014 год. Очевидно, что для объективной оценки величин аккумуляции стока водохранилищами при современном уровне зарегулированности стока и объемах водопотребления в бассейнах указанных рек необходимо проведение комплексных исследований, в результате которых будут получены уточненные коэффициенты зарегулирования стока рек и величины аккумуляции стока в различные по водности годы.

## 5. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОГЛАСОВАНИЮ МЕТОДИК СОСТАВЛЕНИЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАЛАНСОВ И МОНИТОРИНГА СТОКА РЕК КАРАОЗЕН И СВРЬЮЗЕН (БОЛЬШОЙ И МАЛЫЙ УЗЕНИ)

### 5.1. Основные мероприятия по согласованию водохозяйственных балансов

Для совершенствования механизма управления водными ресурсами трансграничных рек Караозен и Сарьюзен (Большой и Малой Узени) и согласование водохозяйственных балансов указанных рек Российской и Казахстанской сторонами необходимым является выполнение мероприятий, указанных в таблице 5.1.

Таблица 5.1. – Мероприятия, направленные на согласование водохозяйственных балансов указанных рек Российской и Казахстанской сторонами

№ п/п	Направление мероприятия	Содержание мероприятия	Планируемые результаты
1	Согласование нормативных документов	Согласование сторонами общей методики составления водохозяйственных балансов водных объектов	Методика составления водохозяйственных балансов
2		Утверждение сторонами перечня нормативных документов, регламентирующих расчет основных гидрологических характеристик, принимаемых в качестве гидрологического обоснования приходной составляющей водохозяйственного баланса	Нормативные документы регламентирующие расчет основных гидрологических характеристик
3		Согласование методики учета аккумуляции стока рек прудами и водохранилищами, а также непроизводительных потерь воды	Методика учета аккумуляции стока рек прудами и водохранилищами, а также непроизводительных потерь воды
4	Согласование инженерно-гидрологического обоснования приходной части водного баланса	Согласование сторонами данных мониторинговых гидрологических наблюдений за стоком рек и, определенных на их основе расчетных гидрологических характеристик, принимаемых в качестве опорных при инженерно-гидрологическом обосновании приходной составляющей водохозяйственного баланса	Расчетные гидрологических характеристик, принимаемых в качестве опорных при инженерно-гидрологическом обосновании приходной составляющей водохозяйственного баланса
5		Согласование и проведение совместных исследований по оценке и обоснованию потенциально-свободного и экологического стока рек	Программа проведения совместных исследований. Расчетные характеристики потенциально-свободного и экологического стока в опорных створах рек
6	Мониторинговые исследования	Согласование и проведение совместных исследований по оценке современного уровня водопользования и климатических изменений, определяющих расходную часть водохозяйственных балансов рек	Программа проведения совместных исследований. Отчет по результатам, проведенных совместных исследований современного уровня водопользования и климатических изменений

## **5.2. Рекомендации по дальнейшей работе в области гармонизации водохозяйственных балансов р. Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени)**

1. Утверждение концепции совместного проекта по гармонизации водохозяйственных балансов р. Караозен и Сарыозен (Большой и Малый Узени);
2. Проведение анализа с оценкой возможности применения действующих методик определения основных элементов водохозяйственного баланса в условиях нестационарного развития гидрологических процессов;
3. Утверждение сторонами перечня нормативных документов, регламентирующих расчет основных гидрологических характеристик;
4. Согласование сторонами данных мониторинговых гидрологических наблюдений за стоком рек в расчетных створах на территории Российской Федерации и Республики Казахстан;
5. Проведение научно-исследовательских работ по обоснованию величин потенциально-свободного и экологического стока рек;
6. Разработка и утверждение программы проведения совместных исследований по оценке современной степени зарегулированности стока в бассейнах указанных рек, уровня водопользования и климатических изменений;
7. Разработка структурной схемы баланса деления стока рек.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. «Водохозяйственный баланс рр. Большой Узень и Малый Узень в пределах Саратовской области». – Саратов, Институт ОАО «Приволжводопроект», 1998 г.
2. СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», Госстрой РФ, 1996 г.
3. СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства», Госстрой РФ, 1997 г.
4. СП 33-101-2003 «Определение основных гидрологических характеристик», Госстрой России М., 2004 г.
5. «Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик», Гидрометеиздат, Ленинград, 1984 г.
6. Дружинин В.С., Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб.: Изд. РГГМУ. 2001. – 168 с.
7. «Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений». – СПб.: Государственный гидрологический институт. 2005. – 45 с.
8. «Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений». – СПб.: Государственный гидрологический институт. 2004. – 6