



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Гидрометрии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

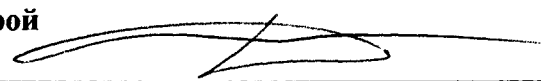
На тему **Влияние русловых процессов**
на гидротехнические сооружения
(на примере Сальского водохранилища)

Исполнитель Левченко Светлана Сергеевна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель К. Г. Н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

к. г. н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий
(фамилия, имя, отчество)

«3» июля 2017 г.

Санкт-Петербург
2017

Оглавление

		Стр.
	Оглавление	
	Введение	
1	Краткая физико-географическая характеристика района расположения Сальского водохранилища	
1.1	Климатические особенности	
1.2	Почвы и растительность	
2	Общая характеристика Сальского водохранилища и гидроузла	
2.1	Исторические сведения о строительстве, реконструкции сооружений и об изменениях порядка регулирования, технической и иной документации, местах ее хранения	
2.2	Описание типа гидроузла и образуемого им водохранилища	
2.3	Сведения о гидротехнических сооружениях Сальского водохранилища	
2.4	Основные параметры Сальского водохранилища	
3	Использование водных ресурсов	
3.1	Расчеты гидрологических характеристик	
3.2	Результаты статистической обработки рядов годового и сезонного стока в створе гидроузла Сальского водохранилища	
3.3	Параметры годового и сезонного стока	
3.3.1	Годовой сток	
3.3.2	Сток за периоды половодья и межени	
3.4	Требования водопользователей	
3.5	Современный водохозяйственный баланс Сальского водохранилища	
3.6	Кривые продолжительности основных элементов режимов работы Сальского водохранилища за год и отдельные сезоны	

	года	
3.7	Расчетные режимы работы водохранилища за конкретные календарные годы с объемами стока, близкими по расчетным обеспеченностям, к характерным значениям	
3.8	Расчетные режимы работы водохранилища за маловодные n-летние периоды	
3.9	Гидравлические расчеты	
3.10	Определение координат характерных кривых свободной поверхности Сальского водохранилища (вероятностью превышения 1%, 5% и 10%)	
3.11	Итоги анализа	
	Заключение	
	Список использованной литературы	
	Приложение А – Земляная плотина водохранилища (средненапорная)	
	Приложение Б – Открытый водосброс	
	Приложение В – Сифонный водовыпуск	
	Приложение Г – Кривые зависимости $W=f(Z)$ и $\omega=f(Z)$ Сальского водохранилища	
	Приложение Д – Кривая пропускной способности открытого водосброса Сальского гидроузла на р.Средний Егорлык	
	Приложение Е – Кривая пропускной способности сифонного водовыпуска Сальского гидроузла на р.Средний Егорлык в зависимости от напора (при полностью открытом затворе)	
	Приложение Ж – Кривая расходов $Q=f(H)$ для расчета уровней воды в р. Средний Егорлык в нижнем бьефе Сальского водохранилища	
	Приложение И1 – Хронологический график условно-естественного годового стока р.Средний Егорлык в створе	

	гидроузла Сальского водохранилища	
	Приложение И2 – Интегральная кривая условно-естественного годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища	
	Приложение И3 – Разностная интегральная кривая условно-естественного годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища	
	Приложение К1 – Теоретическая кривая обеспеченности естественного годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища	
	Приложение К2 – Теоретическая кривая обеспеченности естественного стока за период половодья в створе гидроузла Сальского водохранилища	
	Приложение К3 – Теоретическая кривая обеспеченности естественного стока за период летне-осенней межени в створе гидроузла Сальского водохранилища	
	Приложение Л – Водохозяйственный баланс водохранилища на р. Средний Егорлык для лет характерной водности	
	Приложение М – Маловодные периоды стока в створе гидроузла Сальского водохранилища за 1925/26 -1998/99 гг	
	Приложение Н – Кривые свободной поверхности воды в р. Средний Егорлык в бытовых условиях и в условиях водохранилища (при НПУ= 29.0 м БС и ФПУ= 30.0 м БС)	

Введение

В соответствии со статьей 45 «Водного кодекса Российской Федерации», Положением о разработке, согласовании и утверждении правил использования водохранилищ, в том числе типовых правил использования водохранилищ, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 22.04.2009 № 349, Положением о Федеральном агентстве водных ресурсов, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 16.06.2004 № 282, Методическими указаниями по разработке правил использования водохранилищ, утвержденными приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 26.01.2011 № 17, а также распоряжением Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2009 г. № 197-р, по заданию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации разработаны Проекты Правил использования водных ресурсов водохранилищ, в перечень которых входит и Сальское водохранилище, расположенное на р. Средний Егорлык в Ростовской области. Правила использования водохранилищ (далее-Правила), состоящие из двух частей (Правил использования водохранилищ и Правил технической эксплуатации и благоустройства водохранилищ) после их утверждения автоматически становятся отправным документом, определяющим режим управления водными ресурсами. Правилами использования водных ресурсов водохранилищ определяется, в том числе режим наполнения и сработки водохранилищ. Правилами технической эксплуатации и благоустройства водохранилищ определяется порядок использования их дна и берегов.

Правила использования водных ресурсов Сальского водохранилища разработаны в 2014 г. Северо-Кавказским филиалом ФГУП РосНИИВХ в соответствии с Государственным контрактом № П-13-17 от 13.03.2013г между Донским бассейновым водным управлением (ДБВУ) и Федеральным государственным унитарным предприятием Российский научно-исследовательский ин-

ститут комплексного использования и охраны водных ресурсов (ФГУП РосНИИВХ).

Главная цель исследования – изучить гидролого-экологические аспекты использования водных ресурсов Сальского водохранилища (на основе анализа Проекта Правил использования его водных ресурсов).

В соответствии с целью определены следующие задачи:

1 изучить физико-географические особенности района Сальского водохранилища;

2 изучить «Методические указания по составлению Правил использования водных ресурсов»;

3 определить степень соответствия разработанных Правил «Методическим рекомендациям», проведя анализ расчета гидрологических характеристик;

4 дать оценку современному использованию водных ресурсов Сальского водохранилища;

Материалы для написания дипломного проекта получены в лаборатории гидрологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» (ФГБНУ «АзНИИРХ»).

1 Краткая физико-географическая характеристика района расположения Сальского водохранилища

Сальское водохранилище расположено на р. Средний Егорлык, юго-западнее г. Сальска Ростовской области. Напорный гидроузел расположен в 6 км юго-западнее г. Сальск, на расстоянии 44 км от устья р. Средний Егорлык. Длина водохранилища 22.0 км. Водосборный бассейн водохранилища расположен на территориях Сальского и Целинского районов Ростовской области. На рисунке 1.1 изображена схема Сальского водохранилища, а на рисунке 1.2 ситуационный план Сальского водохранилища.

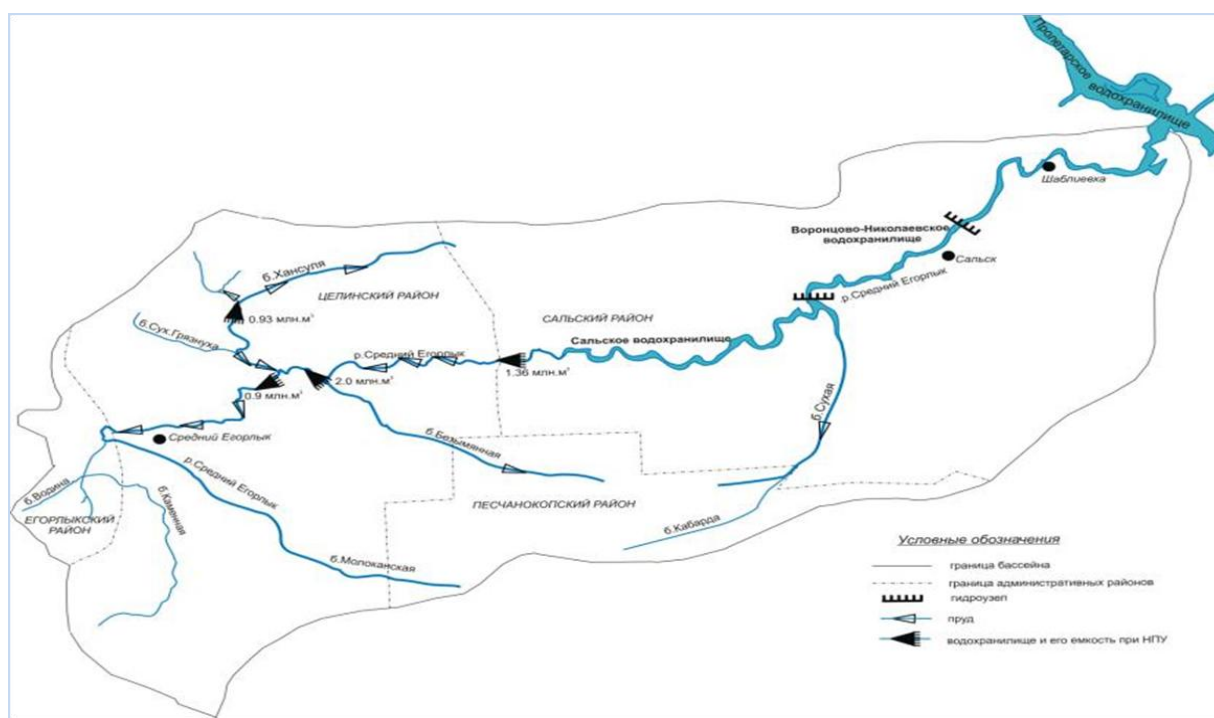


Рисунок 1.1 – Схема Сальского водохранилища

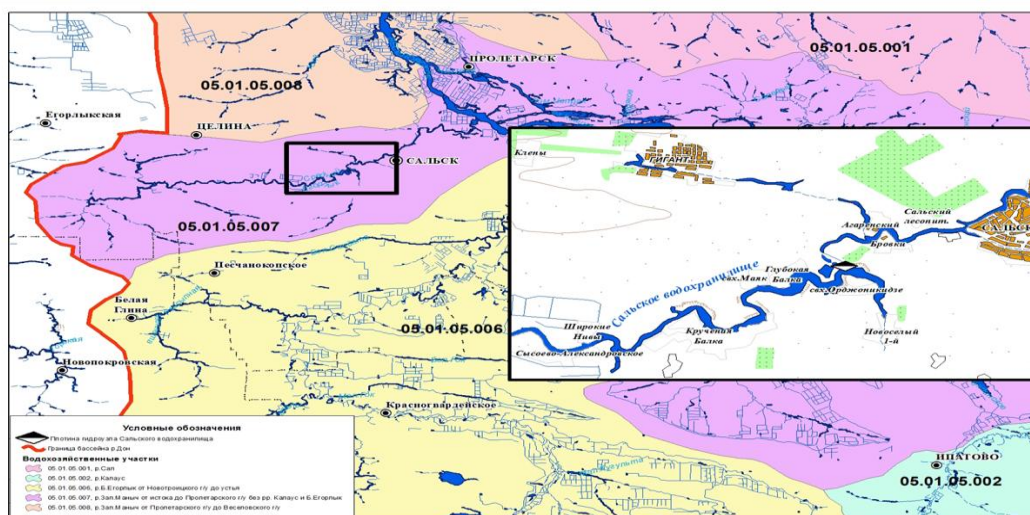


Рисунок 1.2 – Ситуационный план Сальского водохранилища

1.1 Климатические особенности

Район водохранилищ расположен в зоне континентального климата, характеризующегося недостаточным увлажнением, жарким и сухим летом, сравнительно продолжительной и холодной зимой. Продолжительность солнечного сияния составляет 2100–2200 часов в год. Средняя месячная температура воздуха самого теплого месяца (июля), по данным ГМС Пролетарск, составляет плюс 24.1 0С, а самого холодного месяца (января) – минус 5.3 0С, в таблице 1.1 представлены среднемесячные и среднегодовая температуры воздуха по данным ГМС Пролетарск.

Таблица 1.1 – Средняя месячная и годовая температура воздуха (оС) по данным ГМС Пролетарск (1948-1972гг.)

Станции	Месяц												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Пролетарск	-5.3	-4.7	0.7	9.4	16.6	20.9	24.1	23.1	16.8	9.6	2.6	-2.8	9.2

Весенние заморозки прекращаются обычно уже во второй декаде апреля, и начало весны, как правило, сопровождается стремительным ростом теплонакопления, способствующим быстрому прогреванию суши и водоемов. В отдельные годы заморозки и возвраты холодов возможны даже в середине мая. В отдельные дни первого весеннего месяца возможно повышение температуры воздуха до плюс 30 0С.

Средняя продолжительность летнего периода, как правило, сухого и жаркого, составляет около 120 дней. Среднегодовая упругость водяного пара варьирует от 8.9 до 9.4 мб, достигая в летний период 15–16 мб. Относительная влажность воздуха различается, в зависимости от времени суток от 51 до 88 %, но в межсезонном и территориальном аспектах эти изменения незначительны.

Годовая сумма осадков составляет в среднем 453 мм по данным ГМС Пролетарск. Наибольшее количество осадков выпадает, как правило, в мае, июне и декабре, как показано в таблице 1.2. Ливневые дожди бывают редко. Вероятность образования устойчивого снежного покрова равна 60–70%. Устойчивый снежный покров образуется в третьей декаде декабря, и средняя за зиму высота его равна 10–15 см. Запас воды в снежном покрове составляет 20–30 мм.

Таблица 1.2 – Среднее месячное и годовое количество осадков (мм) по данным ГМС Пролетарск (1948-1972гг.)

Станция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Пролетарск	28	29	31	33	50	49	45	38	28	36	39	47	453

Низкая относительная влажность воздуха при его высокой температуре и сильных сухих ветрах восточных румбов иногда способствуют полному

испарению выпавших осадков. Показателем значительного испарения с водной поверхности является высокий индекс сухости района около 1.5. Максимум испарения приходится на июль–август до 221 мм, а годовая сумма испарения с водной поверхности составляет в среднем около 1100 мм. Средний месячный недостаток насыщения воздуха водяными парами для летних месяцев в районе колеблется от 12.4 до 16.8 мб.

Средняя многолетняя скорость ветра за год изменяется на территории от 3.8 до 5.2 м/с. В летние месяцы преимущественны ветры западных румбов, в остальную часть года преобладают восточные ветры, имеющие скорость 5–12 м/с, иногда до 20–25 м/с, нередко сопровождаемые суховеями и пыльными бурями, а также штормовыми и сгонно-нагонными явлениями весной и осенью.

1.2 Почвы и растительность

Разнообразие почвенного покрова Манычской долины объясняется континентальностью климата, орографией района и засоленностью слагающих пород. Район водохранилищ относится к донской сухостепной провинции темно-каштановых и каштановых почв.

Водораздельное плато Сало-Манычской возвышенности покрыто преимущественно южными черноземами на желто-бурых лессовидных суглинках. На южных склонах, реже на водоразделе, встречаются каштановые почвы и отдельные мелкие пятна солонцов. На Сало-Манычской возвышенности преобладают темно-каштановые и светло-каштановые почвы и солонцы. Егорлыкская равнина и северные склоны Ставропольского поднятия покрыты западнопредкавказскими черноземами различной мощности и карбонатности. Бессточные понижения - саги, заполняемые весенними водами восточнее р. Егорлык, при высыхании образуют солончаки. В западной части этого участка встречаются луговые черноземы, в восточной - солонцеватые черноземы и лугово-черноземные солонцеватые почвы.

По данным П.П.Воронкова химический анализ водных вытяжек почв свидетельствует о преобладании сульфатного засоления почвенного покрова. Доминирующими катионами являются ионы натрия. В зоне солончаков, наряду с сульфатным, встречается и хлоридное засоление почв, общее содержание минеральных веществ в которых иногда превышает 2000 г/дм^3 . Растительный покров территории отличается комплексностью флористического состава степной и полупустынной зон, на рисунке 1.3 изображена степная полынь.



Рисунок 1.3 – Степная полынь в бассейне Сальского водохранилища

Древесная растительность в рассматриваемом районе практически полностью отсутствует. Изредка в поймах рек встречаются кустарники боярышника и терна. Водная растительность представлена зарослями тростника, рогоза, камыша.

2 Общая характеристика Сальского водохранилища и гидроузла

2.1 Исторические сведения о строительстве, реконструкции сооружений

Сальское водохранилище построено в 1940 г. для целей орошения и рыбного хозяйства. Проектом предусматривалось строительство ГЭС, которая не была построена. Работы по строительству Сальского водохранилища были начаты в 1938 г. Основные сооружения Сальского гидроузла построены в 1940 г. Год ввода в эксплуатацию – 1941. Период начального заполнения водохранилища в течение 1941г.

В 1973 году в соответствии с Техническим проектом повышения водообеспеченности орошаемых земель в зоне Сальского водохранилища в Сальском районе Ростовской области, был построен комплекс сооружений для подачи воды в Сальское водохранилище из Весёловского водохранилища.

Вода подавалась с помощью насосной станции производительностью 4.0 м³/с по трубопроводу протяжённостью 2.76 км в подводный канал в земляном русле, откуда попадала в существующее по настоящее время Воронцово-Николаевское водохранилище, расположенное в пределах г. Сальска. Воронцово-Николаевское водохранилище имеет ёмкость 5.4 млн. м³, площадь зеркала 288 га, протяжённость – 16.0 км. Построено в начале прошлого века. В плотине имеется шлюз-регулятор для пропуска паводков.

Плотиной Воронцово-Николаевского водохранилища вода поддерживалась на отметке 23.0 м БС, что соответствовало нормальному подпорному уровню (НПУ) водохранилища. Подпор распространялся до нижнего бьефа Сальского водохранилища.

В нижнем бьефе плотины Сальского водохранилища на правом берегу располагалась насосная станция второго подъёма НС-2, которая перекачива-

ла воду в Сальское водохранилище. Производительность насосной станции 2.0 м³/с, напор 11.3 м.

С пуском в эксплуатацию всего комплекса сооружений решалась задача обеспечения водой существовавших орошаемых участков в хозяйствах Сальского района. Одновременно в Воронцово-Николаевском водохранилище обеспечивался водообмен, в результате чего улучшалось санитарное состояние водохранилища, создавались благоприятные условия для промышленного воспроизводства рыбы в Воронцово-Николаевском и Сальском водохранилищах и организации рекреационных зон.

Кроме того, проектом предусматривалась подача воды для существующего на тот период времени рыбопитомника, расположенного на левом берегу водохранилища в районе створа гидроузла в объёме 1.1 млн. м³.

Проект переброски стока был реализован и действовал ориентировочно до 1980 г., однако в настоящее время комплекс сооружений для подачи воды в Сальское водохранилище разрушен и не подлежит восстановлению.

В 2006 году для повышения надёжности работы Сальского гидроузла был разработан рабочий проект. Предусмотренные проектом водосбросные сооружения гидроузла построены в 2009–2010 годах. Открытый паводковый водосброс построен взамен пришедшего в негодность открытого водосбросного сооружения. В настоящее время, построенное водосбросное сооружение находится в удовлетворительном состоянии. Водосброс оборудован полигональным ковшовым оголовком; выполнен из сборного и монолитного железобетона; ширина водопропускного живого сечения под мостом – 2 на 5.25 м. Отметка НПУ – 29.0 м БС, ФПУ – 30.0 м БС. Через водосброс проложен мост шириной 9.5 м.

В настоящее время Сальское водохранилище используется в целях орошения, аквакультуры (рыбоводства) и локально для рекреации.

2.2 Описание типа гидроузла и образуемого им водохранилища

Вид ГТС – водохранилищный гидроузел. Основные гидротехнические сооружения напорного фронта Сальского гидроузла: земляная плотина, открытый водосброс автоматического действия и сифонный водовыпуск. Водосброс и сифонный водовыпуск расположены в теле земляной плотины.

По ландшафтным условиям Сальское водохранилище относится к степным; по генезису котловин – русловое долинное, а по вертикальной зональности с учётом климатических зон – равнинное в южной климатической зоне. По геометрическим размерам – небольшое (полный объём 23.1 млн. м³, площадь при НПУ - 7.75 км²); по глубине - неглубокое (максимальная глубина при НПУ – 6.0 м, средняя – 3.0 м). По степени регулирования стока – многолетнего регулирования с отметкой НПУ 29.0 м БС; по величине сработки уровня воды – среднее (до 4.5 м); по скорости водообмена – среднее (от полугода до года).

2.3 Сведения о гидротехнических сооружениях Сальского водохранилища

Общая характеристика ГТС гидроузла Сальского водохранилища приведена в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Общая характеристика ГТС гидроузла Сальского водохранилища

Наименование информационных сведений	Содержание информационных сведений
Наименование сооружений	Гидротехнические сооружения Сальского водохранилища

Продолжение таблицы 2.1

Наименование информационных сведений	Содержание информационных сведений
Назначение сооружений	Аквакультура (рыбоводство), орошение, рекреация
Код водного объекта	АЗО ДОН 0099 0172 (код ГТС - 1 20 61 Т 3 08 00 0003)
Название водного объекта	Сальское водохранилище на реке Средний Егорлык
Код водохозяйственного участка	05.01.05.007
Местоположение сооружения	расположен в 6 км юго-западнее г. Сальск, на расстоянии 44 км от устья р. Средний Егорлык
Широта основной точки	46 27' 12,49459" с.ш.
Долгота основной точки	41 25' 48,24387" в.д.
Широта вспомогательной точки	46 27' 09,52315" с.ш.
Долгота основной точки	41 25' 16,29542" в.д.
Код административно-территориального образования	60 250 000 000
Собственник	
Форма собственности	Муниципальная собственность

В состав комплекса ГТС напорного гидроузла Сальского водохранилища входят:

- земляная плотина (приложение А);
- водобросное сооружение (приложение Б);
- сифонный водовыпуск (приложение В);
- иные сооружения на Сальском водохранилище.

Земляная плотина эксплуатируется с 1940 г. При разработке ПИВР расстояние от устья до плотины Сальского водохранилища принято равным 44 км. Плотина относится к IV классу, проектная отметка гребня плотины равна 32.00 м БС. Отметка НПУ – 29.00 м БС; отметка ФПУ- 30.00 м БС; отметка УМО – 24.50 м БС. Общая длина плотины – 750 м; на расстоянии 500 м от правого плеча плотина делает в плане изгиб – под углом 40° в сторону нижнего бьефа. Ширина гребня плотины – 6 м, по нему проходит грунтовая эксплуатационная дорога.

Водосбросное сооружение. Существующий открытый паводковый водосброс автоматического действия расположен со стороны левого плеча земляной плотины, построен взамен и на месте пришедшего в негодность открытого водосбросного сооружения. В 2006 году на существующий водосброс был разработан рабочий проект. Предусмотренные проектом водосбросные сооружения гидроузла были построены в 2009 г. Водосброс выполнен по типовому проекту. Назначение сооружения – автоматический сброс избыточных паводковых вод из водохранилища при подъёме уровня воды в нём выше входного порога, располагаемого на отметке НПУ.

Водосбросное сооружение состоит из подводящего и отводящего земляных каналов, входного оголовка с проезжим мостом, быстротока и концевого участка. Несущими грунтами в основании водосбросного сооружения являются плотные суглинки мощностью до 17 м: средние, жёлто-серые, плотные, непучинистые и непросадочные с расчётными характеристиками:

$\varphi=7^\circ$ – угол внутреннего трения глинистого грунта;

$W=0.45$ – консистенция природная;

$C=0.22$ кг/см² – удельное сцепление грунта;

$\gamma_0 = 1.99$ т/м³ – удельный вес грунта природной влажности;

$\gamma_c = 1.58$ т/м³ – удельный вес скелета сухого грунта.

В проекте предусмотрены мероприятия по защите сооружения от сил морозного пучения:

– над водонепроницаемой частью понура - полиэтиленовой пленкой (уложен защитный слой грунта 1.0 м); для понура, использован местный глинистый грунт; там же, где плёнка уложена под днищем ковша, защитный слой выполнен из песка (крупного и средней крупности);

– под флютбетом входного оголовка и днищем лотка быстротока выполнена песчаная подушка (из песка крупного и средней крупности);

– за устои входного оголовка и за стенки быстротока отсыпан песок (крупный и средней крупности);

– бетонные поверхности, соприкасающиеся с грунтом (вертикальные), покрыты эмалью КО-144.

Для предохранения от размыва поверхностными водами наклонных плоскостей, расположенных вдоль лотка сооружения, устроен водоотвод, который запроектирован в виде поверхностной дрены глубиной 0.3–0.5 м, заполненной мелким камнем.

Сифонный водовыпуск был построен для опорожнения водохранилища. Конструкция этого водовыпуска аналогична конструкции выведенного из эксплуатации сифонного водовыпуска, расположенного в правобережной плечевой части плотины рядом с бывшей насосной станцией НС-2. На входной части сифона для защиты от попадания мусора установлена решётка с шагом $\delta = 46$ мм. Водопроводящая часть – стальная труба диаметром 820 мм и длиной 101 м. Нисходящая ветвь заканчивается «выходным конусом», расположенным в железобетонном оголовке-гасителе.

Нижний бьеф – канал трапецеидального сечения с дном равным 2.4 м и откосами 1.5 м, вымощенными сборными железобетонными плитами П-3 на щебёночной подготовке толщиной 0.15 м (на длине 50 м). Далее канал проходит в земляном русле с шириной по дну 2.5 м и заложением откосов 1.5 м.

В выходном оголовке-гасителе расположена задвижка, позволяющая регулировать работу сифонного водовыпуска. В самой высокой точке сифона располагается воздушный вентиль. Рядом смонтирована задвижка и воронка

для заполнения водой нисходящей ветви водовыпуска. Сифонный водовыпуск работает только при условии его предварительного заполнения водой.

Иные сооружения на Сальском водохранилище. В 2013 г. при обследовании Сальского водохранилища, установлено, что со стороны левого плеча земляной плотины имеется не предусмотренный проектом гидроузла обводной канал, построенный для сброса воды из водохранилища. Общая длина канала – 400 м. На расстоянии 300 м от входной части канала в нём выполнен земляной переезд, в теле которого уложена железобетонная труба диаметром 700 мм. Через переезд на обводном канале проходит грунтовая дорога, идущая через плотину. Ширина канала по дну – 5 м. В 2014 г. канал был пересыпан глухой земляной дамбой, расположенной на расстоянии 100 м от его входной части, в результате чего пропуск воды по каналу стал невозможен.

В 1973 году был разработан проект по улучшению водообеспеченности Сальского водохранилища. Согласно этому проекту, в нижнем бьефе плотины Сальского водохранилища на правом берегу располагалась насосная станция второго подъёма НС-2, которая перекачивала воду из Воронцово-Николаевского водохранилища в Сальское водохранилище. Производительность этой насосной станции была 2.0 м³/с, напор 11.3 м. Во время разработки Проекта Правил использования водохранилища НС-2 не работала, т.к. оборудование демонтировано, здание станции частично разобрано.

На левом берегу в верхнем бьефе Сальского водохранилища расположены мальковые пруды площадью около 35 га, которые не работают в течение последних 30 лет. В них выращивали молодь толстолобика, сазана, которой зарыбляли водохранилище. Рыбу отлавливали неводом. Этим занималось СПК (рыбколхоз) «Береговой», которое функционировало до 2003 г.

На левом берегу, выше по течению на расстоянии 1.0 км от створа плотины гидроузла, на подводящем канале располагалась подземная насосная станция, подававшая воду на мальковые пруды (в течение последних 30 лет не работает, полностью выведена из строя и восстановлению не подлежит).

Планируется возобновить работу мальковых прудов на площади 14 га с использованием новой передвижной насосной станции.

На Сальском водохранилище, на р. Сухая, на расстоянии 1.47 км от её устья, на северо-восточной окраине пос. Новосёлый Сальского района, через водохранилище проложена земляная дамба. Длина дамбы – 340 м, по её гребню проходит грунтовая дорога. Откосы дамбы подмыты, местами укреплены хворостом. Дамба построена около 20 лет назад без проекта. Со стороны левого плеча дамбы имеется водопропускное сооружение, выполненное из железобетонных труб (1 нитка диаметром 500 мм). Участок водохранилища выше дамбы обмелел, зарастает водной растительностью; его берега заросли тростником. В случае прохождения расходов воды с малым процентом обеспеченности водопропускное сооружение не справится с их пропуском, дамба будет размывта.

На Сальском водохранилище, на р. Средний Егорлык, на расстоянии 56.7 км от её устья, на юго-восточной окраине пос. Широкие Нивы Сальского района, на водохранилище имеется русловая земляная плотина. Общая длина напорного фронта – 290 м. По гребню плотины проложена асфальтированная автодорога. Со стороны нижнего бьефа плотина подпёрта Сальским водохранилищем. Оба откоса плотины подмыты; напорный откос со стороны левого берега закреплён разнотипными железобетонными элементами.

В правом плече плотины выполнено первое водопропускное сооружение, состоящее из трех ниток сборных железобетонных труб диаметром 500 мм. Концевая часть этого сооружения разрушается: плиты просели, через стыки между ними вымывается грунт, материал железобетона разрушается. Подводящий канал зарос тростником, входные сечения труб забиты мусором.

В левобережной части насыпи плотины выполнено второе водопропускное сооружение в виде сборной железобетонной трубы диаметром 500 мм. Водобойная часть у этого сооружения отсутствует. Общая пропускная способность этих водопропускных сооружений недостаточна для пропуска больших паводковых расходов.

На правом берегу Сальского водохранилища, на расстоянии 58.4 км от устья р. Средний Егорлык, на северо-восточной окраине с. Сысоево-Александровское Сальского района, находится насосная станция «Veinlich», подающая воду на орошаемый участок фермерского хозяйства «Славяне». Площадь орошения в 2013 году составила 200 га. Выращиваются огородные культуры (картофель, лук). Огород расположен на существовавших ранее полях орошения. В перспективе планируется ввести ещё 100 га орошаемой площади. Насосная станция забирает воду из верхнего отсека Сальского водохранилища, расположенного в русле р. Средний Егорлык.

2.4 Основные параметры Сальского водохранилища

Основные современные характеристики Сальского водохранилища приведены в таблицах 2.2 и 2.3, на рисунке в приложение Г.

Таблица 2.2 – Характерные (нормативные) уровни воды в водохранилище (Правила, 2014)

Наименование характеристики	Единицы измерения	Значение
Нормальный подпорный уровень (НПУ)	м	29.0
Уровень мертвого объема (УМО)	м	24.5
Форсированный уровень (ФПУ)	м	30.0
Уровень принудительной предполоводной сработки	м	не предусмотрен

Сброс воды из Сальского водохранилища может осуществляться через открытый водосброс и сифонный водовыпуск. Существующий открытый водосброс автоматического действия расположен со стороны левого плеча земляной плотины, построен взамен и на месте пришедшего в негодность от-

крытого водосбросного сооружения. В 2006 году на существующий водосброс был разработан рабочий проект по капитальному ремонту гидротехнических сооружений на Сальском водохранилище.

Таблица 2.3 – Основные морфометрические характеристики Сальского водохранилища

Наименование характеристики	Единицы измерения	Значение
Площадь зеркала при НПУ	км ²	7.75
Площадь зеркала при УМО	км ²	1.80
Полный объем при НПУ	млн. м ³	23.1
Полезный объем при НПУ	млн. м ³	20.9
Полный объем при ФПУ	млн. м ³	34.1
Объем форсировки	млн. м ³	11.0

Предусмотренные проектом водосбросные сооружения гидроузла были построены в 2009 году. Назначение сооружения – автоматический сброс избыточных вод из водохранилища при подъеме уровня воды в нём выше входного порога, располагаемого на отметке НПУ. Характеристика пропускной способности открытого водосброса приведена в таблице 2.4 и на рисунке в приложение Д.

Сифонный водовыпуск был построен для опорожнения водохранилища. Конструкция этого водовыпуска аналогична конструкции выведенного из эксплуатации сифонного водовыпуска, расположенного в правобережной плечевой части плотины. Характеристика пропускной способности сифонного водовыпуска приведена в таблице 2.5 и на рисунке в приложение Е.

Таблица 2.4 – Характеристика пропускной способности открытого водосброса

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Класс сооружения	–	IV
Количество пролётов для пропуска воды	шт.	2
Количество основных затворов	шт.	Нет
Проектный расход при НПУ	м ³ /с	0
Максимальный проектный расход при ФПУ	м ³ /с	75.63

Таблица 2.5 – Характеристика сифонного водовыпуска

Наименование показателя	Ед. изм	Значение
Класс сооружения	–	IV
Количество ниток водоводов для пропуска воды	шт.	1
Количество основных затворов	шт.	1
Максимальный проектный расход	м ³ /с	2.8

Характерные расходы воды в нижнем бьефе гидроузла водохранилища представлены в таблице 2.6, расчетные уровни воды в нижнем бьефе гидроузла водохранилища в таблице 2.7. Расчетные уровни воды в р. Средний Егорлык в нижнем бьефе Сальского водохранилища определялись по кривой расходов $Q=f(H)$ представленной в приложение Ж на рисунке.

Расчетные уровни воды в р. Средний Егорлык в нижнем бьефе Сальского водохранилища существенно ниже уровней НПУ и ФПУ Воронцово-Николаевского водохранилища, распространяющихся до гидроузла Сальского водохранилища. Поэтому в случае, когда Воронцово-Николаевское водохранилище наполнено, в расчет принимаются его отметки НПУ и ФПУ; если сработка его объема произведена до отметки УМО, следует руководствоваться

ся значениями отметок уровней воды, определяемых по кривой расходов воды $Q=f(H)$ по таблице 2.8

Таблица 2.6 – Характерные расчетные расходы воды в нижнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Расчетный средний многолетний расход воды в нижнем бьефе гидроузла водохранилища	м ³ /с	0.44
Расчетный среднегодовой расход воды в нижнем бьефе гидроузла водохранилища 95% обеспеченности (по многолетнему ряду)	м ³ /с	0.087
Расчетный максимальный среднесезонный расход воды в нижнем бьефе гидроузла водохранилища по сезонам: – зимняя межень (XI-I) – половодье (II-IV) – лето (V-X)	м ³ /с	0.225 10.801 0.188
Расчетный минимальный расход воды в нижнем бьефе гидроузла водохранилища по сезонам года: – зимняя межень (XI-I) – половодье (II-IV) – лето (V-X)	м ³ /с	0.025 0.044 0.015
Максимальный по условиям незатопления расход воды в нижнем бьефе гидроузла водохранилища	м ³ /с	42.00

Таблица 2.7 – Расчетные уровни воды в нижнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Уровень воды в нижнем бьефе гидроузла при среднемноголетнем расходе воды	м	20.27
Уровень воды в нижнем бьефе гидроузла при среднегодовом расходе воды 95% обеспеченности	м	20.26
Уровень воды в нижнем бьефе гидроузла при минимальном среднесезонном расходе воды в нижнем бьефе:		
– зимняя межень (XI-I)	м	20.26
– половодье (II-IV)		20.26
– лето (V-X)		20.26

Таблица 2.8 – Максимальные расходы и уровни воды в нижнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища при пропуске половодий и паводков

Показатель	Обеспеченность, %		
	1	5	10
Максимальные расходы воды в нижнем бьефе при пропуске половодий, м ³ /с	75.63	57.26	46.48
Уровень воды в нижнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища при отметке УМО в Воронцово-Николаевском водохранилище, м	22.50	22.26	22.20
Уровень воды в нижнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища при отметке НПУ в Воронцово-Николаевском водохранилище, м	23.00	23.00	23.00
Уровень воды в нижнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища при отметке ФПУ в Воронцово-Николаевском водохранилище, м	24.10	24.10	24.10

3 Использование водных ресурсов

3.1 Расчеты гидрологических характеристик

Гидрологический режим р. Средний Егорлык начал изучаться с 1925 г на водпосту в с. Шаблиевское, расположенном в 19 км от устья. Кроме того, кратковременно, в 1941-1948 гг. велись наблюдения за уровнем воды на водпосту в г. Сальске. Данные наблюдения отражали фактически искаженный режим, так как гидрометрическими измерениями фиксировался зарегулированный сток. В современных условиях естественный водный режим р. Средний Егорлык на всем ее протяжении нарушен изъятиями стока, прудами и водохранилищами. Выше гидроузла Сальского водохранилища расположено 14 прудов емкостью от 0.2 до 0.9 млн. м³ и 4 водохранилища емкостью при НПУ от 0.9 до 2.0 млн.м³.

В настоящее время регулярные наблюдения за гидрометеорологическими условиями водохранилища, нижнего бьефа гидроузла, зон формирования притока воды в водохранилище не ведутся. Сведения о действовавших водпостах на р. Средний Егорлык приведены в таблице 3.1.

Недостаточность данных гидрометрических наблюдений по р.Средний Егорлык или их полное отсутствие вызвало необходимость использования рек-аналогов для приведения параметров к многолетнему ряду наблюдений или проведения расчётов по формулам с применением карт, номограмм и данных по рекам аналогам. В 1973г институтом Южгипроводхоз при разработке Технического проекта повышения водообеспеченности орошаемых земель в зоне Сальского водохранилища в Сальском районе Ростовской области было выполнено восстановление и приведение к условиям бытового (естественного) стока годовых и сезонных стоков р. Средний Егорлык за период с 1925 по 1972года.

Таблица 3.1 – Сведения о действовавших водпостах на р. Средний Егорлык

Пункт	Расстояние от устья, км	Площадь водосбора, км ²	Период действия		Период, за который имеются данные наблюдений над		
			открыт	закрыт	уровнем воды	стоком воды	толщиной льда
Сальск	30	2110	1941	1948	1941-1948	–	–
Шаблиевское	19	2270	1925	1996	1926-1989	1932-1989	1926-1989

При восстановлении стока в створе гидроузла Сальского водохранилища за период с 1925 по 1939 года использован ряд по водпосту Шаблиевское с 1926 по 1939 г, приведенный к естественным условиям.

Годовой сток за период с 1940 по 1976 г в створе гидроузла Сальского водохранилища определен по графикам связи р. Сал – х. Барабанщиков и р. Сал – х. Моисеев (с предварительным восстановлением стока в створах балансовым методом). Реки Сал и Средний Егорлык находятся в одних и тех же климатических условиях, географически близки, условия формирования стока однотипны, соотношение площадей водосборов в пределах допустимого. Сезонный сток за весну (II-IV) и лето (V-X) определен по графикам связи соответственно с годовым и межгодовым (V-I) стоком.

При восстановлении годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища за период 1976 по 1999 г предварительно балансовым методом восстанавливался сток р. Сал – х. Моисеев по данным наблюдений р. Сал –

х. Степной и затем по графикам связи определялся сток в створе гидроузла Сальского водохранилища.

3.2 Результаты статистической обработки рядов годового и сезонного стока в створе гидроузла Сальского водохранилища

Восстановленный ряд условно-естественного стока в створе гидроузла Сальского водохранилища за период с 1925 по 1999 г в виде хронологического графика и интегральных кривых условно-естественного годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища приведены на рисунках в приложение И1 – И3.

Оценка однородности условно-естественных рядов годового, половодного и меженного стоков осуществлялась в соответствии с СП 33-101-2003 [10] на основе применения 10 критериев Диксона и двух критериев Смирнова-Граббса. При оценке однородности по критериям определялись расчетные значения статистики, их критические значения при заданном уровне значимости α_k равном 5%, а также уровень значимости, соответствующий расчетному значению статистики критерия (α_r), который позволяет оценить насколько существенно отличается расчетное значение статистики от критического. Результаты оценки однородности ряда годового стока приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты оценки однородности эмпирического распределения ряда годового стока р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища

Критерий	Эмпирические	Критические	Вывод
Оценка однородности максимальных значений			
Смирнова-Граббса	3.522	4.897	Однороден

Продолжение таблицы 3.2

Критерий	Эмпирические	Критические	Вывод
Диксона 1	0.109	0.399	Однороден
Диксона 2	0.109	0.402	Однороден
Диксона 3	0.255	0.481	Однороден
Диксона 4	0.256	0.482	Однороден
Диксона 5	0.255	0.481	Однороден
Оценка однородности минимальных значений			
Смирнова-Граббса	1.294	1.449	Однороден
Диксона 1	0.001	0.021	Однороден
Диксона 2	0.001	0.037	Однороден
Диксона 3	0.006	0.038	Однороден
Диксона 4	0.007	0.042	Однороден
Диксона 5	0.005	0.03	Однороден

Как видно из таблицы 3.2, расчетные значения статистик меньше критических по всем критериям и при этом уровень значимости расчётной статистики много больше критического, что свидетельствует о надежности вывода о принадлежности экстремальных величин к остальной части ряда и однородности эмпирического распределения.

Для оценки стационарности условно-естественный ряд годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища разбивался на две части. Для каждой части определялись расчётные средние значения и дисперсии, по которым рассчитывались статистики критериев Стьюдента и Фишера. Критические значения критериев Стьюдента и Фишера определялись при уровне значимости $\alpha_k = 5\%$, коэффициент автокорреляции $r(1)=0.11$. Результаты оценки стационарности восстановленного ряда приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Результаты оценки стационарности средних значений и дисперсий условно-естественного ряда годового стока р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища

Критерий Стьюдента			Критерий Фишера		
эмпирические	критические	вывод	эмпирические	критические	вывод
0.07	1.99	стационарен	2.51	1.79	Нестационарен

Как следует из таблицы 3.3, средние значения условно-естественного ряда годового стока р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища являются стационарными, а гипотеза о стационарности дисперсии не подтверждается.

Продленный ряд условно-естественного половодного стока (февраль - апрель) в створе гидроузла Сальского водохранилища за период 1925/26-1971/72 гг. в виде хронологического графика и интегральной кривой приведены на рисунках 3.1 и 3.2. Результаты оценки однородности ряда половодного стока (февраль - апрель) проведены с использованием тех же критериев, что использовались для годового стока.

Расчетные значения статистик оказались меньше критических по всем критериям, что свидетельствует о надежности вывода о принадлежности экстремальных величин к остальной части ряда и однородности эмпирического распределения. Оценка стационарности условно-естественного ряда половодного стока в створе гидроузла Сальского водохранилища с использованием критериев Стьюдента и Фишера при уровне значимости $\alpha_k = 5\%$, коэффициент автокорреляции $r(1)=0.08$, также подтвердила гипотезу о стационарности средних значений и дисперсии.

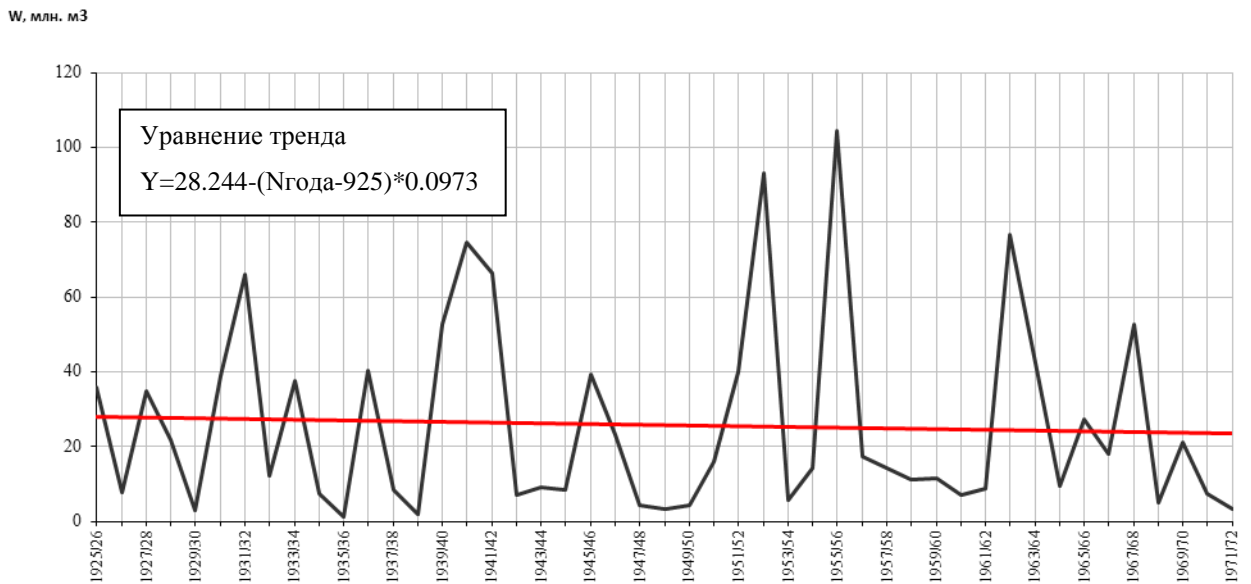


Рисунок 3.1 – Хронологический график условно-естественного половодного стока р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища

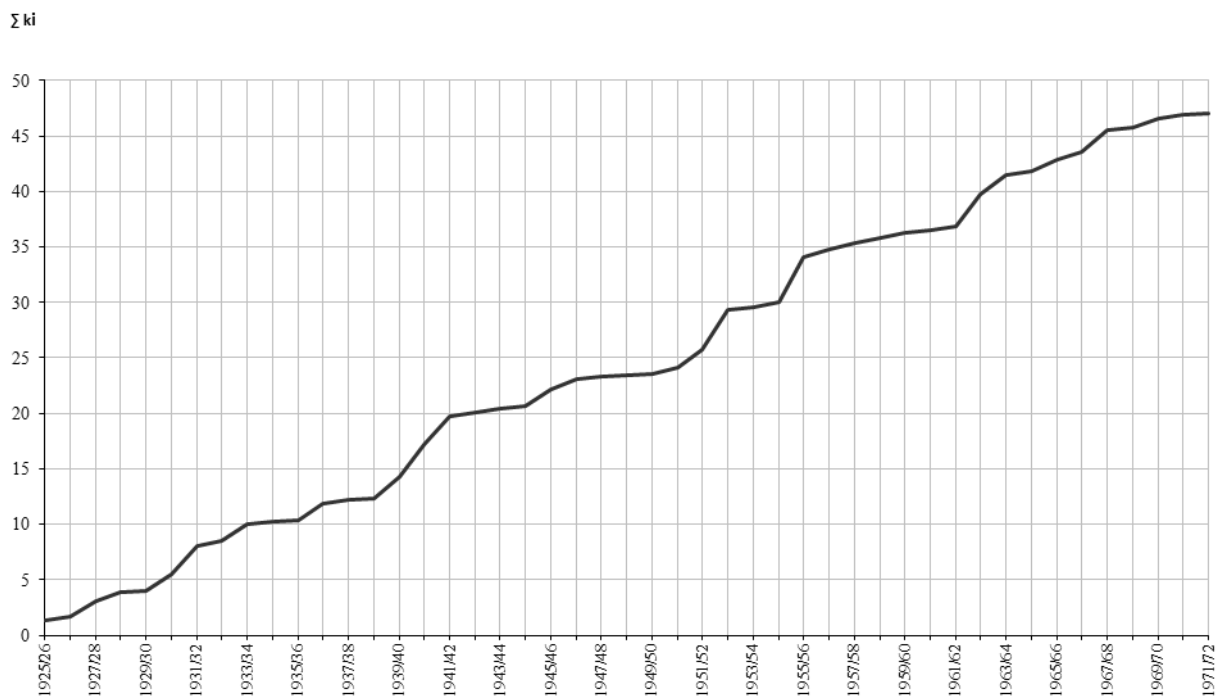


Рисунок 3.2 – Интегральная кривая условно-естественного половодного стока в створе гидроузла Сальского водохранилища

Продленный ряд условно-естественного стока летне-осенней межени (май-октябрь) в створе гидроузла Сальского водохранилища за период 1925/26-1971/72 гг. в виде хронологического графика и интегральной кривой приведены на рисунках 3.3 и 3.4. Результаты оценки однородности ряда показали, что значения статистик меньше критических по всем критериям, что свидетельствует о надежности вывода о принадлежности экстремальных величин к остальной части ряда и однородности эмпирического распределения. Для оценки стационарности средних значений и дисперсий ряда условно-естественного стока летне-осенней межени (май – октябрь) р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища использовались критерии Стьюдента и Фишера. Критические значения критериев Стьюдента и Фишера определялись при уровне значимости $\alpha_k = 5\%$, коэффициент автокорреляции $r(1)=0.06$. Средние значения ряда условно-естественного стока летней межени р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища являются стационарными, а гипотеза о стационарности дисперсии не подтверждается.



Рисунок 3.3 – Хронологический график условно-естественного стока летне-осенней межени р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища

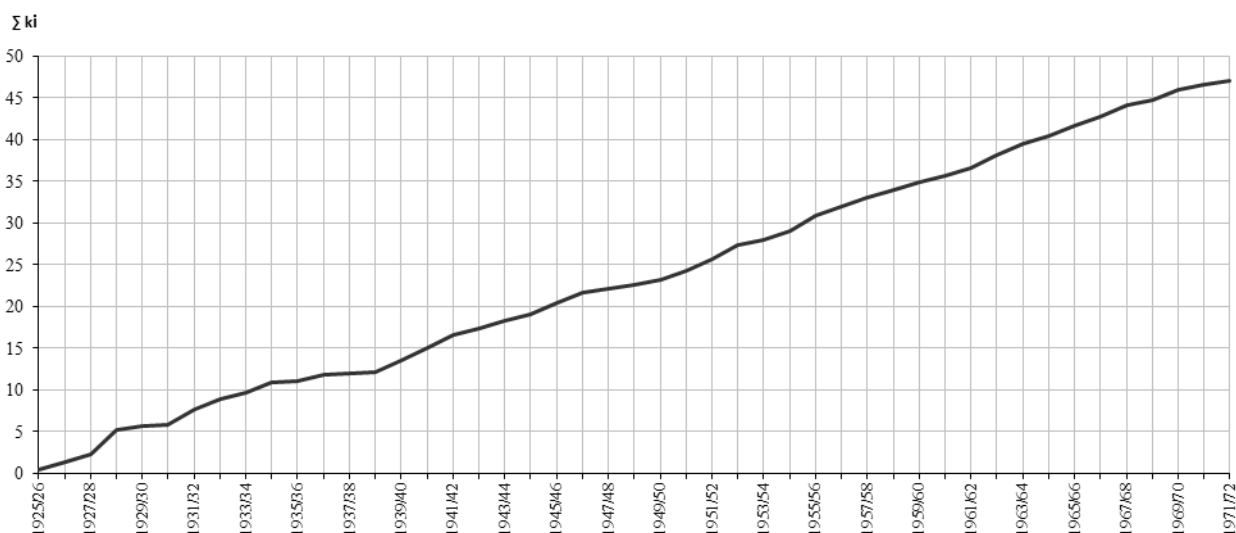


Рисунок 3.4 – Интегральная кривая условно-естественного стока летне-осенней межени в створе гидроузла Сальского водохранилища

Аналогичной проверке на однородность был подвержен и ряд условно-естественного стока зимней межени, построены хронологический график и интегральная кривая, которые приведены на рисунках 3.5 и 3.6.

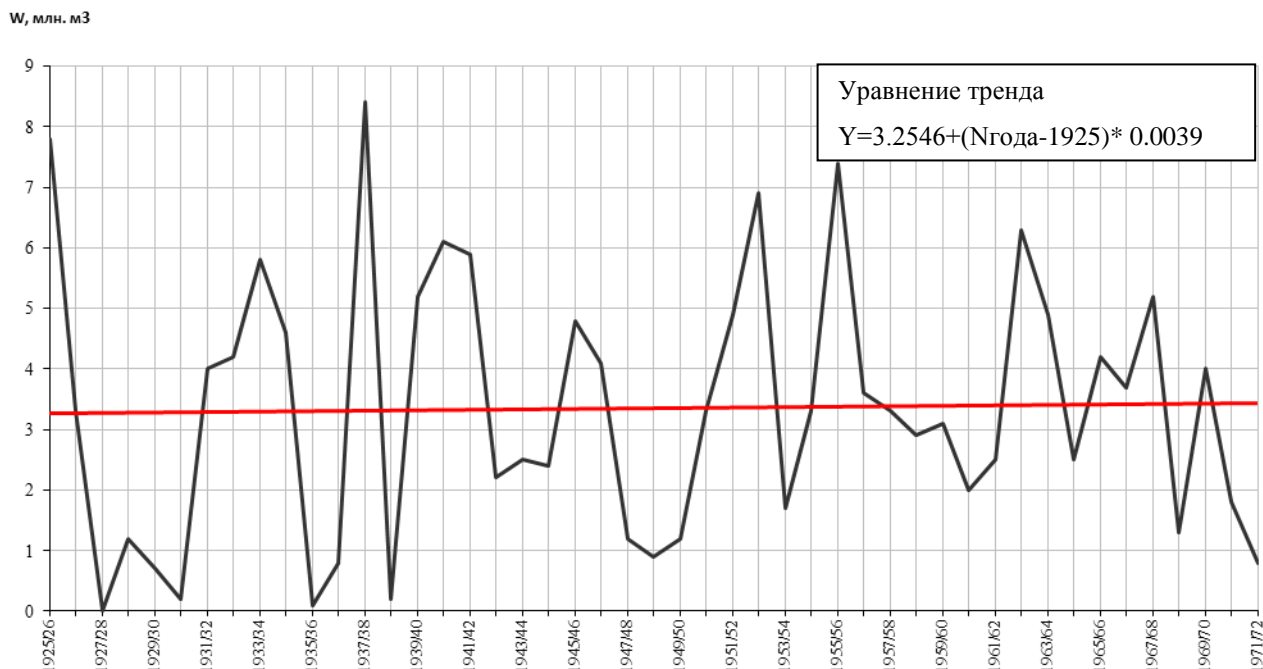


Рисунок 3.5 – Хронологический график условно-естественного стока зимней межени р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища

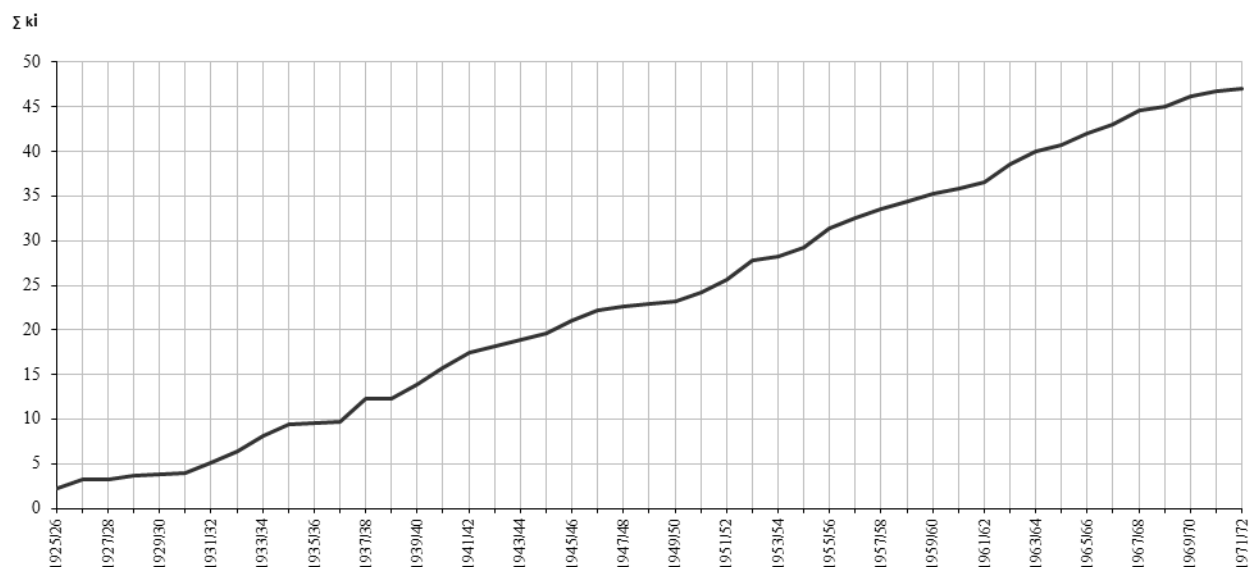


Рисунок 3.6 – Интегральная кривая условно-естественного стока зимней межени в створе гидроузла Сальского водохранилища

Средние значения и дисперсия ряда условно-естественного стока зимней межени р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища являются стационарными.

3.3. Параметры годового и сезонного стока

3.3.1. Годовой сток

Параметры естественного годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища получены по расчетному ряду восстановленного стока за период с 1925 по 1999. Характеристика годового стока р. Средний Егорлык в створе Сальского водохранилища приведена в таблицах 3.4 – 3.6 и на рисунке в приложение К1. Расчет параметров производился в соответствии с [14].

Таблица 3.4 – Параметры естественного годового стока р.Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища

Наименование показателя	Ед. изм.	Значения
Объем среднего многолетнего стока	млн.м ³	34.5
Максимальный объем годового стока (1955/56 г.)	млн.м ³	121.5
Минимальный объем годового стока (1935/36 г.)	млн.м ³	2.3
Минимальный среднесезонный расход воды:		
– половодье (II-IV)	м ³ /с	0.182
– летне-осенняя межень (V-X)		0.038
– зимняя межень (XI-I)		0.0
Максимальный среднесезонный расход воды:		
– половодье (II-IV)	м ³ /с	13.590
– летне-осенняя межень (V-X)		0.950
– зимняя межень (XI-I)		1.749
Коэффициент изменчивости годового стока (C_V)	–	0.72
Коэффициент асимметрии годового стока (C_S)	–	1.54

Таблица 3.5 – Обеспеченные значения естественного годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища

Обеспеченность, %	1.00	2.00	5.00	10	20	25	30	40	50	60	70
Объём, млн.м ³	118	103	82.8	67.3	51.3	46.1	41.5	34.4	28.6	23.4	18.7
Обеспеченность, %	75	80	90	95	98	99	99.5	99.8	99.9		
Объём, млн.м ³	16.5	14.2	9.33	6.33	4.05	2.8	2.03	1.34	0.993		

Таблица 3.6 – Распределение объема годового стока р. Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища по сезонам года

Обеспеченность года по стоку, %	Годовой объём стока, млн.м ³	Половодье (II-IV)		Летне-осенняя межень (V-X)		Зимняя межень (XI-I)	
		объём, млн.м ³	%	объём, млн.м ³	%	объём, млн.м ³	%
25	46.1	35.77	77.59	2.58	5.6	7.75	16.81
50	28.6	24.67	86.28	1.69	5.9	2.24	7.82
75	16.5	13.07	79.18	1.31	7.95	2.12	12.87
95	6.33	5.01	79.14	0.51	8	0.81	12.86
Среднее за пе- риод	34.5	25.9	75.12	5.23	15.17	3.35	9.71

3.3.2. Сток за периоды половодья и межени

Параметры естественного стока за период половодья, летне-осенней и зимней межени в створе гидроузла Сальского водохранилища рассчитаны по ряду восстановленного стока с 1925 по 1999. Параметры естественного стока весеннего половодья приведены в таблицах 3.7–3.10 и на рисунке приложение К2.

Таблица 3.7 – Статистические параметры естественного стока за период половодья в створе гидроузла Сальского водохранилища

Наименование параметров	Ед. изм.	Значение
Средний многолетний объём стока в створе плотины	млн.м ³	25.9
Коэффициент изменчивости (C_V)	–	1.0
Коэффициент асимметрии (C_S)	–	1.62
Соотношение C_S/C_V	–	1.62

Таблица 3.8 – Обеспеченные значения естественного стока за период половодья в створе гидроузла Сальского водохранилища

Обеспеченность, %	1.00	2.00	5.00	10	20	25	30	40	50	60	70
Объём, млн.м ³	113	98.4	78.1	61.6	43.8	37.7	32.6	24.5	18	12.6	8.2
Обеспеченность, %	75	80	90	95	98	99	99.5	99.8	99.9		
Объём, млн.м ³	6.29	4.54	1.88	0.661	0.218	0.089	0.045	0.018	0.008		

Таблица 3.9 – Статистические параметры максимального стока воды

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Средняя многолетняя величина максимальных:		
– расходов	м ³ /с	16.3
– объемов	млн. м ³	1.12
Коэффициент изменчивости максимальных расходов (C_V)	–	0.72
Соотношение C_S/C_V	–	1.95

Таблица 3.10 – Максимальные расходы и объемы стока воды различной обеспеченности в створе гидроузла Сальского водохранилища

Наименование показателя	Обеспеченность, %			
	1	3	5	10
Максимальные среднесуточные расходы воды весеннего половодья, м ³ /с	87.68	68.3	58.89	48.22
Объём стока весеннего половодья, млн.м ³	86.76	68.8	60.12	48.24

Аналогичные расчеты и статистическая обработка данных проведены для меженного стока. Параметры естественного меженного стока приведены в таблицах 3.11–3.13 и на рисунке приложение К3.

Таблица 3.11 – Статистические параметры естественного стока в створе гидроузла Сальского водохранилища за период летне-осенней межени

Наименование параметров	Ед. изм.	Значение
Средний многолетний объём стока в створе плотины	млн.м ³	5.23
Коэффициент изменчивости (C _V)	–	0.53
Коэффициент асимметрии (C _S)	–	0.95
Соотношение C _S / C _V	–	1.79

Таблица 3.12 – Обеспеченные значения естественного стока за период летне-осенней межени

Обеспеченность, %	1.00	2.00	5.00	10	20	25	30	40	50	60	70
Объём, млн.м ³	13.5	12.2	10.4	8.98	7.36	6.8	6.3	5.47	4.78	4.13	3.49
Обеспеченность, %	75	80	90	95	98	99	99.5	99.8	99.9		
Объём, млн.м ³	3.18	2.84	2.07	1.56	1.1	0.851	0.662	0.501	0.384		

Таблица 3.13 – Обеспеченные значения естественного стока за период зимней межени

Обеспеченность, %	1.00	2.00	5.00	10	20	25	30	40	50	60	70
Объём, млн.м ³	8.58	8.08	7.26	6.43	5.36	4.93	4.54	3.8	3.11	2.46	1.83
Обеспеченность, %	75	80	90	95	98	99	99.5	99.8	99.9		
Объём, млн.м ³	1.52	1.21	0.598	0.297	0.126	0.059	0.03	0.012	0.006		

3.4 Требования водопользователей

По данным государственной статистической отчетности за 2012 г в пределах Сальского водохранилища на р. Средний Егорлык зарегистрирова-

но три водопользователя, забирающих для использования только подземные воды в объеме 60.13 тыс. м³ на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды. В 2013 и 2014 годах в пределах Сальского водохранилища водопользователей, забирающих воду для использования из поверхностных водных объектов, не зарегистрировано.

Однако, в соответствии с письмом Управления сельского хозяйства и охраны окружающей среды администрации Сальского района Ростовской области от 29.08.2013 № 697 в 2014 году из Сальского водохранилища осуществляется забор воды в объеме 1.984 млн.м³ на орошение 310 га. Надежность обеспечения отдачи на орошение по числу бесперебойных лет составляет от 75 до 90 %.

Объекты водного транспорта и гидроэнергетики на водохранилище отсутствуют.

В пределах Сальского водохранилища на участке от х. Новоселый до п. Широкие Нивы утвержден рыбопромысловый участок площадью – 564.0 га. В границах рыбопромыслового участка обитают следующие виды биологических ресурсов: серебряный карась, плотва, густера, красноперка, окунь, ерш, пескарь, уклея.

На рыбопромысловом участке осуществляется добыча (вылов) водных биологических ресурсов, выращенных при осуществлении аквакультуры (рыбоводство), а также изымаемых для разведения в целях товарного рыбоводства. За пределами рыбопромыслового участка развито любительское рыболовство. Отдельные участки водохранилища используются в рекреационных целях. Для обеспечения минимальных санитарных условий в нижнем бьефе гидроузла из Сальского водохранилища предусмотрен санитарный попуск в объеме 4.17 млн. м³ в год с обеспеченностью ≥ 97 % по числу бесперебойных лет.

3.5 Современный водохозяйственный баланс Сальского водохранилища

Расчет ВХБ Сальского водохранилища осуществлялся в соответствии с [17] с учетом следующих методических особенностей:

– в качестве расчетного временного интервала принят сезон: зима (XI-I), весна (II-IV), лето (V-X);

– в расчетах приняты следующие параметры Сальского водохранилища: полный объем – 23.1 млн.м³; полезный объем – 20.9 млн.м³; отметка ФПУ – 30.0 м БС; отметка НПУ – 29.0 м БС; отметка УМО – 24.5 м БС; сработка водохранилища ниже УМО не допускается;

– в приходной части водохозяйственного баланса учитывается "остаточный приток в водохранилище" = "боковой сток" – "потери стока в верховых прудах"; в расходной части "потери на испарение"; "потери на фильтрацию"; "санитарная проточность"; уровень на конец сезона"; "холостой сброс". Раздел "Режим работы водохранилища" включает: "наполнение"; "сработку"; "объем на конец сезона"; "уровень на конец сезона"; "площадь на конец сезона";

– потери на испарение с поверхности Сальского водохранилища определялись расчетным путем в соответствии с изменением площади зеркала водохранилища;

– расчеты проведены по календарному ряду восстановленного стока за период с 1925 по 1999г и по годам характерной водности (50, 75 и 95 %).

Все расчеты представлены в приложение Л.

3.6 Кривые продолжительности основных элементов режимов работы Сальского водохранилища за год и отдельные сезоны года

К числу основных элементов режима работы Сальского водохранилища, которые полностью отражены в Правилах, относятся:

– средние годовые расходы воды в нижнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища и за периоды: половодья (II-IV), летне-осенней межени (V-X), зимней межени;

– средние уровни воды в верхнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища за периоды: половодья (II-IV), летне-осенней межени (V-X), зимней межени (XI-I);

– средние уровни воды в нижнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища за периоды: половодья (II-IV), летне-осенней межени (V-X), зимней межени (XI-I);

Эмпирические кривые продолжительности основных элементов режимов работы Сальского водохранилища построены по результатам водохозяйственных расчетов по календарному ряду восстановленного стока в створе гидроузла Сальского водохранилища за период с 1925 по 1999 г. Пример эмпирической кривой продолжительности средних уровней воды в верхнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища за период половодья приведен на рисунке 3.8 и в таблице 3.14.

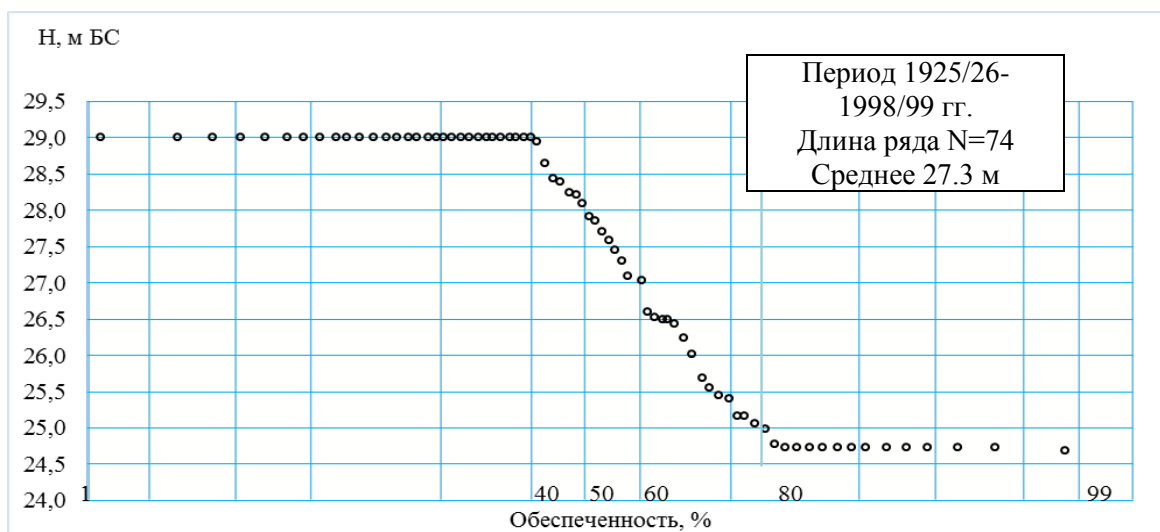


Рисунок 3.8– Эмпирическая кривая продолжительности средних уровней воды в верхнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища за период половодья

Таблица 3.14 – Обеспеченные значения продолжительности средних уровней воды в верхнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища за период половодья

Обеспеченность, %	40	50	60	70.7	77.3	80	98.7
Расход, м3/с	29	28	27	25.69	25.17	25	24.7

3.7 Расчетные режимы работы водохранилища за конкретные календарные годы с объемами стока, близкими по расчетным обеспеченностям, к характерным значениям

Расчёты режимов работы Сальского водохранилища осуществлялись для всего диапазона обеспеченностей годового стока и начального наполнения водохранилища. К числу характерных значений обеспеченностей годового стока приняты: для многоводных лет – 1-10%; для средних по водности лет – 40-60%; для среднемаловодных лет – 70-80%; для маловодных лет – 90-99%. Для каждого диапазона обеспеченностей годового стока расчеты проводились при отметках начального наполнения водохранилища 24.5; 26.0; 27.5 и 29.0 м БС. Расчет режимов работы водохранилища осуществлялся по сезонам: зимняя межень (ноябрь-январь); половодье (февраль-апрель); летняя межень (май-октябрь).

3.8 Расчетные режимы работы водохранилища за маловодные n-летние периоды

Характеристика отдельных маловодных лет и периодов маловодных лет в расчетном ряду условно-естественного стока в створе гидроузла Сальского водохранилища за период с 1925 по 1999 года приведена в табл. 3.15 и на рисунке в приложение М. При анализе режима работы водохранилища в условиях маловодных лет и периодов рассматривались также продленные маловодные периоды, включающие два маловодных года или периода, между которыми расположен один год с объемом стока, не превышающий среднесуточную величину. При расчетах режимов работы водохранилища в

маловодные годы и периоды начальное наполнение водохранилища в первый год маловодной серии принималось на отметке 25.0 м БС, т.е. очень близкой к отметке УМО (24.5 м БС).

Таблица 3.15 – Характеристика маловодных лет и периодов за период с 1925 по 1999 года

Период (год)	Длительность (в годах)	Среднегодовой объём, км ³	Отклонение от среднегодового стока, млн.м ³	Неполучено сто- ка за маловодный год (период), млн.м ³
Маловодные года и периоды				
1926/27	1	15.2	19.3	19.3
1929/30	1	5.9	28.6	28.6
1934/35 – 1935/36	2	10.15	24.35	48.7
1937/38 – 1938/39	2	10.15	24.35	48.7
1942/43 – 1944/45	3	14.93	19.57	58.71
1947/48 – 1949/50	3	7.57	26.93	80.79
1953/54	1	11	23.5	23.5
1958/59 – 1961/62	4	16.93	17.57	70.28
1964/65	1	16.4	18.1	18.1
1968/69	1	9.2	25.3	25.3
Итого периодов продолжительностью				
1 год	5	11.54	22.96	114.8
2 года	2	10.15	24.35	97.4
3 года	2	11.25	23.25	139.5
4 года	1	16.93	17.57	70.28

Продолжение таблицы 3.15

Период (год)	Длительность (в годах)	Среднегодовой объём, км ³	Отклонение от среднегодового стока, млн.м ³	Недополучено стока за маловодный год (период), млн.м ³
Продлённые маловодные периоды				
1970/71 – 1974/75	5	14.88	19.62	98.1
1996/97 – 1998/99	3	14.87	19.63	58.89
Итого периодов продолжительностью				
3 года	1	14.87	19.63	58.89
5 лет	1	14.88	19.62	98.1

3.9 Гидравлические расчеты

Проведены расчеты режимов пропуска модельных половодий обеспеченностью 1%, 5% и 10%. При этом заданная вероятность превышения элементов расчетного гидрографа, необходимая для получения оценок безопасности гидроузла водохранилища, принята: для основного расчетного случая 5%; для поверочного случая 1%.

Расчёты трансформации половодий, соответствующих расчетным случаям вероятностью превышения 1%, 5%, 10% при пропуске их через водопропускные сооружения Сальского гидроузла выполнены балансовым методом по суточным интервалам времени.

Исходными данными для расчета трансформации половодья являлись:

- координаты гидрографов приточности в Сальское водохранилище за период весеннего половодья;
- кривые объемов и площадей Сальского водохранилища;
- кривая пропускной способности водосброса Сальского гидроузла.

Общая продолжительность половодного притока к Сальскому водохранилищу принята равной 30 дням.

Параметры гидрографов половодного стока расчетной обеспеченности в створе гидроузла Сальского водохранилища представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Параметры основной волны половодного стока расчетной обеспеченности в створе гидроузла Сальского водохранилища

Показатель	Вероятность превышения, %		
	1	5	10
Объём стока основной волны, млн. м ³	86.76	60.12	48.24
Максимальные среднесуточные расходы воды весеннего половодья (март-апрель), м ³ /с	87.68	58.89	48.22

Расчетные гидрографы весеннего половодья 1%, 5% и 10% вероятности превышения в створе гидроузла Сальского водохранилища построены в соответствии с требованиями СП 33-101-2003 для случая отсутствия наблюдений. Пример гидрографа весеннего половодья расчетной обеспеченности в створе гидроузла Сальского водохранилища приведен в таблице 3.16, на рисунке 3.9.

Таблица 3.16 – Ординаты расчетных гидрографов весеннего половодья в створе гидроузла Сальского водохранилища

Дни от начала половодья	Расход воды, м ³ /с		
	расчетная обеспеченность весеннего половодья		
	1%	5%	10%
1	0.42	0.28	0.23

Продолжение таблицы 3.16

Дни от начала половодья	Расход воды, м ³ /с		
	расчетная обеспеченность весеннего половодья		
2	25.00	25.00	20.30
3	48.83	32.79	26.86
4	73.86	49.61	40.62
5	85.93	57.71	47.26
6	87.68	58.89	48.22
7	83.00	55.74	45.65
8	81.00	50.35	42.00
9	75.00	48.00	38.00
10	71.00	44.00	35.00
11	65.00	41.00	31.00
12	58.00	35.70	28.00
13	43.80	31.00	25.00
14	35.00	29.00	21.00
15	30.00	26.00	18.00
16	26.00	21.00	16.00
17	23.00	18.00	14.00
18	20.00	15.00	10.00
19	18.00	13.00	9.00
20	15.00	11.00	8.40
21	12.00	9.00	7.80
22	9.00	7.00	6.70
23	5.00	5.90	5.60
24	4.00	3.80	4.20
25	2.38	2.90	3.40
26	1.89	1.27	2.80
27	1.50	1.01	1.70

Продолжение таблицы 3.16

Дни от начала половодья	Расход воды, м ³ /с		
	расчетная обеспеченность весеннего половодья		
28	1.19	0.80	0.65
29	0.94	0.63	0.52
30	0.75	0.50	0.41
Объем стока, млн.м ³	86.76	60.12	48.24

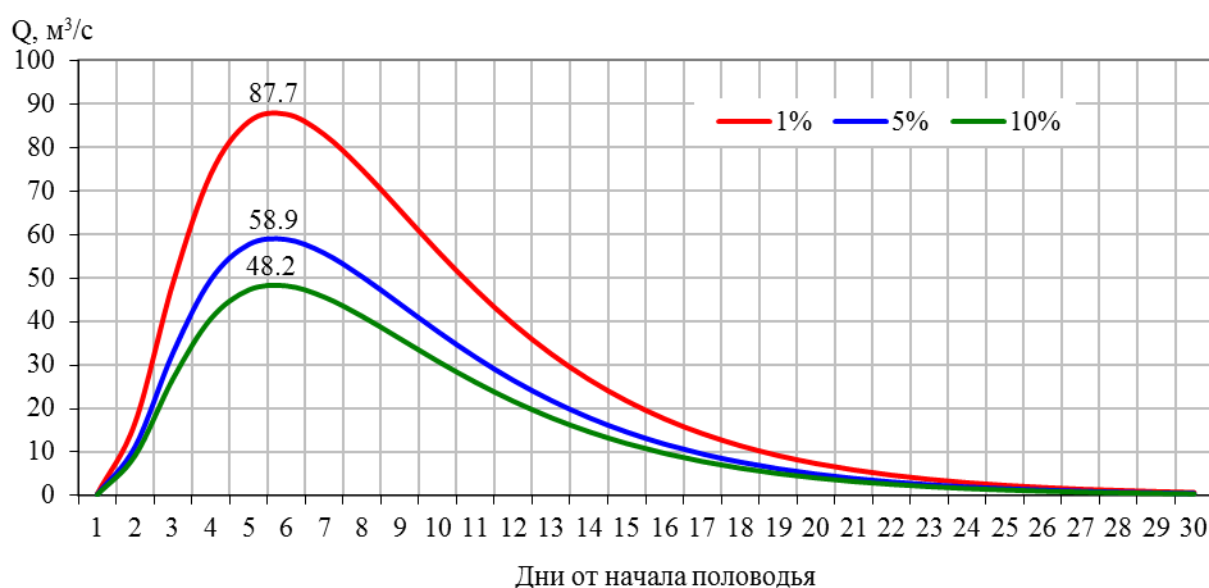


Рисунок 3.9 – Гидрографы весеннего половодья расчетной обеспеченности в створе гидроузла Сальского водохранилища

Пропуск половодий обеспеченностью 1 %, 5%, 10%. Расчет трансформации половодий заданной вероятности превышения осуществлялся балансовым методом, при этом проводились ситуационные расчеты с различным уровнем начального наполнения водохранилища в диапазоне от 24.5 до 29.0 м БС с шагом 1.5 метра.

В результате расчетов получены графики, позволяющие определять ход уровней и режим пропуска расходов в весенний период Сальского водохранилища изображенные на рисунках 3.10 и 3.11

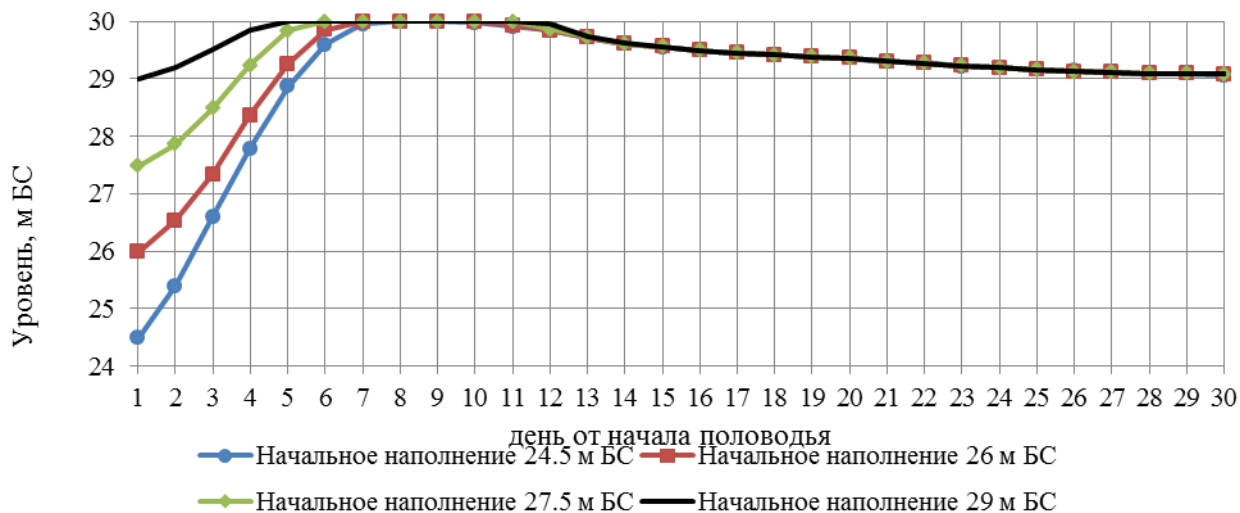


Рисунок 3.10 – Ход уровней в период половодья

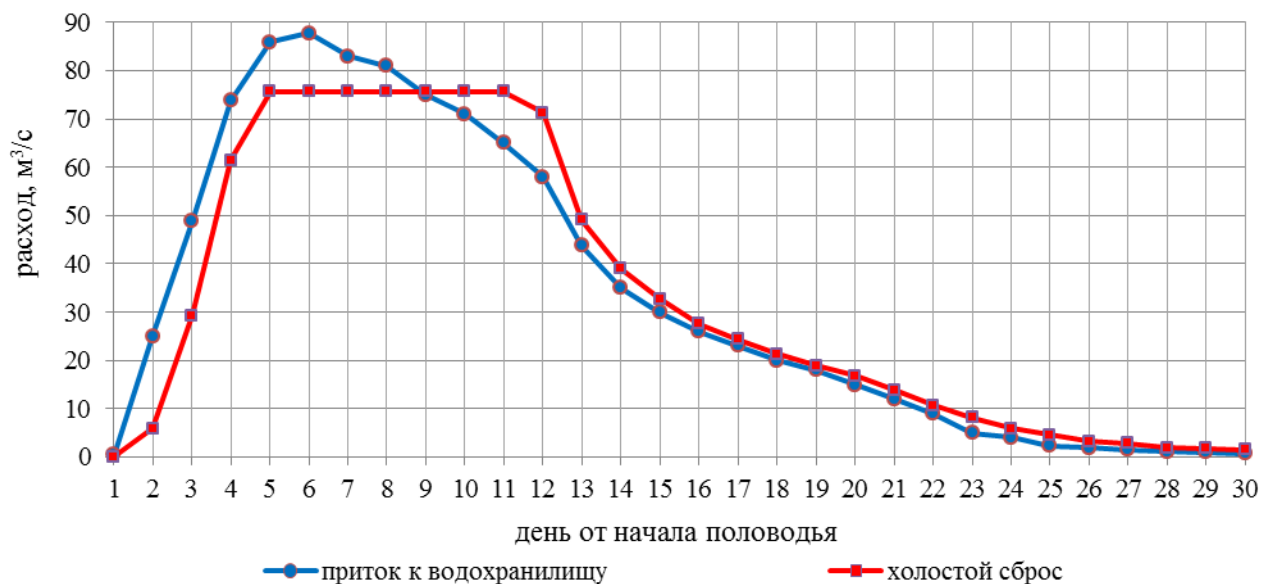


Рисунок 3.11 – Режим пропуска расходов воды в половодье 1% обеспеченности

Аналогичные расчеты и построения выполнены для половодий 5 и 10% обеспеченности, изображены на рисунках 3.12 и 3.13

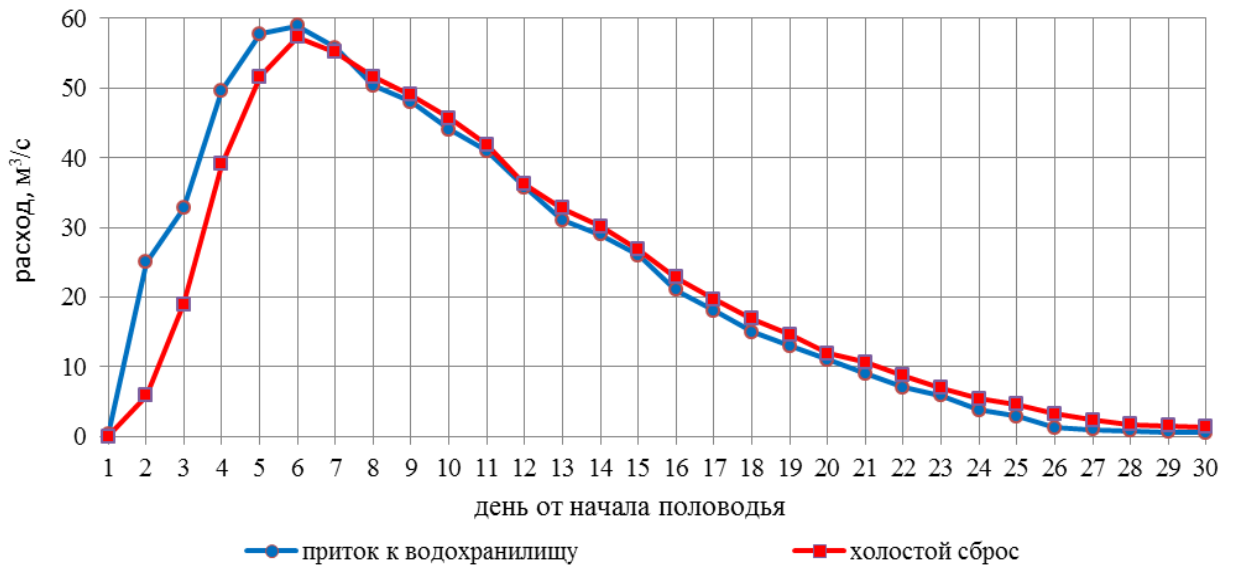


Рисунок 3.13 – Пропуск половодья 5 % обеспеченности

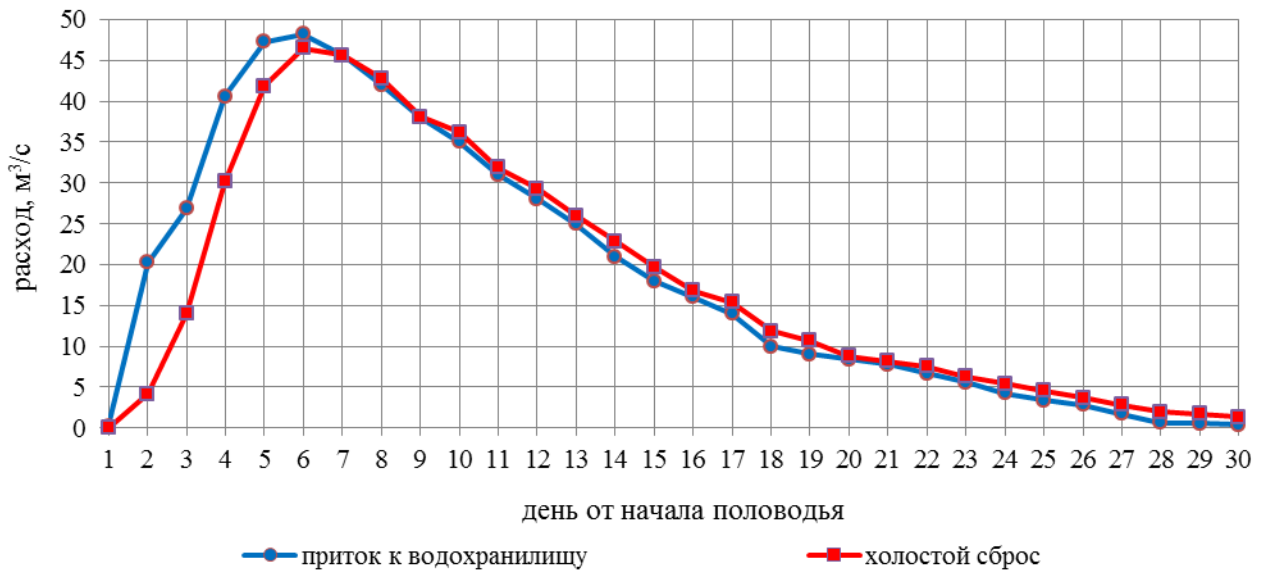


Рисунок 3.14 – Пропуск половодья 10 % обеспеченности

3.10 Определение координат характерных кривых свободной поверхности Сальского водохранилища (вероятностью превышения 1%, 5% и 10%)

Расчёты кривых свободной поверхности Сальского водохранилища выполнены на основе уравнений установившегося движения воды при фиксированных граничных условиях (приток воды в водохранилище – верхнее граничное условие и уровень воды у плотины гидроузла – нижнее граничное условие).

Расчёты кривых свободной поверхности водохранилища выполнены на всём его протяжении – вплоть до точки выклинивания подпора воды в р. Средний Егорлык. Так как материалы проекта Сальского водохранилища (1938 г.) не сохранились, для получения исходных данных были выполнены изыскания; участок реки и водохранилища был разбит на 12 характерных участков, по которым были выполнены промерные работы в расчётных створах.

При выполнении расчётов для выделенных участков определялись средние значения геометрических и гидравлических характеристик русла и потока (площадь живого сечения при заданном расходе воды, уклон водной поверхности, коэффициент шероховатости). При построении кривых свободной поверхности использовалось уравнение:

$$\bar{K} / \sqrt{\Delta S} = f(Z_{cp.}),$$

где:

\bar{K} – средний модуль пропускной способности участка;

$Z_{cp.}$ – уровень в середине этого участка длиной ΔS .

Показатель \bar{K} определялся как среднее арифметическое модулей пропускной способности русла $K_i=f(Z_i)$ и $K_{i+1}=f(Z_{i+1})$ в начале и конце участка, т.е. $K=(K_i+K_{i+1})/2$.

Модуль пропускной способности русла \bar{K} в каждом створе вычислен гидравлическим способом по морфометрическим характеристикам русла и поймы с использованием формулы Шези-Маннинга

$$\bar{K} = \omega C \sqrt{R},$$

где

ω – площадь живого сечения, м²;

C – коэффициент Шези, м^{0.5}/с;

R – гидравлический радиус, м.

Гидравлический радиус R равен:

$$R = \frac{\omega}{\chi},$$

где

χ – смоченный периметр, м.

Коэффициент Шези определён по формуле:

$$C = (1/n) \cdot R^y,$$

где

y – переменный показатель степени, зависящий от гидравлического радиуса R и коэффициента шероховатости n ; определяется по формуле

$$y = 2,5 \cdot \sqrt{n} - 0,13 - 0,75 \cdot \sqrt{R} \cdot (\sqrt{n} - 0,10).$$

Расход воды равен:

$$Q = \bar{K} \cdot \sqrt{I},$$

где

I – продольный уклон дна реки /водохранилища/ на расчётном участке.

Коэффициент шероховатости n принят равным 0.030 (с учётом современного состояния русла реки, дна водохранилища и поймы). Средний продольный уклон дна реки и водохранилища равен $I = 0.0002$.

Расчёты выполнены:

– для среднемноголетнего меженного расхода воды ($0.15 \text{ м}^3/\text{с}$) через гидроузел водохранилища при уровне воды у плотины гидроузла на отметке НПУ (29.0 м БС);

– для максимальных расходов воды половодья расчётной обеспеченности при соответствующих уровнях воды у плотины гидроузла (вплоть до ФПУ = 30.0 м БС);

– для расходов половодья обеспеченностью от 10 до 1% при соответствующих уровнях воды у плотины гидроузла, полученных по результатам водохозяйственных расчётов;

– для расходов половодья и паводков обеспеченностью от 10 до 1% - для случая не зарегулированного русла р. Средний Егорлык.

Плотина № 1, расположенная на расстоянии 40.8 км от устья р. Средний Егорлык, поддерживает в Сальском водохранилище НПУ = 29.0 м БС, ФПУ = 30.0 м БС.

Плотина № 2, расположенная на расстоянии 56.7 км от устья р. Средний Егорлык и на расстоянии 15.9 км от створа Сальского гидроузла, перегораживает Сальское водохранилище у с. Широкие Нивы. Она построена без проекта; отметки НПУ и ФПУ не определены; средняя отметка входных порогов водопропускных труб – 30.14 м БС. Общая пропускная способность водопропускных сооружений, выполненных в теле плотины № 2. При прохождении больших паводковых расходов эта плотина будет размыва в результате перелива через гребень. Поэтому при расчёте кривых свободной поверхности водохранилища при пропуске максимальных расчётных расходов воды по р. Средний Егорлык, плотина № 2 не учитывалась.

Плотина № 3 ограничивает Сальское водохранилище сверху – она расположена выше с. Сысоево-Александровское, на расстоянии 64 км от устья

р. Средний Егорлык и на расстоянии 23 км от створа Сальского гидроузла. Плотина построена без проекта; отметки НПУ и ФПУ не определены; средняя отметка входных порогов водопропускных труб – 32.55 м БС. Общая пропускная способность водопропускного сооружения, выполненного в теле плотины № 3 недостаточная. При прохождении больших расходов плотина будет размыва в результате перелива воды через гребень. Поэтому при расчёте кривых свободной поверхности на р. Средний Егорлык и водохранилище при пропуске максимальных расчётных расходов воды по реке, плотина № 3 не учитывалась.

Результаты расчётов представлены на рисунке в приложение Н. На рисунке не показан уровень воды при среднемноголетнем меженном расходе воды, т.к. он сливается с линией дна водотока.

3.11 Итоги анализа

На современном уровне водные ресурсы Сальского водохранилища используется:

– для орошения земель на площади 310 га с суммарным годовым забором воды из водохранилища в объеме 1.984 млн. м³, с установленной надежностью отдачи по числу бесперебойных лет 75-90%;

– для обеспечения аквакультуры (рыбоводство) в пределах водохранилища, что требует поддержания благоприятного уровня режима водохранилища в течение года;

– для обеспечения минимальных санитарных условий в нижнем бьефе гидроузла Сальского водохранилища в объеме 4.17 млн. м³ в год с обеспеченностью $\geq 97\%$ по числу бесперебойных лет.

При разработке диспетчерских правил Сальского водохранилища приняты следующие параметры и технологические особенности управления использованием водных ресурсов Сальского водохранилища:

- форсированный подпорный уровень (ФПУ) – 30.0 м БС; полный объем при ФПУ – 34.1 млн. м³;
- нормальный подпорный уровень (НПУ) – 29.0 м БС; полный объем при НПУ – 23.1 млн. м³;
- отметка порога открытого водосброса – 29.0 м БС;
- максимальный проектный расход открытого водосброса при ФПУ составляет 75.63 м³/с;
- отметка порога входного оголовка (отметка оси на входе в сооружение) сифонного водовыпуска – 25.5 м БС;
- максимальный проектный расход сифонного водовыпуска – 2.8 м³/с;
- забор воды на цели орошения осуществляется непосредственно из Сальского водохранилища;
- санитарный попуск из водохранилища осуществляется через сифонный водовыпуск;
- сброс избытков стока из водохранилища при форсировке
- водохранилища над НПУ осуществляется через открытый водосброс автоматического действия.

Расчетные показатели обеспеченности отдач из водохранилища, полученные при управлении водохранилищем по календарному ряду восстановленного стока за период с 1925 по 1999г с учетом разработанных диспетчерских правил, находятся в пределах нормативных (установленных):

- забор воды на орошение ≈99%;
- санитарный попуск ≥ 97%.

Пропуск модельных половодий вероятностью превышения 1%, 5%, 10% через гидроузел Сальского водохранилища, при отметке предполоводного наполнения 29.0 м БС показал, что:

- пропуск половодий 1% обеспеченности осуществляется с максимальным расходом в нижнем бьефе 75.63 м³/с (что соответствует максимальной пропускной способности открытого водосброса автоматического действия) при наполнении водохранилища до отметки 30.0 м БС (отметка ФПУ). Ко-

эffiциент трансформации максимального расхода входного гидрографа составляет 1.16;

– пропуск половодья 5% обеспеченности осуществляется с максимальным расходом в нижнем бьефе 57.26 м³/с при наполнении водохранилища до отметки 29.83 м БС. Коэффициент трансформации максимального расхода входного гидрографа составляет 1.01;

– пропуск половодья 10 % обеспеченности осуществляется с максимальным расходом в нижнем бьефе 46.48 м³/с при наполнении водохранилища до отметки 29.71 м БС. Коэффициент трансформации максимального расхода входного гидрографа составляет 1.04.

Анализ режимов Сальского водохранилища многолетнего регулирования стока в условиях наступления серий маловодных лет свидетельствует о возможных глубоких дефицитах водопотребления при наступлении, как серий маловодных лет, так и отдельных маловодных лет при низком начальном уровне наполнения водохранилища.

Анализируя укрупненные показатели среднемноголетнего водного баланса, показанного в таблице 3.17, можно заключить, что современный объем водопотребления, осуществляемый только из подземных источников, значительно ниже расходов воды на испарение, фильтрацию и прочие потери в верховых прудах водохранилища.

Таблица 3.17 – Среднемноголетний укрупненный водохозяйственный баланс Сальского водохранилища, млн. м³

Приходная часть	
Сток на участке	34.50
Потери стока в верховых прудах	10.18
Остаточный приток в водохранилище	24.32
Расходная часть	

Орошение	1.984
----------	-------

Продолжение таблицы 3.17

Потери на испарение	2.70
Потери на фильтрацию	2.13
Санитарная проточность	4.17
Холостой сброс	–
Поступление воды в нижний бьеф	6.30
Режим водохранилища	
Наполнение, млн. м ³	13.34
Сработка, млн. м ³	–
Объем на конец года, млн. м ³	16.80
Уровень на конец года, м БС	28.11
Площадь на конец года, км ²	7.31

На мой взгляд, на примере этого водохранилища возникает необходимость пересмотра водохозяйственной политики в части эксплуатации многих водохранилищ в целом. Гораздо эффективнее вывести такие водохранилища из Государственных водных систем, вернув русла рек в естественное состояние, т.к. хозяйственное использование водохранилища в конечном итоге сводится к потере естественных водных ресурсов реки. Русло р. Средний Егорлык в современных условиях представляет собой цепочку прудов, бесцельно расходующих воду на испарение и нередко пересыхающих в меженный период. Гидротехнические сооружения на всех прудах и водохранилищах находятся в крайне неудовлетворительном состоянии, в русле преобладают процессы интенсивного зарастания, заиления и деградации. Водохранилище и пруды в его составе во многих местах характеризуются существенным зарастанием, прогрессирующими процессами заиления.

Учитывая, что дальнейшая эксплуатация водохранилища потребует многочисленных капиталовложений на реконструкцию гидротехнических

сооружений, организацию наблюдательного поста, создание диспетчерской службы управления и прочие, на мой взгляд, наиболее рациональным в гидрологическом и природоохранном аспектах является демонтаж всех плотин и разблокировка русла р. Средний Егорлык.

Заключение

Правила использования водных ресурсов Сальского водохранилища составлены в полном соответствии с Методическими указаниями.

Водохозяйственные, гидрологические и гидравлические расчеты, полученные по 74-летнему календарному ряду восстановленного стока за период 1925/26 -1998/99гг. проведены в соответствии с нормативной и методической литературой.

Расчетные показатели обеспеченности отдам из водохранилища с учетом разработанных диспетчерских правил, находятся в пределах нормативных (установленных):

- забор воды на орошение $\approx 99\%$;

- санитарный попуск $\geq 97\%$.

Пропуск модельных половодий вероятностью превышения 1%, 5%, 10% через гидроузел Сальского водохранилища, при отметке предполоводного наполнения 29.0 м БС показал, что:

- пропуск половодий 1% обеспеченности осуществляется с максимальным расходом в нижнем бьефе 75.63 м³/с (что соответствует максимальной пропускной способности открытого водосброса автоматического действия) при наполнении водохранилища до отметки 30.0 м БС (отметка ФПУ). Коэффициент трансформации максимального расхода входного гидрографа составляет 1.16.

- пропуск половодья 5% обеспеченности осуществляется с максимальным расходом в нижнем бьефе 57.26 м³/с при наполнении водохранилища до отметки 29.83 м БС. Коэффициент трансформации максимального расхода входного гидрографа составляет 1.01.

- пропуск половодья 10 % обеспеченности осуществляется с максимальным расходом в нижнем бьефе 46.48 м³/с при наполнении водохранилища до отметки 29.71 м БС. Коэффициент трансформации максимального расхода входного гидрографа составляет 1.04.

Анализ режимов Сальского водохранилища многолетнего регулирования стока в условиях наступления серий маловодных лет свидетельствует о возможных глубоких дефицитах водопотребления при наступлении, как серий маловодных лет, так и отдельных маловодных лет при низком начальном уровне наполнения водохранилища.

Использование водных ресурсов Сальского водохранилища не может считаться комплексным и рациональным, т.к. экосистема водохранилища деградирует. Судя по данным водного баланса, в современных условиях водозабор на орошение осуществляется только из подземных источников, рыбохозяйственное использование водохранилища сводится только к осуществлению любительского рыболовства.

Расходы воды на испарение и прочие потери значительно превышают объемы заявленного водопотребления.

Современные требования рационального использования природных ресурсов, улучшения системы управления водным хозяйством страны обуславливают необходимость проведения детального изучения объективности существования таких водохранилищ, разработки системы научно-обоснованных мер по возможному демонтажу плотин, разблокировке русел малых и средних рек, от экологического благополучия которых зависит состояние экосистем крупных рек.

Список используемой литературы

- 1 Водохозяйственное районирование территории РФ. Донской бассейновый округ / ФАВР. М.: НИА-Природа, 2008. – 43 с.
- 2 Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т.7. Донской район. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 268 с.
- 3 Схема развития орошения с использованием стока малых рек Ростовской области. Том 2. Водохозяйственный баланс. Книга 13. Бассейн р. Средний Егорлык. 1022732-89246-СХ-ВБ / Южгипроводхоз. – Ростов-на-Дону, 1990. - 51 с.
- 4 Схема развития орошения с использованием стока малых рек Ростовской области. Том 5. Рыбохозяйственная характеристика малых рек. Книга 1. Пояснительная записка / Южгипроводхоз. – Ростов-на-Дону, 1990. - 62 с.
- 5 Государственный водный кадастр. Раздел 1. Поверхностные воды. Серия 3. Многолетние данные. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озёра и водохранилища. Том 1. РСФСР. Выпуск 3. Бассейн Дона / Северо-Кавказское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 560 с.
- 6 Гидрологические ежегодники (за 1936 – 1977 г.г.). Т. 2. Бассейны Черного и Азовского морей (без Кавказа). Вып. 7- 9. Бассейн р. Дон. - Л.: Гидрометеиздат.
- 7 Государственный водный кадастр (за 1978 – 1989 г.г.). Разд. 1. Поверхностные воды. Сер. 2. Ежегодные данные. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1978 г. и т.д. Ч. 1. Реки и каналы. Ч. 2. Озёра и водохранилища. Т. 2. Вып. 7,8. Бассейн Азовского моря. – Ростов-на-Дону.
- 8 Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 7. Донской район / Под ред. М.С. Протасьева – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 460 с.

- 9 Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определение их расчетных значений по неоднородным данным. ГГИ. Санкт-Петербург. 2010.- 175 с.
- 10 СП 33-101-2003. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчётных гидрологических характеристик / Госстрой России. – М., 2004.
- 11 Методические рекомендации по определению расчётных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – СПб., 2005. – 103 с.
- 12 Методические рекомендации по определению расчётных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений. – СПб., 2004. – 67 с.
- 13 Методические рекомендации по определению расчётных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. – СПб.: Нестор-История, 2009. – 194 с.
- 14 Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984 - 448 с.
- 15 Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ.
- 16 Методические указания по разработке правил использования водохранилищ. Утверждены приказом Минприроды России от 26 января 2011 г. № 17
- 17 Методикой расчета водохозяйственных балансов водных объектов. Утверждена Приказом МПР России от 30.11.2007 г. №314
- 18 С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель. Водохозяйственные расчёты, Гидрометеоиздат, Л-д., 1952.
- 19 С.Н. Крицкий, М.Ф. Менкель. Гидрологические основы управления речным стоком, М.: Наука, 1981, - 249 с.
- 20 РД 33-3.2.08-87. Типовые правила эксплуатации водохранилищ ёмкостью 10 млн. куб. м и более / Минводхоз СССР.

- 21 СНиП 33-01-2003. Гидротехнические сооружения. Основные положения.
- 22 Правила использования водных ресурсов Сальского водохранилища, Новочеркасск, 2014, 156 с.

Приложение А – Земляная плотина водохранилища (средненапорная)

№ п/п	Наименование технических характеристик и сведений по ГТС	Ед. изм.	Значение
1	Наименование ГТС	–	Земляная плотина (средненапорная)
2	Классификация ГТС по материалу строительства	код	Суглинок
3	Максимальная высота	м	11.5
4	Длина по гребню	м	750
5	Ширина по гребню	м	6.0
6	Максимальная ширина по основанию	м	58
7	Строительный объём плотины	млн. м ³	0.1
8	Отметка (проектная) гребня	м	32.00 (в БС)
9	Нормальный уровень верхнего бьефа (НПУ)	м	29.00 (в БС)
9.1	Форсированный уровень верхнего бьефа (ФПУ)	м	30.00 (в БС)
10	Класс ГТС	–	IV
11	Тип основания	код	Суглинки плотные и средней плотности
12	Максимальный напор на ГТС	м	9.0
13	Длина напорного фронта ГТС	м	750.0
14	Среднемноголетний сток в створе ГТС	млн. м ³	34.5
15	Площадь водохранилища (при НПУ)	км ²	7.75
16	Полный объём водохранилища	млн. м ³	23.1
17	Полезный объём водохранилища	млн. м ³	20.9
18	Количество используемых технических средств контроля состояния ГТС, в том числе:	шт.	2
18.1	Марок, реперов и других устройств для наблюдений за деформациями ГТС и оснований геодезическими методами	шт.	2
18.2	Пьезометров, расходомеров и иных устройств для наблюдений за фильтрацией	шт.	Нет
18.3	Дистанционной КИА (допущенной Госстандартом России к применению на ГТС)	шт.	Нет

Продолжение приложения А

№ п/п	Наименование технических характеристик и сведений по ГТС	Ед. изм.	Значение
18.4	Специальных средств измерения для обследований ГТС	шт.	Нет
18.5	Компьютерных систем мониторинга ГТС	шт.	Нет
19	Качественная характеристика уровня безопасности	код	Пониженный уровень безопасности
20	Дополнительные сведения по качественной характеристике уровня безопасности ГТС	–	Необходима реконструкция

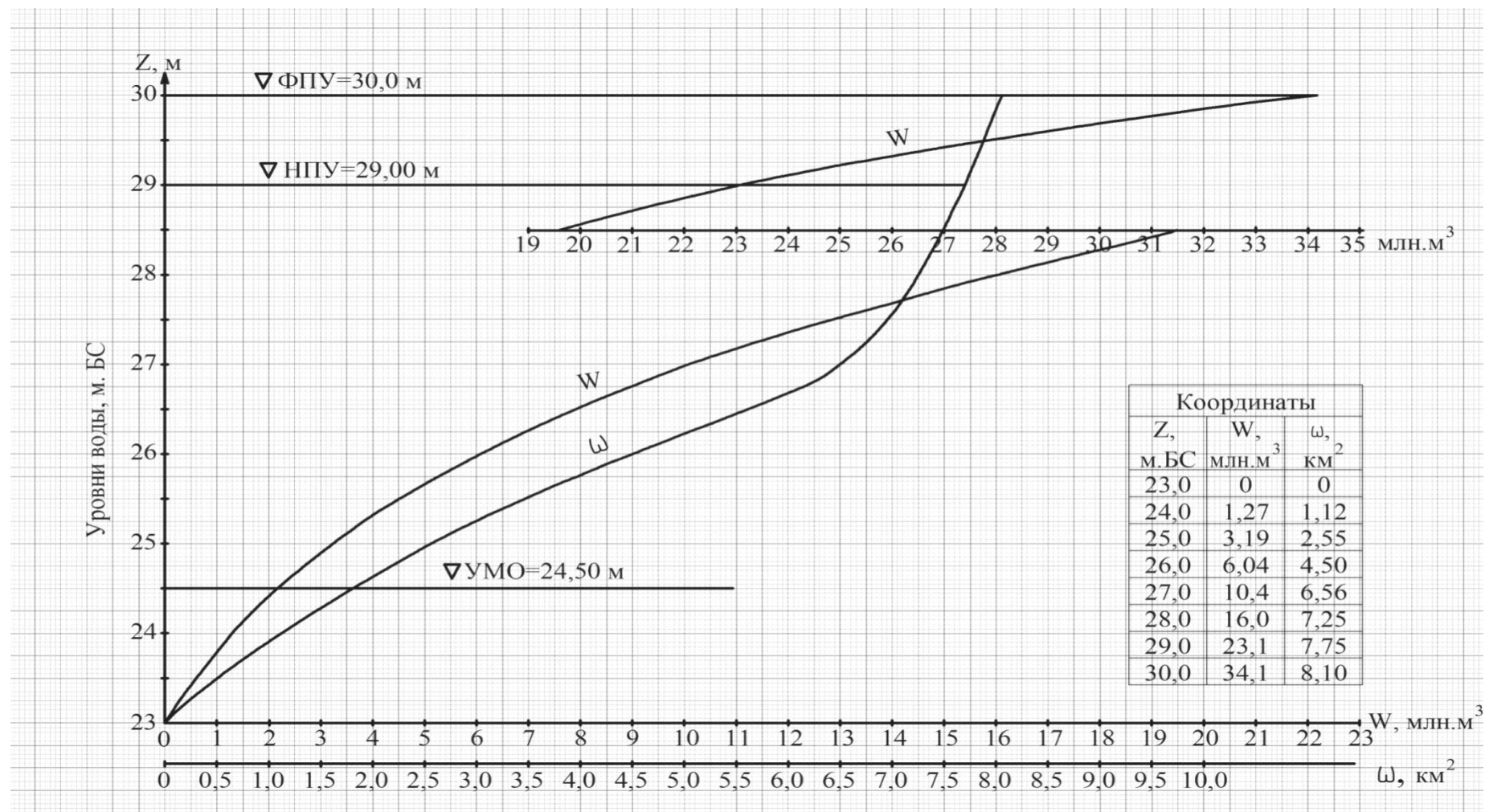
Приложение Б – Открытый водосброс

№ п/п	Наименование технических характеристик и сведений по ГТС	Ед. изм.	Значение
1	Наименование ГТС	–	Водосбросное сооружение
2	Классификация ГТС по расположению в узле сооружений	код	Водосброс в теле плотины
3	Классификация ГТС по типу оборудования водосливной части	код	Водосброс автоматического действия
4	Классификация ГТС по конструкции головной части	код	Водослив с тонкой стенкой
5	Классификация ГТС по конструкции водоотводящего устройства	код	Водосброс с быстротоком
6	Классификация ГТС по типу основного затвора	код	Без затвора
	Габариты	–	–
7	Суммарная ширина пролётов для пропуска воды	м	10.5
8	Отметка порога водосброса	м	29.00 (в БС)
9	Класс сооружения		IV
10	Количество пролётов для пропуска воды	шт.	2
14	Количество основных затворов	шт.	нет
15	Максимальный проектный расход при НПУ	м³/с	0
16	Максимальный проектный расход при ФПУ	м³/с	75.63
17	Дополнительные сведения по качественной характеристике уровня безопасности ГТС		–

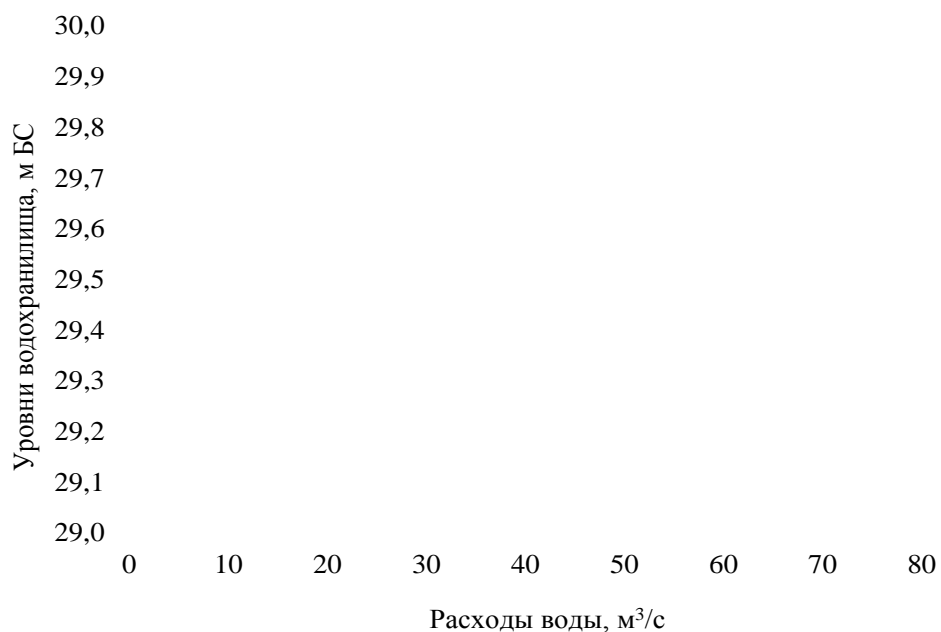
Приложение В – Сифонный водовыпуск

№ п/п	Наименование технических характеристик и сведений по ГТС	Ед. изм	Значение
1	Наименование ГТС	–	Сифонный водовыпуск
2	Классификация ГТС по расположению в узле сооружения	код	Водовыпуск в теле плотины
3	Классификация ГТС по способу управления затворами	код	Водовыпуск без башни управления затворами
4	Классификация ГТС по типу основного затвора	код	Плоская задвижка
5	Размеры в свету поперечного сечения водоводов для пропуска воды ширина, высота (В x Н) или диаметр (D)	м	0.8
6	Отметка порога входного оголовка (отметка оси на входе в сооружение)	м	25.50 (в БС)
7	Отметка воды ВБ при пропуске максимального проектного расхода	м	29.00 (в БС)
8	Отметка воды НБ при пропуске максимального проектного расхода	м	21.00 (в БС)
9	Класс сооружения	–	IV
10	Количество ниток водоводов для пропуска воды	шт.	1
11	Количество основных затворов	шт.	1
12	Максимальный проектный расход	м ³ /с	2.8
13	Дополнительные сведения по качественной характеристике уровня безопасности ГТС	–	Необходима реконструкция

Приложение Г – Кривые зависимости $W=f(Z)$ и $\omega=f(Z)$ Сальского водохранилища

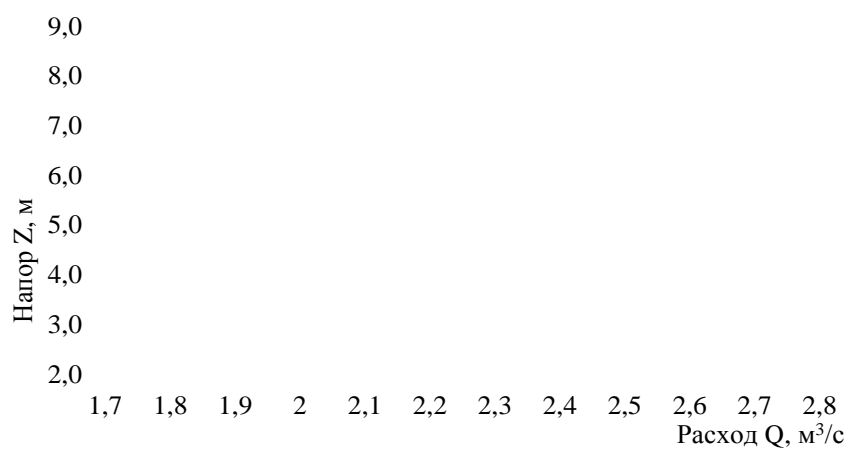


Приложение Д – Кривая пропускной способности открытого водосброса Сальского гидроузла на р.Средний Егорлык



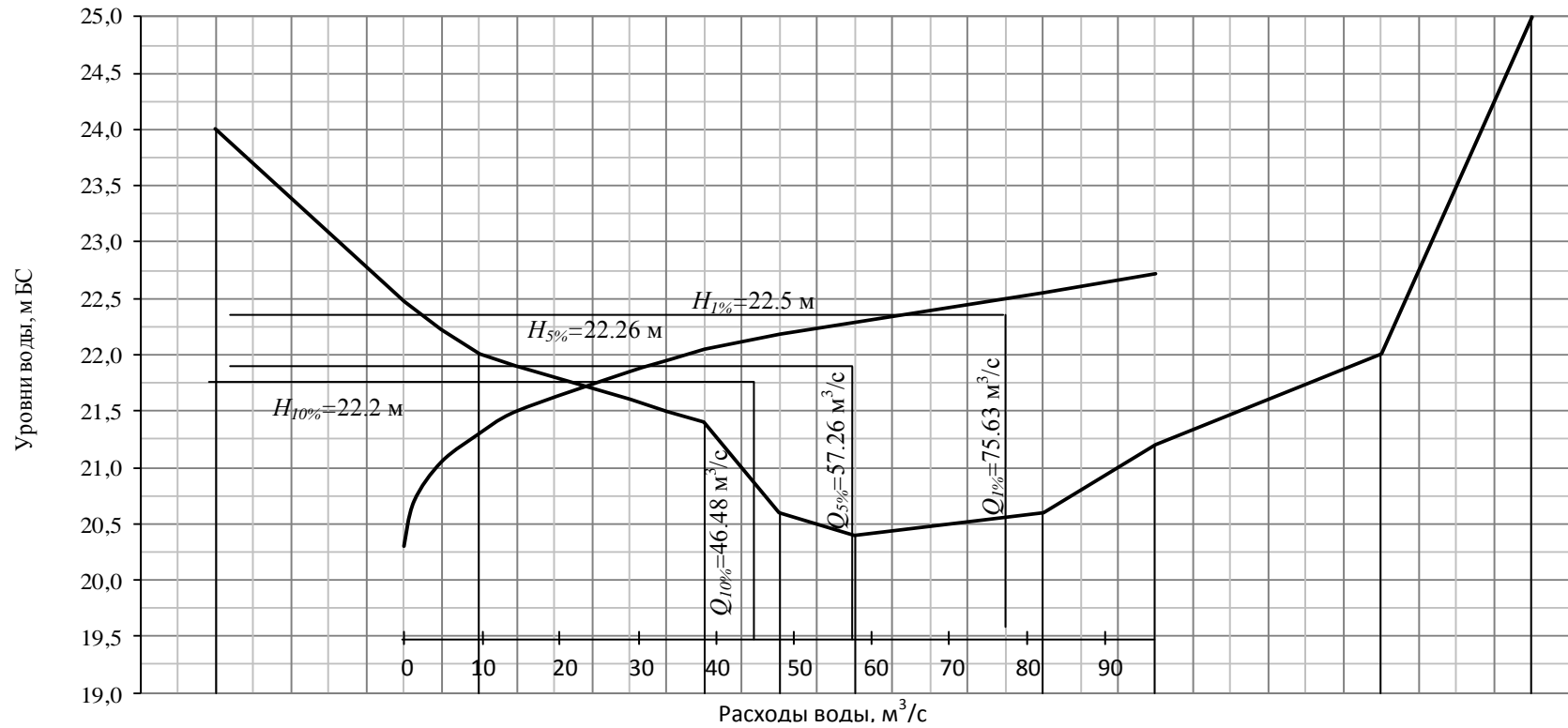
Координаты кривой	
Уровень, м БС	Расход, м³/с
29	0
29.1	1.94
29.2	6.3
29.3	12.5
29.4	19.71
29.5	27.55
29.6	36.21
29.7	45.63
29.8	54.12
29.9	64.57
30	75.63

Приложение Е – Кривая пропускной способности сифонного водовыпуска Сальского гидроузла на р.Средний Егорлык в зависимости от напора (при полностью открытом затворе)



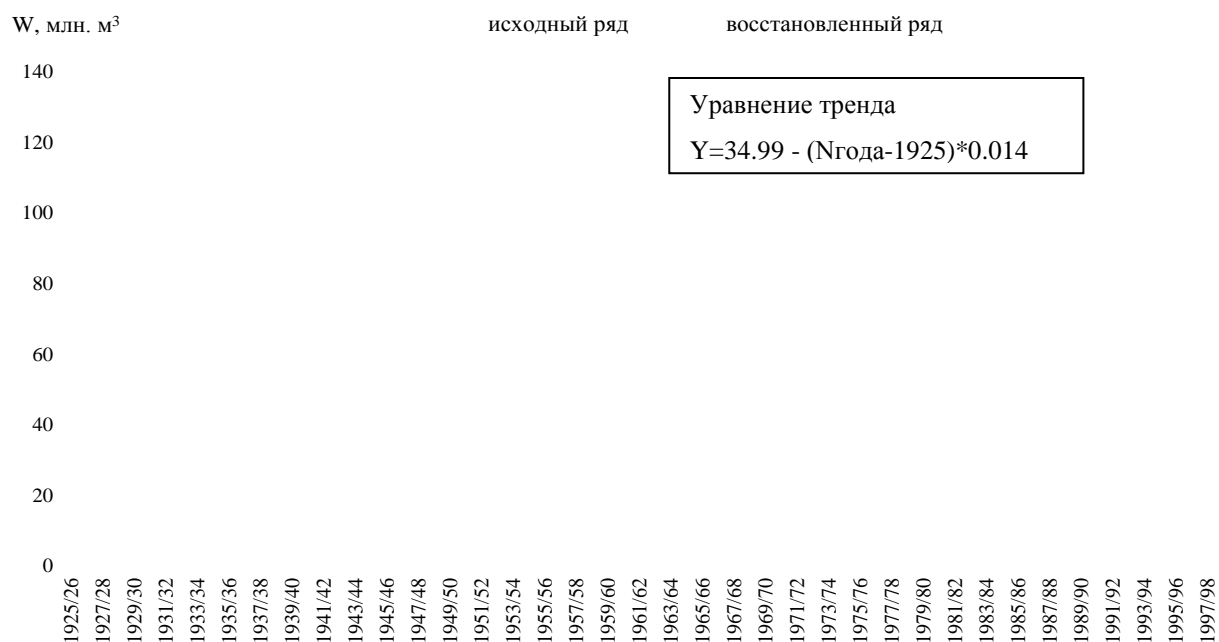
Координаты кривой	
Z, м	Q, м3/с
3.0	1.71
4.0	1.98
5.0	2.21
6.0	2.42
7.0	2.62
8.0	2.8

Приложение Ж – Кривая расходов $Q=f(H)$ для расчета уровней воды в р. Средний Егорлык в нижнем бьефе Сальского водохранилища

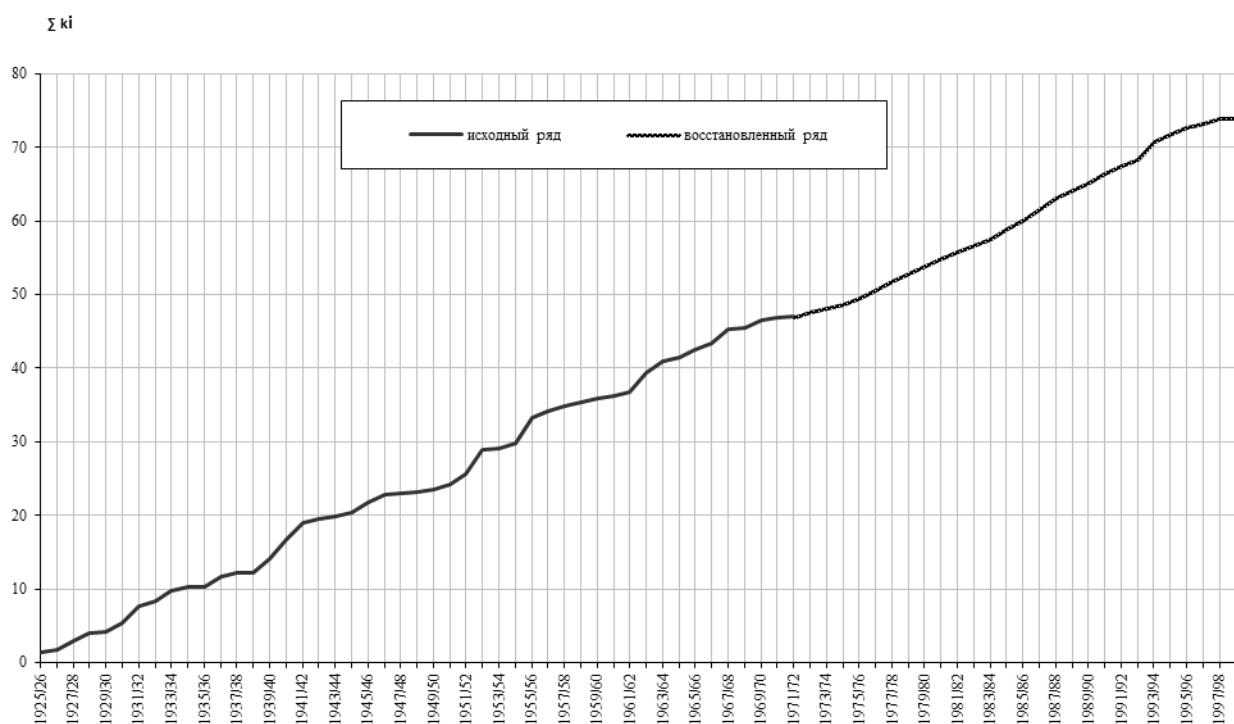


Расстояние, м	35	30	10	10	25	15	30	20	
Отметки, м БС	24.0		22.0			21.4	20.6	20.4	

Приложение И1 – Хронологический график условно-естественного годового стока р.Средний Егорлык в створе гидроузла Сальского водохранилища

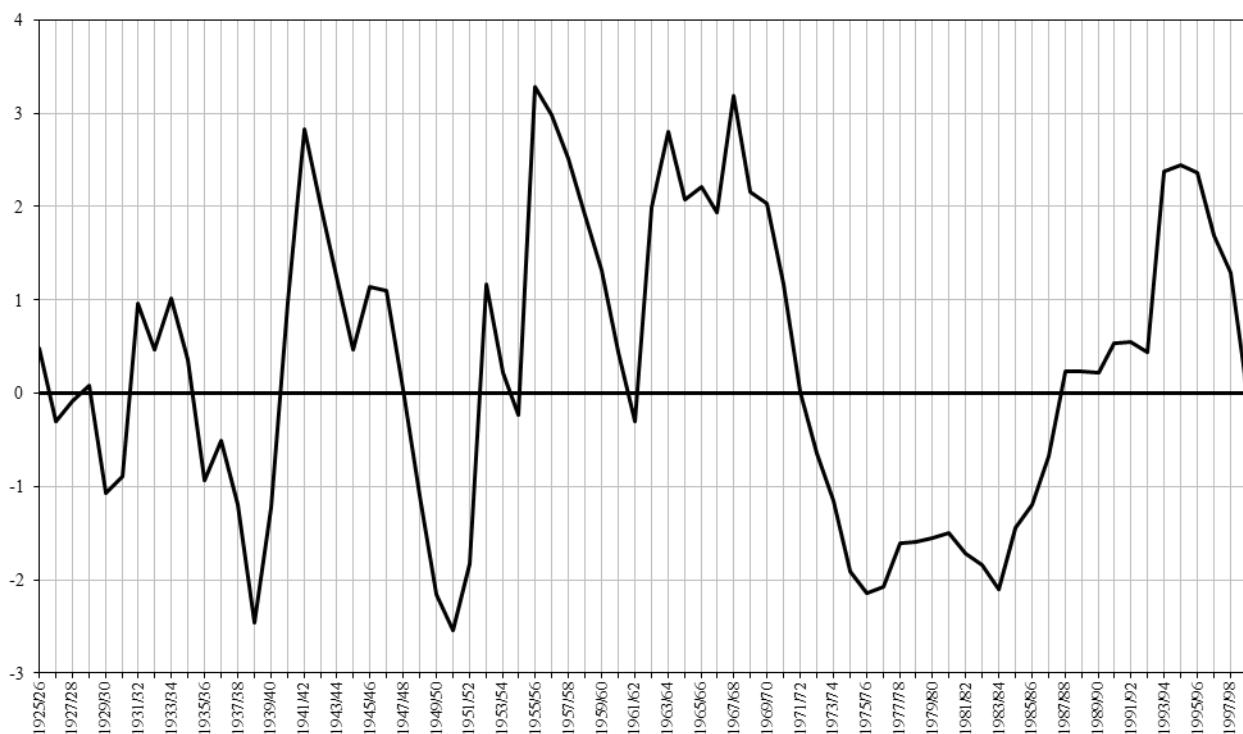


Приложение И2 – Интегральная кривая условно-естественного годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища

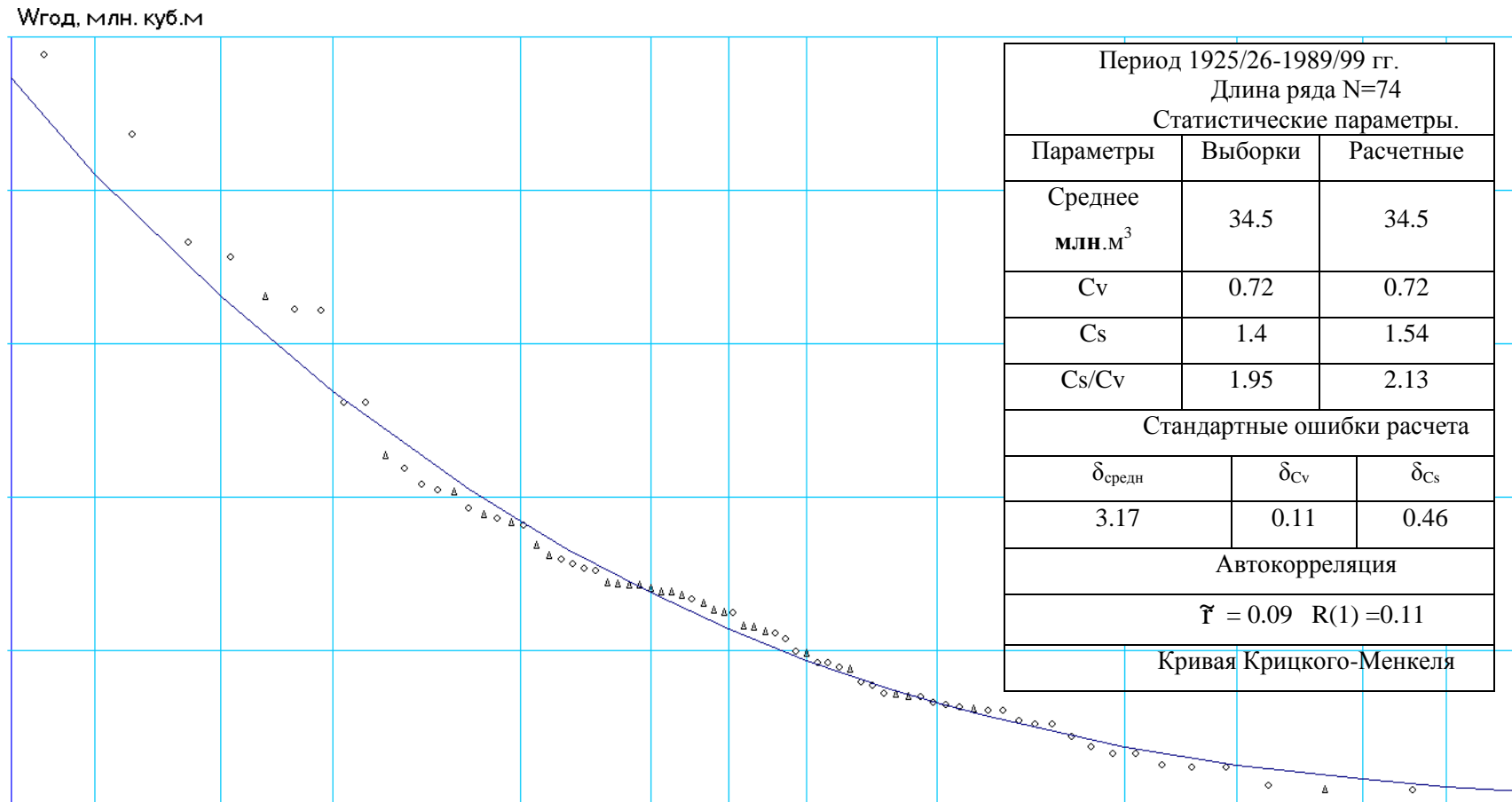


Приложение И3 – Разностная интегральная кривая условно-естественного годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища

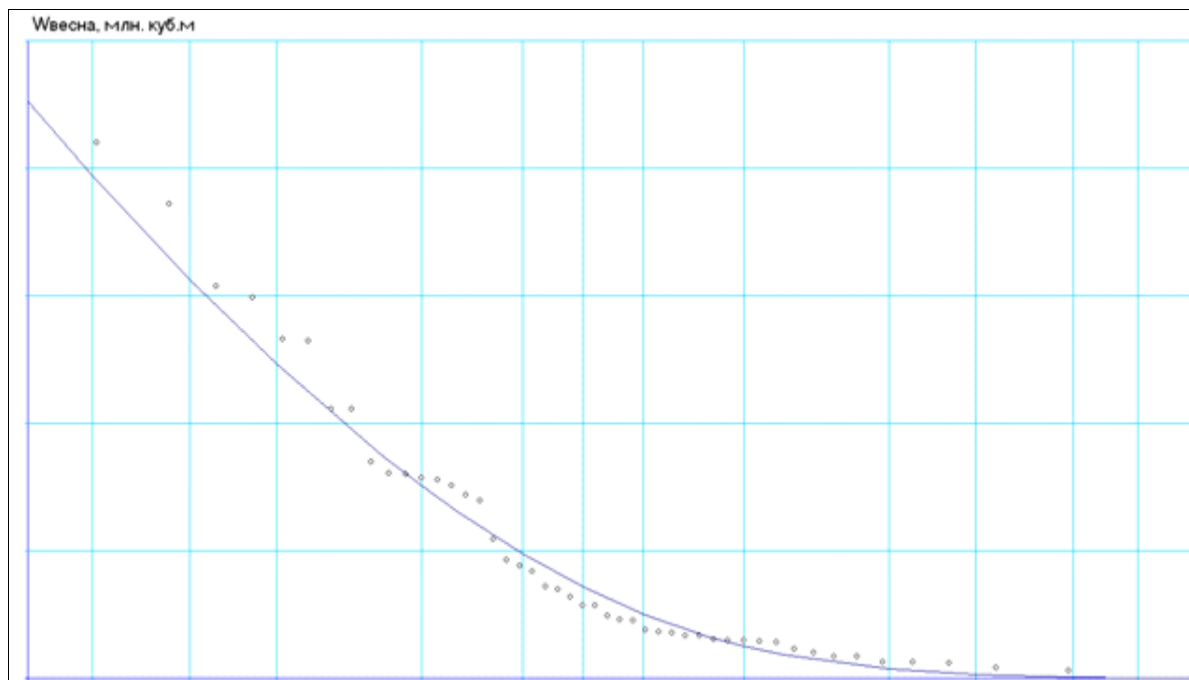
$\Sigma(x-1)/Cv$



Приложение К1 – Теоретическая кривая обеспеченности естественного годового стока в створе гидроузла Сальского водохранилища



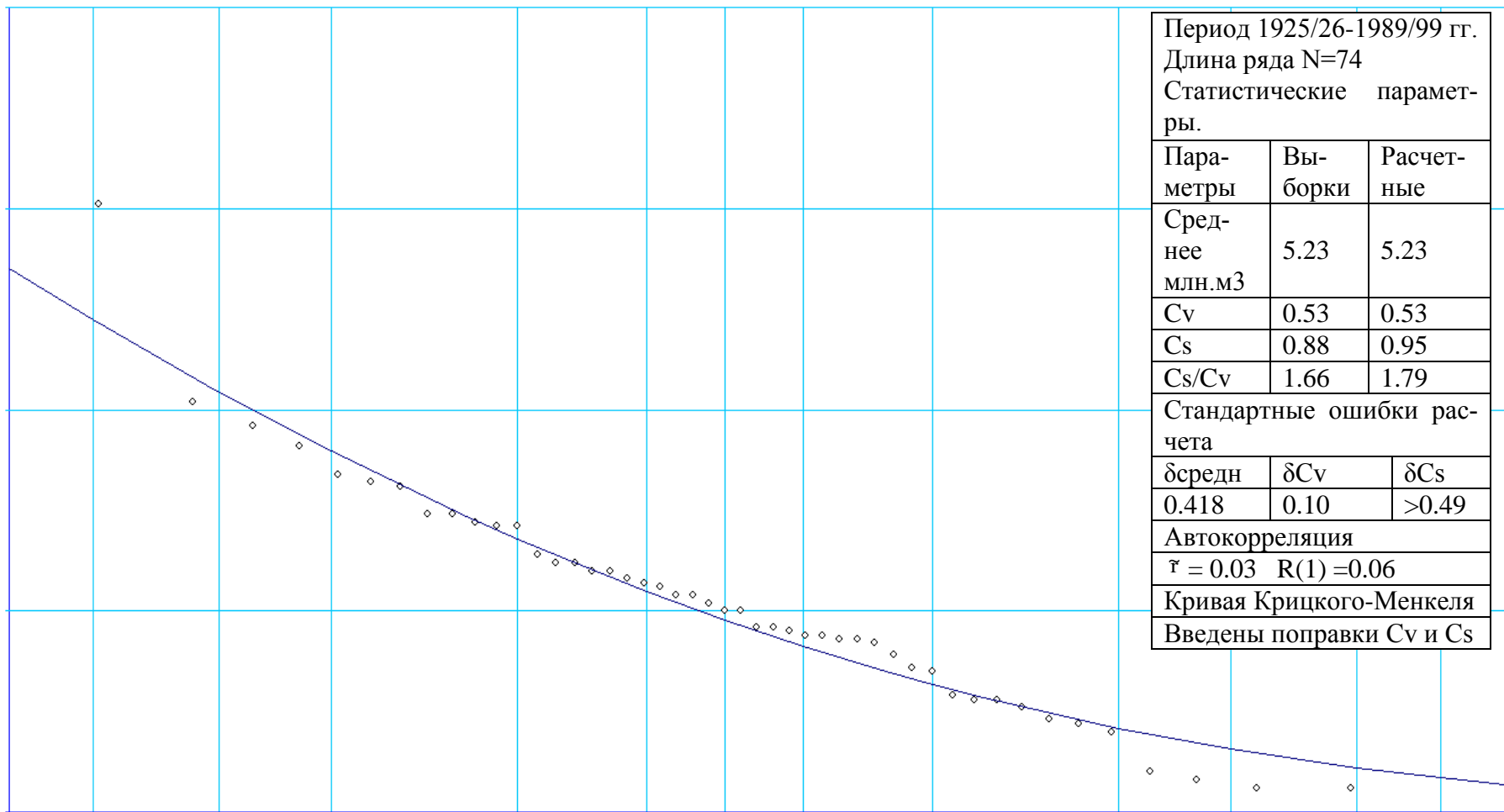
Приложение К2 – Теоретическая кривая обеспеченности естественного стока за период половодья в створе гидроузла Сальского водохранилища



Период 1925/26-1989/99 гг. Длина ряда N=74 Статистические параметры.		
Параметры	Выборки	Расчетные
Среднее млн.м ³	25.9	25.9
Cv	1.0	1.0
Cs	1.4	1.62
Cs/Cv	1.41	1.62
Стандартные ошибки расчета		
$\delta_{\text{средн}}$	δ_{Cv}	δ_{Cs}
3.95	0.13	>0.52
Автокорреляция		
$\tilde{r} = 0.05$ R(1) = 0.08		
Кривая Крицкого-Менкеля		
Введены поправки Cv и Cs		

Приложение К3 – Теоретическая кривая обеспеченности естественного стока за период летне-осенней межени в створе гидроузла Сальского водохранилища

Wлето, млн. куб.м



Период 1925/26-1989/99 гг. Длина ряда N=74 Статистические параметры.		
Параметры	Выборки	Расчетные
Среднее млн.м3	5.23	5.23
Cv	0.53	0.53
Cs	0.88	0.95
Cs/Cv	1.66	1.79
Стандартные ошибки расчета		
δсредн	δCv	δCs
0.418	0.10	>0.49
Автокорреляция		
τ = 0.03 R(1) = 0.06		
Кривая Крицкого-Менкеля		
Введены поправки Cv и Cs		

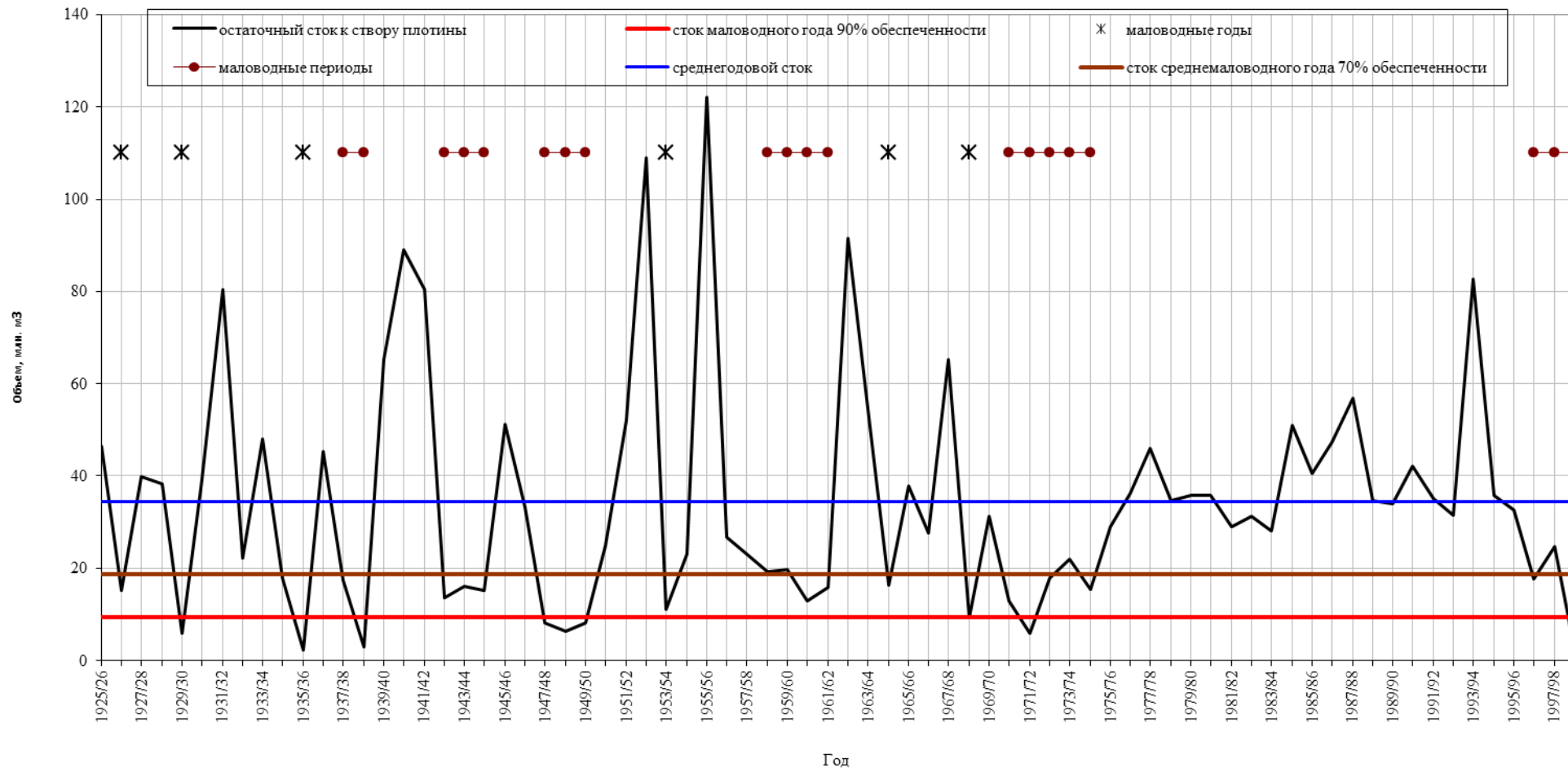
Приложение Л – Водохозяйственный баланс водохранилища на р. Средний Егорлык для лет характерной водности

Составляющая	Обеспеченность года по стоку															
	25%				50%				75%				95%			
	1925/1926 (25%)				1983/1984 (51%)				1964/1965 (75%)				1948/1949 (95%)			
	XI-I	II-IV	V-X	Год	XI-I	II-IV	V-X	Год	XI-I	II-IV	V-X	Год	XI-I	II-IV	V-X	Год
ПРИХОДНАЯ ЧАСТЬ																
Боковой сток	7.8	36	2.6	46.4	3.62	22.25	2.23	28.1	2.5	9.5	4.4	16.4	0.9	3.2	2.2	6.3
Потери стока в верховых прудах	7.8	3	1.4	12.2	3.6	7.4	1	12	2.5	5.1	2	9.6	0.9	3.2	2.2	6.3
Остаточный приток в водохранилище	0	33	1.2	34.2	0	14.8	1.3	16.1	0	4.4	2.4	6.8	0	0	0	0
Итого	15.6	72	5.2	92.8	7.22	44.45	4.53	56.2	5	19	8.8	32.8	1.8	6.4	4.4	12.6
РАСХОДНАЯ ЧАСТЬ																
Орошение	0	0.079	1.91	1.98	0	0.079	1.91	1.98	0	0.079	1.91	1.98	0	0.079	1.905	1.99
Потери на испарение	-0.7	0.1	3.9	3.3	-0.5	0.3	4.7	4.5	-0.3	0.35	0.37	0.42	-0.3	0.035	0.365	0.1
Потери на фильтрацию	0.6	0.7	1.3	2.6	0.6	0.7	1.3	2.6	0.6	0.7	0.13	1.43	0.6	0.07	0.13	0.8
Санитарная проточность	1.192	2.714	1.08	4.98	1.19	2.71	1.08	4.98	1.19	2.71	0.11	4.01	1.19	0.27	0.11	1.57
Холостой сброс	-	11.26	-	11.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	1.092	14.85	8.18	24.13	1.29	3.79	8.98	14.07	1.49	3.84	2.51	7.84	1.49	0.455	2.508	4.46

Продолжение приложения Л

Составляющая	Обеспеченность года по стоку															
	25%				50%				75%				95%			
	1925/1926 (25%)				1983/1984 (51%)				1964/1965 (75%)				1948/1949 (95%)			
	XI-I	II-IV	V-X	Год	XI-I	II-IV	V-X	Год	XI-I	II-IV	V-X	Год	XI-I	II-IV	V-X	Год
РЕЖИМ ВОДОХРАНИЛИЩА																
Наполнение, млн.м ³	-	17.06	10.1	27.14	-	9.715	2.033	11.75	-	-	-	-	-	-	-	-
Сработка, млн.м ³	1.092	-	-	1.092	1.292	-	-	1.292	1.492	0.935	1.043	3.47	1.492	1.947	3.84	7.28
Объем на конец сезона, млн.м ³	4.948	23.1	16.12	-	4.748	15.76	8.073	-	4.548	5.105	4.997	-	4.548	4.093	2.2	-
Уровень на конец сезона, м БС	25.61	29	28.01	-	25.54	27.95	26.51	-	25.47	25.67	25.63	-	25.47	25.31	24.5	-
Площадь на конец сезона, км ²	3.74	7.75	7.255	-	3.603	7.216	5.815	-	3.466	3.856	3.778	-	3.466	3.154	1.8	-

Приложение М – Маловодные периоды стока в створе гидроузла Сальского водохранилища за 1925/26 -1998/99 гг



Приложение Н – Кривые свободной поверхности воды в р. Средний Егорлык в бытовых условиях и в условиях водохранилища (при НПУ= 29.0 м БС и ФПУ= 30.0 м БС)

