

УДК 556.555:556.53 (470.62)

UDC 556.555:556.53 (470.62)

**РЕГУЛИРОВАНИЕ СТОКА
В БАССЕЙНЕ РЕКИ КУБАНЬ**

**REGULATION OF WATER IN THE KUBAN
RIVER BASIN**

Папенко И.Н.
к. г. н., доцент

Papenko I.N.
Cand. Hydr. Sci., assistant professor

*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russia*

Епатко Александр Федорович
гл. мелиоратор

Epatko Alexander Fedorovich
chief ameliorator

Управление «Мелиоводхоз»

Department "Meliovodkhoz"

Тхагапсо Фатима Аскеровна
аспирант

Tkhagapso Fatima Askerovna
post-graduate student

*Кубанский государственный университет,
Краснодар, Россия*

Kuban State University, Krasnodar, Russia

В статье представлены: техническая схема регулирования стока в бассейне реки Кубань, характеристики и анализ работы водозаборных, водорегулирующих сооружений Верхней, Средней и Нижней Кубани. Выполнены водохозяйственные расчеты с учетом запросов водопользователей и водопотребителей с обеспеченностью 50, 75, 95 %, и представлены их итоги по всему водохозяйственному комплексу по отраслям экономики.

Technical scheme of water regulation in the Kuban river basin, characteristics and work analysis of water intake, water regulating constructions of Upper, Middle and Lower parts of Kuban are presented in the article. Water calculations with an account of quests of water users and water consumers with the supply situation 50, 75, 95 % were done and their results on whole water complex on the branches of economics are presented.

Ключевые слова: ГИДРОУЗЕЛ, РЕГУЛИРОВАНИЕ, ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ СИСТЕМА, КАНАЛ, ВОДОХРАНИЛИЩЕ, ПЛОТИНА, ВОДОЗАБОР, ВОДОСНАБЖЕНИЕ, БАЛАНС, ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ.

Key words: HYDRO SYSTEM, REGULATION, WATER SYSTEM, CANAL, WATER STORAGE, DAM, WATER INTAKE, WATER SUPPLY, BALANCE, WATER RESOURCES.

Техническая схема. Современное состояние

водохозяйственного комплекса

На степень современного использования водных ресурсов в бассейне реки Кубань большое влияние оказывает сложившаяся техническая схема регулирования и перераспределения стока.

Использование стока Верхней Кубани (в Республике Карачаево-Черкессия, Ставропольском крае и в части Ростовской области) осуществляется с помощью сложной водохозяйственной системы с водозаборами в створе Усть-Джегутинской плотины и Невинномысского гидроузла.

Система Большого Ставропольского канала (БСК), введенная в эксплуатацию с 1968 года, предназначена для орошения земель площадью 210 тыс. га, обводнения 2600 тыс. га, организации промышленного и питьевого водоснабжения городов и населенных пунктов 18-ти районов в правобережной части Ставропольского края. Кроме того, сооружения системы обеспечивают сезонное перерегулирование стока реки Кубань, работу каскада ГЭС (на головном участке) и крупной Невинномысской тепловой электростанции.

Головной гидроузел БСК расположен на реке Кубань у г. Усть-Джегута, пропускная способность водозаборного шлюза составляет $180 \text{ м}^3/\text{с}$.

Канал перебрасывает сток реки Кубань в безводные районы Восточного Предкавказья на северные и северо-восточные склоны Ставропольской возвышенности и северные склоны Манычской впадины, на земли, удаленные от Кубани на сотни километров.

Общая длина магистрального канала превышает 400 км, суммарная длина распределительных каналов – 1700 км.

Канал строится с 1957 г. По состоянию на 1.01.2004 г. закончено строительство магистрального канала 1–3 очередей общей

протяженностью 262 км, введены в эксплуатацию орошаемые земли площадью 100 тыс. га (48 % проектных), построены и развиваются водопроводы городов Кавминвод, построены и работают четыре ГЭС и тепловая станция.

Невинномысский канал построен в 1948 г. Узел головного водозабора на реке Кубань состоит из низконапорной щитовой плотины. Класс капитальности сооружения – 1. Невинномысский канал рассчитан на пропуск максимального расхода – 2200 м³/с. Подача воды в канал осуществляется с правого крыла шлюза-регулятора. Нормальная пропускная способность шлюза и канала на всем протяжении достигает 75 м³/с.

Питание канала водами НГРЭС осуществляется через сбросные каналы № 1 на ПК4+55 и № 2 на ПК16+00 пропускной способностью, соответственно, 20,0 и 37,0 м³/с. Кроме того, воды НГРЭС могут отводиться непосредственно в реку Кубань перед головным шлюзом канала по зимнему сбросу № 3 расходом до 27,5 м³/с.

Зимний сброс предназначен для теплообогрева затворов шлюза и борьбы с заторами шуги в верхнем бьефе плотины.

Невинномысский канал является трактом магистрального питания Кубань-Егорлыкских оросительно-обводнительных систем и осуществляет самотечную переброску стока реки Кубань на северо-восточные склоны Ставропольской возвышенности в засушливые бассейны маловодных рек Большой Егорлык, Западный Маныч. Зона командования тракта охватывает районы Ставропольского края (основной водопользователь), частично Ростовской области и республики Калмыкия.

Водные ресурсы тракта используют для водоснабжения городов (Ставрополь, Светлоград и др.), большого числа сельских населенных

пунктов, обеспечивают обводнение территории 1,8 млн га, прудовое рыбоводство и санитарное состояние реки Большой Егорлык.

Сток тракта обеспечивает работу каскада четырех гидроэлектростанций установленной мощностью 60,6 тыс. кВт и техническое водоснабжение Ставропольской тепловой станции (СГРЭС) проектной мощностью 2400 тыс. кВт.

Излишки водных ресурсов тракта в настоящее время используют для опреснения и пополнения водных ресурсов каскада трех хозяйственных водохранилищ на реке Западный Маныч Ростовской области (Пролетарское, Веселовское, Усть-Манычское). В число плановых потребителей бассейна Верхней Кубани Манычские водохранилища не входят.

В пределах Краснодарского края внутрибассейновое перераспределение стока. Константиновский, Лабинский каналы в бассейне рек Лаба и Новокубанская с водозабором из реки Кубань подают воду на орошение земель нескольких районов в силу трудности и дороговизны устройства водозаборов на горных реках. Деривационный канал Белореченской ГЭС осуществляет переброску стока реки Белая в реку Пшиш исключительно для нужд энергетики.

Супс-Шебшский канал отводит избыток паводочных вод реки Супс в Шапсугское водохранилище, предотвращая переполнение Октябрьского водохранилища и подтопления аула Тахтамукай. Паводковые воды Крюковского водохранилища с помощью Крюковского соединительного канала отводятся в Варнавинское водохранилище, а затем излишки Варнавинским сбросным каналом отводятся в реку Кубань.

На степень использования водных ресурсов в бассейне реки Кубань большое влияние оказывают внутрибассейновое

перераспределение стока действующими каналами и сезонное перерегулирование водных ресурсов в существующих водохранилищах.

Гарантия водообеспеченности потребителей достигается на базе регулирования стока в двух построенных водохранилищах: Кубанском при головном участке БСК и Сенгилеевском при концевом участке Невинномысского канала, соответственно.

Методика водохозяйственных расчетов и исходные расчетные положения

При решении вопросов, связанных с использованием водных ресурсов бассейна реки Кубань на протяжении 30 лет, регламентирующим документом является "Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Кубани", составленная в 1972 г. институтом "Южгипроводхоз".

Распределение поверхностного стока реки Кубань и Закубанских рек в среднемаловодный год 75 %-й обеспеченности между административными районами и водопользователями рекомендовано постановлением № 21 ГЭК Госплана СССР от 13 ноября 1974 г. "Об экспертизе "Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р. Кубани". Постановление № 21 гласит:

Рекомендовать следующее распределение поверхностного стока реки Кубань и Закубанских рек в среднемаловодный год 75 %-й обеспеченности в объеме $12,5 \text{ км}^3$ по административным районам и водопользователям по безвозвратному водопотреблению:

- Ставропольскому краю, Ростовской области и Калмыцкой АССР весь сток в створе Невинномысского гидроузла за вычетом санитарного попуска в нижний бьеф этого гидроузла – $3,6 \text{ м}^3$;

- санитарный попуск в нижний бьеф Невинномысского гидроузла – 0,5 км³;

- сток в пределах Краснодарского края – 8,9 км³;

в том числе:

- на ирригацию, сельскохозяйственное промышленное водоснабжение – 4,6 км³;

- на нерестовые попуски ниже Краснодарского водохранилища – 3,0 км³;

- санитарные попуски по Кубани ниже Краснодарского водохранилища – 0,45 км³;

- лиманное и прудовое рыбоводство, рыбзаводы – 1,2 км³;

в том числе:

- за счет возвратных вод – 0,35 км³.

С 1995 г. нормативным документом о совместном рациональном использовании, воспроизводстве, охране водных ресурсов и восстановлении водных объектов, а также координации водохозяйственной деятельности в бассейне реки Кубань являлось Соглашение республик Адыгея, Карачаево-Черкессия, Краснодарского и Ставропольского краев "О совместном использовании и охране водных ресурсов бассейна реки Кубань", разработанное ОАО "Кубаньводпроект" по заданию КБВУ во исполнение постановления Правительства Российской Федерации от 12.08.94 г. № 951.

Использование водных ресурсов в бассейне производится в соответствии с существующим водохозяйственным комплексом по регулированию стока и согласно действующим нормативным документам.

В основу расчетов водохозяйственных балансов бассейна реки Кубань положены ряды восстановленного стока реки Кубань и ее

основных притоков I порядка за период 1926–2002 гг. Расчетные гидрологические характеристики определены согласно СП 33-101-2003.

Расчеты на современном уровне соответствуют уровню развития водохозяйственной обстановки в бассейне реки Кубань на 31.12.2002 г., на перспективу – уровню планируемого развития водохозяйственной обстановки в бассейне реки Кубань на 2015 г.

В основу расчетов водохозяйственных балансов заложена структура водохозяйственной системы реки (строение речной сети, водохранилища, водозаборы и прочие сооружения). В состав водохозяйственного комплекса включены: водоснабжение всех видов, сельское хозяйство, ирригационные системы, рыбное хозяйство, гидроэнергетика, водный транспорт, охрана природы.

При выполнении водохозяйственных расчетов на современном уровне и на перспективу предусмотрено удовлетворение водой потребителей с нормативной обеспеченностью:

- питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение, в том числе важнейших воспроизводственных рыбных объектов – 95 %;
- санитарный попуск – 95 %;
- орошение рисовых и нерисовых оросительных систем – 75 %;
- рыбонерестовые попуски и лиманные рыбные хозяйства – 75 %.

На современном уровне и в расчетной перспективе расчеты располагаемых водных ресурсов в граничных створах выполнены при величинах санитарных расходов:

- в н/б Усть-Джегутинского ГУ (БСК) – 5,0 м³/с;
- в н/б Невинномысского ГУ, подача в Краснодарский край – 17,0 м³/с;
- в н/б Краснодарского водохранилища – 80 м³/с.

Результаты водохозяйственных расчетов на современном уровне

На условия регулирования стока реки Кубань большое влияние оказывают ее зарегулированность и степень использования ее водных ресурсов. В зоне Верхней Кубани два главных элемента комплекса водохозяйственных объектов Большого Ставропольского канала: Большой Ставропольский и нижележащий Невинномысский каналы связаны общностью питания и регулирования стока, а также возможностью взаимного перераспределения стока. Система БСК забирает воду для орошения земель площадью 210 тыс. га, обводнения 2600 тыс. га, организации промышленного и питьевого водоснабжения городов и населенных пунктов 18-ти районов в правобережной части Ставропольского края, в части Ростовской области и Республики Калмыкия. Кроме того, сооружения системы обеспечивают сезонное перерегулирование стока реки Кубань, работу каскада ГЭС и крупной Невинномысской тепловой электростанции.

В связи с отсутствием русловых регулирующих водохранилищ в зоне Верхней Кубани величина водоотбора определяется наличием стока в рассматриваемый период в створе Усть-Джегутинской плотины и Невинномысского гидроузла и возможностью забрать его имеющимися сооружениями. Водохозяйственные балансы Верхней Кубани составлены ОАО "Севкавгипроводхоз" для характерных по водности лет 50, 75 и 95 %-й обеспеченности. При их составлении водохозяйственные расчеты зон влияния Большого Ставропольского и Невинномысского каналов выделены как самостоятельные расчетные участки с учетом их собственных технических схем подачи, сброса и распределения воды.

В водохозяйственных балансах в этих створах приводятся величины, отражающие действия только относительно ствола реки

Кубань: приток, забор, сброс, величины безвозвратного водопотребления в БСК и НК в месячных расчетных объемах и расходах.

Из анализа современных водохозяйственных балансов в зоне Верхней Кубани в годы 50, 75 и 95 %-й обеспеченности следует, что:

– забор в БСК составляет 2014 млн м³ в год, безвозвратное водопотребление из них – 1715 млн м³;

– забор в Невинномысский канал составляет 980 млн м³ в год, безвозвратно – 844 млн м³.

Эти объемы обоснованы в "Основных положениях Правил использования водных ресурсов Невинномысского канала, Сенгилеевского, Егорлыкского и Ново-Троицкого водохранилищ", утвержденных Минводхозом РСФСР 31 октября 1974 г., и лимиты согласованы с Кубанским Бассейновым водным управлением.

Основные показатели водохозяйственного баланса в годы расчетной обеспеченности приведены в таблицах 1, 2, 3.

За критерий достаточной обеспеченности водопотребителей и водопользователей в зоне Верхней Кубани принят бездефицитный водохозяйственный баланс в год 75 %-й обеспеченности по стоку. Согласно материалам таблиц 1–3, суммарный безвозвратный отбор воды из Кубани практически одинаков в годы различной обеспеченности. Водохозяйственный баланс в год 95 %-й обеспеченности сводится без дефицита для всех расчетных интервалов времени, т.е. урезок водопотребителей в зоне Верхней Кубани не производится; дополнительных водохозяйственных мероприятий на современном уровне не требуется.

Кроме того, в балансах учтен сброс в реку Егорлык, являющийся излишком водных ресурсов тракта Кубань – Егорлыкская осушительно-

оросительная система (КЕООС) и зависящий от водности года. Однако он не является плановым водопотребителем.

Объемы сброса Кубанской воды в реку Егорлык составляют:

P, %	$W_{\text{подачи, МЛН М}}^3$
50	113
75	107
95	517.

Величины подачи в Краснодарский край, остаточный сток, притекающий в Краснодарский край, в зависимости от водности года на современном уровне составляют:

P, %	$W_{\text{подачи, МЛН М}}^3$
50	2164
75	1820
95	1411.

**Таблица 1 – Основные показатели водохозяйственного баланса Верхней Кубани
(до границы Краснодарского края) в год 50 %-й обеспеченности по стоку**

№ п/п	Элементы водного баланса	Ед. изм.	За год	Распределение по месяцам											
				V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
1	Сток у г. Усть-Джегута с учетом переброски Зеленчуков	м ³ /с	81,29	94,91	207,62	233,61	157,62	110,25	34,32	20,04	17,08	18,85	17,70	24,90	38,52
		млн м ³	2575,99	254,36	537,74	626,07	422,41	285,55	91,98	51,90	45,77	50,52	43,19	66,73	99,77
2	Сток в створе Невинномысска с учетом переброски Зеленчуков	М ³ /с	148,96	219,48	403,72	341,91	269,92	168,45	84,10	59,00	38,00	24,00	30,50	43,58	104,8
		млн м ³	4717,00	588,21	1045,6	916,32	723,39	436,29	225,39	152,81	101,84	64,32	74,42	116,79	271,5
3	Суммарный безвозвратный отбор Верхней Кубани, всего	м ³ /с	80,56	112,86	130,05	172,69	185,37	129,31	44,08	51,54	22,55	16,53	23,96	37,94	49,85
		млн м ³	2552,54	302,46	336,82	462,80	496,78	334,92	118,13	133,48	60,42	44,29	58,45	74,87	129,1
	в том числе: а) орошение	м ³ /с	46,74	72,78	86,83	124,19	138,88	90,18	12,19	11,98	0,53	0,08	0,09	5,57	17,56
		млн м ³	1484,49	195,04	224,89	332,83	372,20	233,57	32,67	31,03	1,42	0,21	0,22	14,93	45,48
	б) рыбное хозяйство	м ³ /с	1,69	0,41	0,42	0,77	0,96	0,22	0,00	1,45	1,40	1,41	1,51	5,77	5,94
		млн м ³	53,14	1,09	1,08	2,06	2,56	0,58	0,00	3,74	3,74	3,77	3,67	15,47	15,38
	в) промышленное и коммунально-бытовое водоснабжение	м ³ /с	7,88	9,47	11,26	10,96	10,96	10,47	8,81	6,73	5,06	5,05	4,78	5,05	5,95
		млн м ³	249,13	25,37	29,16	29,37	29,37	27,12	23,61	17,43	13,56	13,53	11,66	13,53	15,42
	г) сельхозводоснабжение	м ³ /с	2,45	2,92	2,98	3,86	3,84	3,91	1,47	1,49	1,47	1,49	1,53	1,49	2,94
		млн м ³	77,37	7,83	7,72	10,34	10,29	10,13	3,94	3,86	3,94	3,99	3,73	3,99	7,61
	д) потери МК и вдхр.	м ³ /с	9,98	17,21	16,26	20,32	18,38	13,35	4,10	3,72	2,55	3,33	3,99	6,08	10,43
		млн м ³	315,94	46,12	42,11	54,46	49,26	34,58	10,99	9,63	6,83	8,92	9,74	16,29	27,01
	е) подпитка р. Калаус и сан. проточность	м ³ /с	6,85	8,21	10,09	10,11	10,08	10,08	6,63	6,00	6,00	3,00	3,00	3,00	6,00
		млн м ³	216,68	22,00	26,14	27,09	27,01	26,11	17,77	15,54	16,08	8,04	7,32	8,04	15,54
	ж) промышленность и энергетика	м ³ /с	1,77	1,99	2,03	2,25	2,31	1,83	1,60	1,60	1,56	1,48	1,43	1,49	1,63
		млн м ³	55,83	5,33	5,26	6,03	6,19	4,74	4,29	4,14	4,18	3,97	3,49	3,99	4,22
	з) сброс в р. Егорлык	м ³ /с	3,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,77	19,22	5,01	1,32	8,28	0,02	0,00
		млн м ³	113,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,18	49,78	13,43	3,54	20,20	0,04	0,00
	и) мелкие участки от истока до границы с Краснодарским краем	м ³ /с	-0,42	-0,12	0,18	0,23	-0,04	-0,73	-0,49	-0,65	-1,03	-0,63	-0,65	-0,53	-0,60
		млн м ³	-13,25	-0,32	0,45	0,62	-0,11	-1,89	-1,31	-1,68	-2,76	-1,69	-1,59	-1,42	-1,55
4	Суммарная подача в Краснодарский край	м ³ /с	68,40	92,42	219,53	156,82	120,29	50,05	30,50	23,30	20,89	19,86	19,05	19,90	48,19
		млн м ³	2164,45	247,67	568,57	420,28	322,38	129,63	81,74	60,35	55,99	53,22	46,48	53,33	124,8

**Таблица 2 – Основные показатели водохозяйственного баланса Верхней Кубани
(до границы Краснодарского края) в год 75 %-й обеспеченности по стоку**

№ п/п	Элементы водного баланса	Ед. изм.	За год	Распределение по месяцам											
				V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
1	Сток у г.Усть-Джегута с учетом переброски Зеленчуков	м ³ /с	75,59	90,10	196,98	221,55	149,59	99,48	31,05	17,94	15,29	16,88	15,84	20,40	31,98
		млн м ³	2395,98	241,47	510,18	593,75	400,89	257,65	83,21	46,46	40,98	45,24	38,65	54,67	82,83
2	Сток в створе Невинномысска с учетом переброски Зеленчуков	м ³ /с	137,79	218,98	369,20	319,91	253,92	143,45	83,10	55,00	33,00	26,00	25,00	36,00	89,86
		млн м ³	4366,01	586,87	956,23	857,36	680,51	371,54	222,71	142,45	88,44	69,68	61,00	96,48	232,7
3	Суммарный безвозвратный отбор Верхней Кубани, всего	м ³ /с	80,34	112,86	130,05	172,69	185,37	129,31	48,88	40,19	22,55	16,53	23,96	37,94	49,85
		млн м ³	2546,50	302,46	336,82	462,80	496,78	334,92	131,00	104,08	60,42	44,29	58,45	74,87	129,1
	в том числе: а) орошение	м ³ /с	46,74	72,78	86,83	124,19	138,88	90,18	12,19	11,98	0,53	0,08	0,09	5,57	17,56
		млн м ³	1484,49	195,04	224,89	332,83	372,20	233,57	32,67	31,03	1,42	0,21	0,22	14,93	45,48
	б) рыбное хозяйство	м ³ /с	1,69	0,41	0,42	0,77	0,96	0,22	0,00	1,45	1,40	1,41	1,51	5,77	5,94
		млн м ³	53,14	1,09	1,08	2,06	2,56	0,58	0,00	3,74	3,74	3,77	3,67	15,47	15,38
	в) промышленное и коммунально-бытовое водоснабжение	м ³ /с	7,88	9,47	11,26	10,96	10,96	10,47	8,81	6,73	5,06	5,05	4,78	5,05	5,95
		млн м ³	249,13	25,37	29,16	29,37	29,37	27,12	23,61	17,43	13,56	13,53	11,66	13,53	15,42
	г) сельхозводоснабжение	м ³ /с	2,45	2,92	2,98	3,86	3,84	3,91	1,47	1,49	1,47	1,49	1,53	1,49	2,94
		млн м ³	77,37	7,83	7,72	10,34	10,29	10,13	3,94	3,86	3,94	3,99	3,73	3,99	7,61
	д) потери МК и вдхр.	м ³ /с	9,98	17,21	16,26	20,32	18,38	13,35	4,10	3,72	2,55	3,33	3,99	6,08	10,43
		млн м ³	315,94	46,12	42,11	54,46	49,26	34,58	10,99	9,63	6,83	8,92	9,74	16,29	27,01
	е) подпитка р. Калаус и сан. проточность	м ³ /с	6,85	8,21	10,09	10,11	10,08	10,08	6,63	6,00	6,00	3,00	3,00	3,00	6,00
		млн м ³	216,68	22,00	26,14	27,09	27,01	26,11	17,77	15,54	16,08	8,04	7,32	8,04	15,54
	ж) промышленность и энергетика	м ³ /с	1,77	1,99	2,03	2,25	2,31	1,83	1,60	1,60	1,56	1,48	1,43	1,49	1,63
		млн м ³	55,83	5,33	5,26	6,03	6,19	4,74	4,29	4,14	4,18	3,97	3,49	3,99	4,22
	з) сброс в р. Егорлык	м ³ /с	3,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,57	7,87	5,01	5,23	8,28	0,02	0,00
		млн м ³	107,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,05	20,38	13,43	14,02	20,20	0,05	0,00
	и) мелкие участки от истока до границы с Краснодарским краем	м ³ /с	-0,42	-0,12	0,18	0,23	-0,04	-0,73	-0,49	-0,65	-1,03	-0,63	-0,65	-0,53	-0,60
		млн м ³	-13,25	-0,32	0,45	0,62	-0,11	-1,89	-1,31	-1,68	-2,76	-1,69	-1,59	-1,42	-1,55
4	Суммарная подача в Краснодарский край	м ³ /с	57,42	96,73	162,43	130,27	104,29	38,24	27,96	22,24	20,63	19,39	18,74	19,02	29,13
		млн м ³	1819,51	259,23	420,68	349,12	279,5	99,04	74,93	57,6	55,29	51,97	45,73	50,97	75,45

**Таблица 3 – Основные показатели водохозяйственного баланса Верхней Кубани
(до границы Краснодарского края) в год 95 %-й обеспеченности по стоку**

№ п/п	Элементы водного баланса	Ед. изм.	За год	Распределение по месяцам											
				V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
1	Сток у г.Усть-Джегута с учетом переброски Зеленчуков	м ³ /с	67,22	81,55	178,12	200,01	135,42	87,66	27,46	15,63	13,33	14,71	13,84	14,81	24,11
		млн м ³	2130,98	218,55	461,33	536,03	362,92	227,04	73,59	40,48	35,72	39,42	33,77	39,69	62,44
2	Сток в створе Невинномысска с учетом переброски Зеленчуков	м ³ /с	122,63	196,61	332,72	287,91	228,92	128,45	74,10	49,00	29,00	23,00	23,00	28,00	70,86
		млн м ³	3886,00	526,91	861,74	771,60	613,51	332,69	198,59	126,91	77,72	61,64	56,12	75,04	183,5
3	Суммарный безвозвратный отбор Верхней Кубани, всего	м ³ /с	78,60	112,86	130,05	172,69	185,37	129,31	35,83	32,32	22,55	16,53	23,96	37,94	49,85
		млн м ³	2491,12	302,46	336,82	462,80	496,78	334,92	96,02	83,70	60,42	44,29	58,45	74,87	129,1
	в том числе: а) орошение	м ³ /с	46,74	72,78	86,83	124,19	138,88	90,18	12,19	11,98	0,53	0,08	0,09	5,57	17,56
		млн м ³	1484,49	195,04	224,89	332,83	372,20	233,57	32,67	31,03	1,42	0,21	0,22	14,93	45,48
	б) рыбное хозяйство	м ³ /с	1,69	0,41	0,42	0,77	0,96	0,22	0,00	1,45	1,40	1,41	1,51	5,77	5,94
		млн м ³	53,14	1,09	1,08	2,06	2,56	0,58	0,00	3,74	3,74	3,77	3,67	15,47	15,38
	в) промышленное и коммунально-бытовое водоснабжение	м ³ /с	7,88	9,47	11,26	10,96	10,96	10,47	8,81	6,73	5,06	5,05	4,78	5,05	5,95
		млн м ³	249,13	25,37	29,16	29,37	29,37	27,12	23,61	17,43	13,56	13,53	11,66	13,53	15,42
	г) сельхозводоснабжение	м ³ /с	2,45	2,92	2,98	3,86	3,84	3,91	1,47	1,49	1,47	1,49	1,53	1,49	2,94
		млн м ³	77,37	7,83	7,72	10,34	10,29	10,13	3,94	3,86	3,94	3,99	3,73	3,99	7,61
	д) потери МК и вдхр.	м ³ /с	9,98	17,21	16,26	20,32	18,38	13,35	4,10	3,72	2,55	3,33	3,99	6,08	10,43
		млн м ³	315,94	46,12	42,11	54,46	49,26	34,58	10,99	9,63	6,83	8,92	9,74	16,29	27,01
	е) подпитка р. Калаус и сан. проточность	м ³ /с	6,85	8,21	10,09	10,11	10,08	10,08	6,63	6,00	6,00	3,00	3,00	3,00	6,00
		млн м ³	216,68	22,00	26,14	27,09	27,01	26,11	17,77	15,54	16,08	8,04	7,32	8,04	15,54
	ж) промышленность и энергетика	м ³ /с	1,77	1,99	2,03	2,25	2,31	1,83	1,60	1,60	1,56	1,48	1,43	1,49	1,63
		млн м ³	55,83	5,33	5,26	6,03	6,19	4,74	4,29	4,14	4,18	3,97	3,49	3,99	4,22
	з) сброс в р. Егорлык	м ³ /с	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	0,00	5,01	5,23	8,28	0,01	0,00
		млн м ³	51,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,07	0,00	13,43	14,02	20,20	0,03	0,00
	и) мелкие участки от истока до границы с Краснодарским краем	м ³ /с	102,62	-0,12	0,18	0,23	-0,04	-0,73	-0,49	-0,65	-1,03	-0,63	-0,65	-0,53	-0,60
		млн м ³	2173,92	-0,32	0,45	0,62	-0,11	-1,89	-1,31	-1,68	-2,76	-1,69	-1,59	-1,42	-1,55
4	Суммарная подача в Краснодарский край	м ³ /с	44,58	82,92	119,58	69,41	79,30	33,58	26,50	21,41	20,36	18,90	18,60	18,32	26,02
		млн м ³	1410,99	222,21	309,72	186,02	212,52	86,97	71,02	55,45	54,56	50,65	45,38	49,10	67,39

В таблице 4 приведены данные об использовании водных ресурсов на современном уровне в зоне Верхней Кубани по отраслям экономики и в разрезе субъектов Российской Федерации.

Водохозяйственные балансы бассейна реки Кубань на территории Краснодарского края и республики Адыгея выше и ниже Краснодарского водохранилища (с учетом отборов Верхней Кубанью) составлены ОАО "Кубаньводпроект" по календарному стоковому ряду за период 1926–2000 гг.

Расчеты выполнены с использованием компьютерных технологий на специально разработанном "Кубаньводпроект" блоке программ водохозяйственных расчетов водобалансовым способом по среднемесячным объемам водохозяйственного года. Основное уравнение водного баланса Краснодарского водохранилища имеет вид:

$$\Delta W = V - (W + S + P),$$

где ΔW – изменение объема воды в водохранилище за расчетный промежуток времени, м³;

V – объем притока воды в водохранилище, м³;

W – объем воды, сбрасываемый из водохранилища в нижний бьеф через водосбросные отверстия плотины, м³;

S – объем воды, расходуемый из верхнего бьефа водохранилища на нужды всех водопотребителей в соответствии с расчетным водопотреблением, м³;

P – объем потерь воды из водохранилища на дополнительное испарение, фильтрацию в грунт, м³.

Для начального года принято, что водохранилище должно быть наполнено до отметки НПУ. Для каждого последующего года начальный объем принят равным объему водохранилища в конце предыдущего водохозяйственного года.

Таблица 4 – Безвозвратный отбор Верхней Кубани по отраслям экономики и субъектам Российской Федерации на современном уровне, млн м³

	КЧР	Ставропольский край	Калмыкия	Ростовская область	Мелкие участки от ист. до границы с Краснодарским краем	Всего
1	2	3	4	5	6	7
Безвозвратно						
а) Нормативное водопотребление						
Орошение	36,32	1405,83	35,68	6,65		1484,48
Рыбное хозяйство	0,721	52,429				53,15
Промышленно-коммунальное водосн.	35,65	213,5				249,15
С.-х. водоснабжение		77,39				77,39
Подпитка Калауса и сан. проточн.		216,69				216,69
Пром. и энергоснабжение		55,83				55,83
Потери	14,08	300,43	1,2	0,24		315,95
Линейные потребители р. Кубань					-13,25	-13,25
Итого	86,771	2322,099	36,88	6,89	-13,25	2439,39
б) Сброс в реку Егорлык						
При обеспеченности стока 50 %		113,17				
При обеспеченности стока 75 %		107,13				
При обеспеченности стока 95 %		51,75				
Суммарный безвозвратный отбор Верхней Кубани						
При обеспеченности стока 50 %	86,771	2435,269	36,88	6,89	-13,25	2552,53
При обеспеченности стока 75 %	86,771	2429,229	36,88	6,89	-13,25	2546,49
При обеспеченности стока 95 %	86,771	2373,849	36,88	6,89	-13,25	2491,11

Расчеты выполнены с учетом сложившейся водохозяйственной обстановки и современной технической схемы регулирования стока, с соблюдением следующих исходных расчетных положений:

1) Полезная емкость Краснодарского водохранилища в расчетах принята с учетом прогноза заиления на период до 2005 г., до проведения мероприятий по увеличению пропускной способности рек Кубань и Протока, при сниженном НПУ = 32,75 м абс. в объеме 1735 млн м³.

2) Уровень мертвого объема сохранен на отметке 25,85 м абс.

3) Форсированный уровень сохранен на отметке 35,23 м абс.

4) Комплексный попуск из Краснодарского водохранилища определен с учетом используемой боковой приточности на нижележащем участке (сбросы из Шапсугского водохранилища, главного Чибийского коллектора, сток по Варнавинскому сбросному каналу) и включает в себя:

– объемы водоподачи на водоснабжение населения и производственных объектов (Краснодарской ТЭЦ), Таманского и Анапского групповых водопроводов в объемах выделенных лимитов водопользования;

– рыбонерестовые попуски на устья рек Кубань и Протока суммарным объемом 2216 млн м³ в год;

– санитарный расход в н/б Краснодарского водохранилища – 80 м³/с, который в Раздерах делится 50:50 % на устья рек Кубань и Протока и составляет по 40 м³/с. В особенно маловодные периоды допускается снижение санитарного расхода до 60 м³/с;

– объемы водоподачи для объектов рыбного хозяйства, включая опреснение лиманов, в соответствии с Техпроектом Краснодарского водохранилища по письму Минрыбхоза 1966 г., с корректировкой 1976 г. и с уточнением Департаментом биологических ресурсов, экологии и

рыбохозяйственной деятельности Краснодарского края на уровень 2010 года в год 75 %-й обеспеченности (письмо № 398 от 17.03.2006 г.) по выделенным лимитам;

– водопотребление на орошение определено расчетным путем, исходя из следующего:

а) нерисовые орошаемые площади при оросительной норме – брутто 3000 м³/га;

б) водопотребление рисовых оросительных систем (РОС) рассчитаны из условия, что насыщение риса составляет 50 % в севооборотах;

в) часть потребности в воде рисовых севооборотов удовлетворяется повторным использованием сбросных вод.

5) Регулирование стока Краснодарским водохранилищем произведено с учетом диспетчерского графика, который разработан соответственно уровню развития участников водохозяйственного комплекса в бассейне реки Кубань и строительства водохозяйственных объектов. Соблюдение диспетчерских правил обеспечивает поддержание гарантированной отдачи и снижение глубин дефицитов воды за счет заблаговременных ограничений попусков на 10 и 20 % в зонах недостаточных запасов воды, а также работу водохранилища со сниженными уровнями воды в октябре – ноябре до отметок 27,0–31,0 м абс. с целью выполнения планово-предупредительных ремонтных работ.

б) Распределение расходов воды в узле деления между рукавами Кубани и Протоки принято поровну (50 %) от подходящего к узлу расхода по всей амплитуде расходов.

В зоне Средней и Нижней Кубани водохозяйственные расчеты выполнены с целью выявления возможности удовлетворения в нормативных пределах всех участников водохозяйственного комплекса действующим распределением Кубанских водных ресурсов.

При расчетах объема притока к створу Краснодарского водохранилища для расчетов его регулирования и составления водохозяйственных балансов восстановленный сток реки Кубань за расчетный период 1926–2000 гг. уменьшен на величину отборов в зоне Верхней Кубани в объеме 2931 млн м³, а в Краснодарском крае и республике Адыгея выше Краснодарского водохранилища – в объеме 316 млн м³ год, то есть на уровне, достигнутом к 1990 г.

В зоне Средней и Нижней Кубани для выполнения водохозяйственных расчетов на территории Краснодарского края и Республики Адыгея выделены пять расчетных участков:

а) Средняя Кубань

1 – участок бассейна реки Кубань от границы со Ставропольским краем до Краснодарского водохранилища;

2 – верхний бьеф Краснодарского водохранилища;

б) Нижняя Кубань

1 – участок бассейна от Краснодарского водохранилища до Раздер (места разделения Кубани на два потока – места Тиховского гидроузла) КГУ-ТГУ;

2 – участок реки Кубань от ТГУ до устья;

3 – участок рук. Протоки от ТГУ до устья.

По каждому расчетному участку определены необходимый объем и режим водопотребления в расчетах, называемых наборами водопотребителей. Суммирование графиков водопотребления и водопользования по всем участкам дает обобщенный объем расходной части баланса и представляет собой сумму заявленных всеми водопотребителями требований на воду. Суммарное водопотребление и обязательные попуски Нижней Кубани на современном уровне составляют объем 8912 млн м³.

Водохозяйственная оценка современного использования водных ресурсов, технической схемы регулирования стока и обеспеченности комплексного водопотребления Нижней Кубани произведена по данным итоговой таблицы 5, в которую сведены результаты выполненных расчетов по 74-летнему ряду водности.

Водохозяйственные расчеты выполнены в условиях:

- уменьшения полезной емкости (за счет увеличения паводковой) Краснодарского водохранилища с целью повышения его надежности;
 - увеличения санитарного расхода до $80 \text{ м}^3/\text{с}$;
 - сохранения существующих рисовых оросительных систем, даже со снижением содержания риса в севообороте до 50 %
- и показывают наличие дефицитов объемов стока.

В водохозяйственных расчетах, согласно принятому диспетчерскому графику работы водохранилища, в перебойные годы включались годы со снижением водопотребления до 10 %, а затем – до 20 %, а также годы, когда в отдельные месяцы снижение водопотребления более 20 % учитывалось особо, как "дефицитные". Согласно данным итоговой таблицы 5, из ряда 74 лет – в течение 34 лет производилась урезка водопотребления, причем в 5 годах она превышала 20 %. В перебойные годы урезка водопотребления производилась только для потребителей, питающихся за счет попусков из Краснодарского водохранилища. Период урезок приходится в основном на август – ноябрь.

Из 74-летнего ряда восстановленного стока для водохозяйственных балансов в качестве расчетных выбраны конкретные годы с годовым стоком, близким к стоку расчетной обеспеченности. Таким образом, приходная часть данных балансов равна годовому объему стока соответствующей обеспеченности, а внутригодовое распределение стока принято по фактическому, выбранному году.

Водохозяйственные балансы в годы 50 и 75 %-й обеспеченности для всех расчетных интервалов времени (месяцев) сведены без дефицитов, и только в год 95 %-й обеспеченности в отдельные расчетные интервалы возникают дефициты воды.

Необходимо отметить, что водохозяйственные балансы в годы расчетной обеспеченности для бассейна Кубани имеют чисто иллюстративный характер, так как в зависимости от внутригодового распределения стока 3–5 рассмотренных характерных по водности лет дают разные результаты. Колебания стока внутри года и сезонная неравномерность водопотребления и водопользования обуславливают необходимость выполнения водобалансовых расчетов по календарному ряду лет.

Список литературы

1. Бахтиаров В.А. Водное хозяйство и водохозяйственные расчеты. Технологии внедрения комплекса. – Л.: Гидрометиздат, 1961.
2. Отчет НИР «Адаптация программного комплекса Маік-11 для разработки гидродинамической модели прогнозирования водохозяйственной обстановки в низовьях Кубани. – М.: НКФ «Волга» (Исполнители ВНИИГИМ), 2005.
3. Акт Маік-11 и разработанных в ее среде Комплексных моделей управления безопасностью бассейна Нижней Кубани в период прохождения высоких вод, I.XII-2005.
4. Материалы отчетов ЗАО «Кубаньводпроект».

Таблица 5 – Сводная таблица

№ п/п	Годы	Расход тах	Расход min	Емкость на конец года	Холостой сброс	Удовлетворен- ное водопотребление	Урезка	Дефицит	Сумма дефицита и урезки	Урезки	Период
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1926-1927	1735	386	1154	94	8756	156	0	156	2	
2	1927-1928	1708	610	1672	108	8912	0	0	0	0	
3	1928-1929	1445	0	1230	0	8471	441	1054	1495	17	8, 9, 10, 11, 12, 2
4	1929-1930	1139	0	0	0	8244	335	727	1395	16	8,2,4
5	1930-1931	505	0	1103	115	7876	811	2060	2871	32	5,6,7,8,9
6	1931-1932	1735	730	1735	4378	8687	0	0	0	0	
7	1932-1933	1735	719	977	1659	8763	149	0	149	2	
8	1933-1934	1735	0	1445	712	8630	282	55	337	4	9
9	1934-1935	802	0	1168	0	7887	800	192	992	11	8, 9
10	1935-1936	915	0	114	0	7949	850	1648	2498	28	7, 8, 9, 11, 12
11	1936-1937	1735	0	1710	571	8203	484	196	680	8	5, 8, 9
12	1937-1938	1735	269	1735	2103	8912	0	0	0	0	
13	1938-1939	1617	622	1082	72	8772	140	0	140	2	
14	1939-1940	1735	798	1735	5050	8799	0	0	0	0	
15	1940-1941	1735	156	1735	4083	8912	0	0	0	0	
16	1941-1942	1735	798	1735	3560	8912	0	0	0	0	
17	1942-1943	1735	501	1735	533	8912	0	0	0	0	
18	1943-1944	1735	45	1735	1213	8874	38	0	38	0	
19	1944-1945	1735	611	1386	950	8851	61	0	61	1	
20	1945-1946	1735	103	1735	2025	8912	0	0	0	0	
21	1946-1947	1735	498	1459	2032	8912	0	0	0	0	
22	1947-1948	1735	0	1735	3597	8101	586	575	1161	13	8, 9
23	1948-1949	1735	304	1626	1327	8857	55	0	55	1	
24	1949-1950	1735	581	1627	351	8911	1	0	1	0	
25	1950-1951	1139	0	256	179	8101	811	1394	2205	25	7, 8, 9

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	1951-1952	1735	0	1735	1474	8175	624	0	624	7	
27	1952-1953	1735	798	1735	4756	891128912	0	0	0	0	
28	1953-1954	1735	720	1735	3064	88938893	19	0	19	0	
29	1954-1955	1735	545	1387	824	88718871	41	0	41	0	
30	1955-1956	1735	0	1735	1951	83968396	516	279	795	9	8, 9
31	1956-1957	1735	798	1735	2862	89128912	0	0	0	0	
32	1957-1958	1735	0	1735	1682	88508829	83	211	294	3	9, 11
33	1958-1959	1735	740	1735	2066	88738912	0	0	0	0	
34	1959-1960	1735	0	1735	1028	89128850	62	44	106	1	9
35	1960-1961	1735	56	1664	2146	88568873	39	0	39	0	
36	1961-1962	1735	798	1735	3944	89128912	0	0	0	0	
37	1962-1963	1735	0	1735	2822	89128856	56	0	56	1	
38	1963-1964	1735	760	1653	2898	88278912	0	0	0	0	
39	1964-1965	1735	689	1735	1776	8858912	0	0	0	0	
40	1965-1966	1735	12	1453	1200	89128827	85	0	85	1	
41	1966-1967	1735	413	1729	1536	87648895	17	0	17	0	
42	1967-1968	1735	798	1735	4906	8912	0	0	0	0	
43	1968-1969	1735	798	971	1713	8764	148	0	148	2	
44	1969-1970	1735	0	1735	10	8180	732	1593	2325	26	7, 8, 9, 10, 11
45	1970-1971	1735	0	1548	460	8886	26	93	119	1	9
46	1971-1972	1593	0	1735	98	8599	313	114	427	5	9
47	1972-1973	1683	798	1520	2237	8912	0	0	0	0	
48	1973-1974	1735	0	1707	836	8473	326	35	361	4	9
49	1974-1975	1735	68	1735	1382	8896	16	0	16	0	
50	1975-1976	1735	0	1735	1075	8698	214	58	272	3	8, 9
51	1976-1977	1735	718	1735	1205	8911	1	0	1	0	
52	1977-1978	1735	798	1735	3222	8912	0	0	0	0	
53	1978-1979	1735	268	1735	1061	8604	308	0	308	3	

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
54	1979-1980	1735	483	1735	1141	8912	0	0	0	0	
55	1980-1981	1735	30	1735	3603	8836	76	0	76	1	
56	1981-1982	1735	779	1735	4220	8912	0	0	0	0	
57	1982-1983	1735	624	1735	2160	8912	0	0	0	0	
58	1983-1984	1311	0	1249	0	8565	347	303	650	7	8, 9, 10
59	1984-1985	1735	538	1735	1093	8799	0	0	0	0	
60	1985-1986	1414	71	1204	254	8797	115	0	115	1	
61	1986-1987	1735	0	1735	1060	8098	589	1114	1703	19	8, 9, 10, 11
62	1987-1988	1735	798	1735	4703	8912	0	0	0	0	
63	1988-1989	1735	656	1735	5914	8912	0	0	0	0	
64	1989-1990	1735	798	1735	4696	8912	0	0	0	0	
65	1990-1991	1735	0	1468	434	8779	133	161	294	3	9
66	1991-1992	1735	728	1735	1794	8912	0	0	0	0	
67	1992-1993	1735	798	1735	6435	8912	0	0	0	0	
68	1993-1994	1735	528	1735	1764	8683	0	0	0	0	
69	1994-1995	1735	0	1735	1423	8458	454	1574	2028	23	8, 9, 10, 11
70	1995-1996	1735	156	1735	3318	8912	0	0	0	0	
71	1996-1997	1735	798	1735	3323	8912	0	0	0	0	
72	1997-1998	1735	798	1735	8967	8912	0	0	0	0	
73	1998-1999	1735	0	1735	2066	8855	57	341	398	4	9, 10
74	1999-2000	1735	0	1735	4649	8912	0	0	0	0	

Число урезанных лет – 34 Дефицитных лет – 5 Процент водообеспечения – 54