

1. Общие сведения о Волжском бассейне

Река Волга (в древности Ра, в средние века – Итиль), принадлежит к бассейну Каспийского моря. Гидрографическая длина р. Волги (без учета спрямления русла водохранилищами) в связи с вековыми колебаниями уровня воды Каспийского моря изменчива и принята равной 3694 км. Волга является крупнейшей рекой Европы и шестой по длине рекой России. Основным притоком реки Волга является река Кама, водность которой в устье превышает водность реки Волга в месте слияния её с Волгой. Волга – крупнейшая в мире река внутреннего стока, то есть не впадающая в мировой океан.

Площадь бассейна Волги составляет 1 459 000 км², что составляет 40% Европейской территории России, и простирается от Валдайской и Среднерусской возвышенностей на западе до предгорий Урала на востоке и от континентального водораздела на севере до Каспийского моря на юге. Особенностью бассейна является то, что он занимает преимущественно равнинные территории и низменности, окаймленные возвышенностями. Устье реки лежит на 28 м ниже уровня моря. Общее падение составляет 256 м. По длине, площади бассейна и водности р. Волга занимает пятое место в России, уступая лишь Енисею, Лене, Оби и Амуру.

Речная система бассейна Волги включает 151 тыс. водотоков длиной более 10 км общей протяжённостью 574 тыс. км. (таблица 1). При этом суммарная площадь водосборов малых рек, где в основном формируется сток воды, составляет 45% площади всего бассейна. Река принимает около 200 притоков.

По данным Государственного водного кадастра (1967), среднегодовой сток Волги на начало 60-х годов составлял 243 км³, а по расчётным данным по расходам воды, приводимые Росгидрометом в период с 1879 по 1964 гг. среднегодовой приток составлял 255 км³. За весь период наблюдений до 2010 года годовой сток Волги, по проведённым нами расчётам на основании официальных данных Росгидромета с учётом данных энергетиков, составил 250 км³, среднегодовой расход воды в устье 7939 м³/с. Средний многолетний модуль годового стока, характеризующий водообеспеченность территории - 175000 м³/км² (72,9% от среднего по России). Густота речной сети составляет 0,42 км/км², что на 40% больше, чем в среднем по стране.

Волга является крупной речной транспортной системой, и соединена с Балтийским морем Волго-Балтийским водным путём, с Белым морем – Северодвинской

Таблица 1. Характеристика речной сети Волжского бассейна

Бассейн моря,реки.	Градация водотоков по длине, км.																		Всего	
	Самые малые				Малые				Средние						Большие					
	<10		10-25.		26-15		51-100		101-200		201-300		301-500		501-1000		>1000			
	количес во	длина	количес во	длина	количес во	длина	количес во	длина	количес во	длина	количес во	длина	количес во	длина	количес во	длина	количес во	длина	количес во	длина
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
VII. Бассейн р. Волги																				
1) бассейн р. Волги от истока до устья р. Оки	27 424	61 027	1 242	18 590	281	9 960	132	9 134	48	6 675	4	1 008	3	1 236	—	—	—	—	29 134	108 930
2) бассейн р. Оки	17 618	43 598	1 180	17 856	273	9 520	106	7 190	41	5 547	7	1 713	6	2 315	2	1 342	1	1 500	19 234	90 581
3) бассейн р. Волги от устья р. Оки до Куйбышевского водохранилища (г. Чебоксары)	17 154	35 226	769	11 318	161	5 513	54	3 711	14	1 921	5	1 305	1	436	2	1 730	—	270	18 160	61 430
4) бассейн р. Камы	69 666	143 436	3 107	45 120	614	21 454	222	14 919	68	9 478	22	5 240	10	3 776	6	3 666	3	4 549	73 718	251 638
5).бассейн р. Волги от г. Чебоксары до устья, без бассейна р. Камы	9 180	21 207	950	14 392	217	7 638	78	6 255	24	3 513	13	3 261	5	1 802	3	1 806	1	1961	10 471	61 835
Всего по бассейну р. Волги	141 042	304 494	7 248	107 276	1 546	54 085	592	41 209	195	27 134	51	12 527	25	9 565	13	8 544	5	9 580	150 717	574 414

системой и Беломорско-Балтийским каналом, с Азовским и Чёрным морями – Волго-Донским каналом. Сток Волги и ее главного притока – Камы – зарегулирован каскадом из 11 крупных водохранилищ. На широте Саратова бассейн резко суживается и от Камышина до Каспийского моря Волга течёт, не имея притоков.

Основная, водосборная часть бассейна Волги, от истоков до городов Нижнего Новгорода и Казани, расположена в лесной зоне, средняя часть бассейна до городов Самары и Саратова - в лесостепной зоне, нижняя часть - в степной зоне до Волгограда, а южнее - в полупустынной зоне.

Волгу принято делить на 3 части: Верхняя Волга (от истока до устья Оки), средняя Волга (от впадения Оки до устья Камы) и нижняя Волга (от впадения Камы до устья).

По водности Волга и Кама почти равны между собой (среднегодовые расходы их соответственно равны $3750 \text{ м}^3/\text{с}$ и $3800 \text{ м}^3/\text{с}$). По площади водосбора к месту слияния рек несколько больше Волга: 260,9 тыс. км² против 251,7 тыс. км² (размеры площадей приведены такими, какими они сложились в естественных условиях). Однако на этой территории Волга объединяет меньшее количество рек и уступает Камскому бассейну (66,5 тыс. рек против 73,7 тыс.). Средняя и абсолютная высоты Волжского бассейна меньше Камского, т. к. в бассейне Камы находятся Уральские горы. Древняя долина Камы старше долины Волги. В первую половину четвертичного периода, до эпохи максимального оледенения, Волги в современном виде не было. Существовала Кама, которая, объединяясь с Вишерой, непосредственно впадала в Каспийское море. Сток современных верховий Камы шёл на север, в Вычегду. Оледенение привело к переформированию гидрографической сети: Верхняя Волга, отдававшая раньше воду Дону (самой крупной в то время реке в пределах европейской части России), стала впадать в Каму, причем почти под прямым углом. Нижняя Волга и сегодня служит как бы естественным продолжением Камской, а не Волжской долины.

Непосредственно река Волга берёт начало на Валдайской возвышенности на высоте 229 м у с. Волго-Верховье Осташковского района Тверской области на высоте 228 м над уровнем моря, протекает по территории четырех республик и 22 областей Европейской части России. Средний уклон водной поверхности 7 см/км. Средние скорости течения изменяются от 0,7-1,8 км/час в межень до 9-11 км/час в половодье.

В 21 км выше Волгограда от Волги отделяется левый рукав - Ахтуба (длина 537 км), которая течёт параллельно основному руслу. Обширное пространство между Волгой и рекой Ахтубой, пересечённое многочисленными протоками и староречьями, называется

Волго-Ахтубинской поймой; ширина разливов в пределах этой поймы достигала прежде 20—30 км.

Дельта Волги начинается в месте отделения от её русла Ахтубы (в районе Волгограда) и насчитывает до 500 рукавов, протоков и мелких речек. Главные рукава - Бахтемир, Камызяк, Старая Волга, Болда, Бузан, Ахтуба (из них в судоходном состоянии поддерживается Бахтемир, образуя Волго-Каспийский канал).

Дельта р. Волги представляет собой пересеченную водотоками равнину в форме треугольника, резко расширяющуюся по мере приближения к Каспийскому морю. Площадь дельты около 13000 км², однако эта величина меняется в зависимости от многолетних колебаний уровня Каспийского моря. Дельта находится в среднем на 27 м ниже уровня Мирового океана и представляет собой понижающуюся и расширяющуюся к Каспийскому морю равнину, поверхность которой еще больше, чем Волго-Ахтубинская пойма, перерезана густой сетью рукавов и протоков. Протяженность дельты от вершины до моря примерно 120 км, длина береговой линии со стороны моря около 160 км, площадь около 13 тыс. км². Ширина дельты в вершине 15-17 км, по линии Астрахань- Красный Яр она достигает 50 км, вдоль морского края - 200 км.

Река Кама берет свое начало в районе удмуртского села Карпушата на высоте 331 м над уровнем моря слиянием двух ручьев - Камского Ключа и Быструшки, впадает в Камский залив Куйбышевского водохранилища. Имеет длину 1805 км и площадь водосбора 507,0 тыс. км². Среднегодовой расход воды в устье составляет 3770 м³/с, средний годовой сток за многолетний период 119 км³.

Течёт в основном Кама между возвышенностями Высокого Заволжья по широкой, местами сужающейся долине. В верховьях (от истоков до устья реки Пильвы) русло неустойчиво и извилисто, на пойме старицы. После впадения реки Вишера Кама становится многоводной рекой; берега меняются: правый остаётся низменным и носит преимущественно луговой характер, левый почти везде становится возвышенным и местами обрывистым. На этом участке много островов, встречаются мели и перекаты. Ниже впадения реки Белой у Камы высоким становится правый берег и низким левый.

В среднем течении, ниже устья р. Вишеры, р. Кама сохраняет общее южное направление и течет по широкой долине вдоль западных отрогов Уральских гор.

В низовьях Кама течёт в широкой (до 15 км) долине, ширина русла 450 - 1200 м; разбивается на рукава. Ниже устья реки Вятка Кама впадает в Камский залив Куйбышевского водохранилища (подпор от которого иногда доходит до устья реки Белой).

В бассейне реки Кама 73 718 рек, из них 94,5 % составляют мелкие реки длиной менее 10 км. Густота речной сети характеризуется коэффициентом 0,49 км/км². Основные притоки слева - Южная Кельтма, Вишера с Колвой, Чусовая с Сылвой, Белая с Уфой, Ик, Зай; справа - Коса, Обва, Вятка. Все правые притоки Камы (Коса, Уролка, Кондас, Иньва, Обва) и часть левых (Весляна, Лунья, Леман, Южная Кельтма) - это равнинные реки, текущие с севера. Горные, холодные и стремительные реки берут начало в Уральских горах и впадают в реку Кама слева (Вишера, Яйва, Косьва, Чусовая и ряд их притоков).

Полное падение реки до проектного уровня Куйбышевского водохранилища составляет 252 см, среднее падение равно 14 см/км, на Нижней Каме падение реки уменьшается до 4 см/км.

Бассейн реки Кама полностью охватывает Кировскую и Пермскую области, западные части Челябинской и Свердловской областей, полностью Республику Башкортостан и Удмурдскую Республику, а также восточную половину Татарстана. В верховьях р. Кама протекает в основном по территории Кировской области.

1.1..Рельеф бассейна р. Волга

Река Волга протекает в пределах Русской равнины. При этом возвышенности в её бассейне занимают не более 5%, а высоты не превышают 300-400 м. Исключение составляют Уфимское плато и Белебеевская возвышенность, где абсолютные высоты достигают 400 м, а на хребте Каратау высоты превышают 700 м. Самые низкие места бассейна – это верховья Волги, Мещерская, Окско-Донская и Прикаспийская низменности. Почти половина площади бассейна подвержена эрозии, что приводит к образованию оврагов различной протяженности и глубины. Процессы заболачивания охватывают не менее 15% площади бассейна. Определённую опасность для строительства представляет развитие карстовых явлений и оползневая деятельность.

1.2. Почвы и растительный покров

Почвенные условия изменяются от верховьев до низовьев Волги, преобладание подзолистых почв на севере, характерных для таёжной зоны, сменяется бурыми в южных пустынно-степных частях региона. Чернозёмные почвы, характерные для лесостепи, и каштановые почвы полупустынь, практически полностью используются в качестве пахотных земель.

Бассейн Волги охватывает несколько природных зон: южно-таёжную, широколиственных лесов, лесостепную, степную, полупустынную и пустынную, что обуславливает большое разнообразие растительности. Наибольшая лесистость отмечается

на северо-востоке, в бассейне Камы (около 80%), наименьшая в Астраханской области. В целом лесистость бассейна Волги (около 35%) несколько меньше по сравнению со средней лесистостью для территории России (около 45%). Леса представлены в основном хвойными с примесью берёзы. Сосновые леса встречаются на песчаных и супесчаных почвах практически в бассейнах всех рек. На равнинных водосборах рек Ветлуги и Вятки распространены пихтово-еловые леса. Наибольшей вырубке подвергаются хвойные леса, в связи с этим отмечается дисбаланс между хвойными и лиственными породами, что приводит к изменению химического состава почв и к развитию эрозионных процессов.

Граница распространения широколиственных лесов проходит по бассейну Оки на западе и по течению Вятки, Белой и Камы - на востоке. Широколиственные леса переходят в лесостепную зону, которая начинается от верховьев Оки, далее распространяется на Окско-Донскую низменность и затем на южный Урал. Степная растительность характерна для бассейнов рек Средней и Нижней Волги. Бассейны рек Оки и Камы составляют соответственно около 20% и 30% площади всего бассейна.

1.3. Гидротехнические сооружения в бассейне р. Волга.

В 1843 году в месте выхода Волги из озера Волго была сооружена плотина (Верхневолжский бейшлот), предназначенная для регулирования стока реки и поддержания судоходных глубин в период низкого стока. В 30-40-е годы прошлого века между городами Тверью и Рыбинском на Волге созданы Иваньковское водохранилище с плотиной и ГЭС у г. Дубна, Угличское водохранилище (ГЭС у Углича), Рыбинское водохранилище (ГЭС у Рыбинска). У Городца (выше Нижнего Новгорода) построена плотина Нижегородской ГЭС, выше которой образовано Горьковское водохранилище. У Чебоксар построена Чебоксарская ГЭС, выше плотины которой расположено Чебоксарское водохранилище. В районе города Тольятти сооружена плотина Куйбышевской ГЭС. Выше плотины простирается Куйбышевское водохранилище. В районе города Балаково возведена плотина Саратовской ГЭС. Между началом р.Ахтубы и Волгоградом построена Волжская ГЭС, выше которой простирается Волгоградское водохранилище.

В пределах бассейна реки Волга существует два каскада водохранилищ, расположенных как непосредственно на реке Волга, так и на реке Кама (таблица 1.2.).

Каскады водохранилищ на реке Волга

С учетом построенных водохранилищ, р. Волгу можно разделить на 11 участков:
-от истока до Верхневолжского гидроузла;

- от Верхневолжского гидроузла до г. Твери;
- Иваньковское водохранилище;
- Угличское водохранилище;
- Рыбинское водохранилище;
- Горьковское водохранилище;
- Чебоксарское водохранилище;
- Куйбышевское водохранилище;
- Саратовское водохранилище;
- Волгоградское водохранилище;
- от Волгоградского гидроузла до устья.

Таблица 2. Характеристика основных водохранилищ, расположенных в бассейне р. Волга

Водохранилище	Годы заполнения	Объём, км ³		Площадь зеркала, км ²	Установленная мощность ГЭС, тыс. кВт	Среднегодовая выработка электроэнергии, млрд. кВт-ч
		полный	полезный			
Верхневолжское	1845,1944	0,52	0,47	183	—	—
Иваньковское	1937	1,12	0,81	327	30	0,11
Угличское	1939— 1943	1,25	0,81	249	110	0,25
Рыбинское	1940— 1949	25,42	16,67	4550	330	1,05
Горьковское	1955— 1957	8,82	3,90	1591	520	1,40
Чебоксарское *	1981	4,60/12,60	0/5,40	1080/2170	1404 **	3,34 **
Куйбышевское	1955— 1957	57,30	33,90	6150	2300	10,26
Саратовское	1967— 1968	12,87	1,75	1830	1290	5,33
Волгоградское	1958— 1960	31,45	8,25	3117	2530	10,18
Камское	1954— 1956	12,920	9,80	1915	504	1,71
Воткинское	1961— 1964	9,40	3,70	1065	1000	2,25
Нижнекамское *	1978	2,80/13,80	0/4,60	1000/2570	1080 **	2,80 **
Итого		168/187	80/90	23060/25720	11098	39.68
* В числителе - при современном подпорном уровне, в знаменателе - при проектном уровне. ** При проектном уровне.						

Верхневолжское водохранилище служит для сезонного регулирования стока в верховьях р. Волги с целью водоснабжения и поддержания судоходства в межень. В створе плотины площадь водосбора составляет 3,5 тыс. км², среднемноголетний сток 0,950 км³ в год, в том числе весеннего половодья 0,445 км³. Отметка нормального подпорного уровня составляет 206,5 м, форсированного уровня водохранилища в половодье с вероятностью превышения 0,1% равна 207,5м.

Таблица 3. Основные характеристики Верхневолжского водохранилища

Параметры	При НПУ	При УМО
Отметка уровня воды, м	206,50	203,00
Площадь зеркала воды, км ²	183,00	56,00
Объем, км ³	0,466	0,058
Длина, км	92,50	-
Максимальная ширина, км	4,40	-
Максимальная глубина, м	16,10	12,6

Даты ледостава на водохранилище: ранняя - 26 октября, поздняя - 3 января. Даты очищения водохранилища ото льда: ранняя - 5 марта, поздняя - 15 мая. Свои притоки р. Волга начинает принимать за бейшлотом. Первый из них - Селижаровка вытекает из большого озера Селигер. Затем идут Вазуза и Тверца, с которой начинается Вышневолоцкая система.

Иваньковское водохранилище (Московское море) расположено в Тверской и Московской областях и образовано Иваньковским гидроузлом, являющимся головным сооружением канала имени Москвы. Его основные водопользователи: энергетика, водный транспорт, водоснабжение и рыбное хозяйство. Регулирование стока из водохранилища сезонное. Иваньковский гидроузел введен в эксплуатацию в 1937 г. В состав гидроузла входят ГЭС установленной мощностью 30 тыс. кВт и однокамерный судоходный шлюз (шлюз №1 канала им. Москвы) с полезными размерами камеры 290 х 30 м. Навигационный период с 24 апреля по 10 ноября.

Перед тем как наполнить Иваньковское водохранилище с его будущего дна пришлось перенести много деревень и сел и даже целый город Корчев с четырехтысячным населением.

В створе гидроузла площадь водосбора равна 40,57 тыс. км², среднемноголетний сток 9,63 км³ в год, в том числе сток весеннего половодья 4,71 км³. Отметка низкого навигационного уровня водохранилища равна 121,7 м, отметка форсированного уровня 124,2 м.

Таблица 4. Основные характеристики Иваньковского водохранилища

Параметры	При НПУ	При УМО
Отметка уровня воды, м	124,00	119,50
Площадь зеркала воды, км ²	327,00	83,5
Объем, км ³	1,12	0,81
Длина, км	120,00	-
Максимальная ширина, км	4,00	-
Максимальная глубина, м	18,00	13,5

При нормальном подпорном уровне водохранилище простирается по р. Волге на 80 км выше плотины, по р. Шоше - на 40 км от ее устья, а по р. Созь и ее притоку Сосце подпор распространяется на 15 км вверх от устья. Сработка водохранилища в период навигации допускается до отметки 121,7 м. Зимняя предполоводная сработка водохранилища производится до отметки 118,0 м, а при прогнозе маловодного половодья - до 120 - 121 м. Режим минимальных попусков через гидроузел не регламентирован. Даты ледостава на водохранилище: ранняя - 6 - 7 ноября, поздняя - 4 декабря. Даты очищения водохранилища ото льда: ранняя - 10 апреля, поздняя - 7 мая.

Регулирование Иваньковского водохранилища осуществляется в соответствии с "Основными положениями правил использования водных ресурсов Иваньковского водохранилища на р. Волге", утвержденными 28 июня 1962 г. Госводхозом РСФСР.

Угличское водохранилище образовано водоподпорными сооружениями Угличского гидроузла и расположено в Тверской и Ярославской областях между Иваньковским и Рыбинским гидроузлами. Его основные водопользователи: энергетика, водный транспорт, водоснабжение и рыбное хозяйство. Регулирование стока из водохранилища сезонное. Угличский гидроузел введен в эксплуатацию в 1941 г. В состав гидроузла входят бетонная водосбросная плотина, земляная плотина, ГЭС установленной мощностью 110 тыс. кВт и однокамерный судоходный шлюз с полезными размерами камеры 290х30 м. Навигационный период с 24 апреля по 10 ноября.

Водохранилище почти на всем протяжении заключено в узкой речной долине р. Волги. Наибольшую ширину (до 5 км) водохранилище имеет на участках устьев притоков Нерли, Жабни и Пукши, а также несколько выше гидроузла. В створе гидроузла площадь водосбора составляет 60,04 тыс. км², среднегогодежный сток 13,59 км³ в год, в том числе сток весеннего половодья 6,2 км³. Отметка уровня навигационной сработки водохранилища равна 111,0 м, фактически же водохранилище срабатывается до отметки 110,5 - 110,6 м, а в маловодные годы до отметки 112,0 м.

Таблица 5. Основные характеристики Угличского водохранилища

Параметры	При НПУ	При УМО
Отметка уровня воды, м	113,00	107,50
Площадь зеркала воды, км ²	249,0	90,0
Объем, км ³	1,2	0,436
Длина, км	143	-
Максимальная ширина, м	5,0	-
Максимальная глубина, м	23,2	-

Регулирование режимов работы водохранилища осуществляется в соответствии с «Основными положениями правил использования водных ресурсов водохранилища Угличской ГЭС на р. Волге», утвержденными 28 июня 1962 г. Госводхозом РСФСР.

Рыбинское водохранилище образовано водоподпорными сооружениями Рыбинского гидроузла. Водохранилище расположено в Тверской, Вологодской и Ярославской областях. Его основными водопользователями являются: энергетика, водный транспорт и водоснабжение.

Рыбинский гидроузел введен в эксплуатацию в 1941г. и состоит из двух групп сооружений, находящихся на расстоянии 10 км одна от другой. Одна группа гидротехнических сооружений расположена в устьевой части р. Шексны и включает в себя гидроэлектростанцию установленной мощностью 330 тыс. кВт, земляную русловую плотину и сопрягающие дамбы. Вторая группа сооружений гидроузла расположена на р. Волге в 8 км выше устья р.

Шексны и включает в себя правобережную пойменную земляную дамбу, бетонную водосливную плотину и двухниточный однокамерный шлюз с полезными размерами камеры шлюза 290х30 м. Навигационный период с 25 апреля по 17 ноября.

Нормальный напор на гидроузле 18,4 м. Рыбинское водохранилище является одним из крупнейших в России. По объему оно уступает лишь Куйбышевскому и Братскому водохранилищам.

Таблица 6. Основные характеристики Рыбинского водохранилища

Параметры	При НПУ	При УМО
Отметка уровня воды, м	102,00	97,10
Площадь зеркала воды, км ²	4550,00	2385,00
Объем, км ³	25,40	8,75
Длина, км	112,00	-
Максимальная ширина, м	56,00	-
Максимальная глубина, м	30,40	25,50

Его полезный объем, составляющий $16,6 \text{ км}^3$, позволяет осуществлять годовое, недельное и суточное регулирование стока. Рыбинское водохранилище используется также для уменьшения максимальных сбросных расходов воды в нижний бьеф гидроузла при прохождении высоких половодий, для поддержания в надлежащем санитарном состоянии нижнего бьефа гидроузла, для нужд сельского хозяйства и для создания зон отдыха. Из Рыбинского водохранилища берет начало Волго - Балтийский водный путь, по которому могут проходить крупнотоннажные суда из Каспийского, Азовского и Черного морей в Балтийское и Белое моря.

Подпор водохранилища распространяется от г. Рыбинска по р. Волге до Угличского гидроузла, по р. Шексне - до Череповецкого гидроузла и по р. Мологе - до п. Попчиха. Отметка уровня навигационной сработки водохранилища - 99,5 м. Отметка предполоводной сработки при прогнозе многоводных и средних половодий - 98,0 м, а при прогнозе маловодных половодий - 99,0 - 100,0 м. Минимальный допустимый уровень в зимний период (УМО) - 97,1 м.

Отметка форсированного уровня при половодье с вероятностью превышения 0,01% - 104,0 м, вероятностью превышения 0,1% - 103,4 м, вероятностью превышения 1% - 102,6 м. В период весеннего половодья Рыбинское водохранилище должно наполняться до максимально возможной отметки.

Даты ледостава на водохранилище: ранняя - 22 октября, поздняя - 5 декабря. Даты очищения водохранилища ото льда: ранняя - 21 апреля, поздняя - 17 мая. Регулирование режимов работы Рыбинского водохранилища осуществляется в соответствии с "Основными правилами использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилищ на р. Волге", утвержденными Министерством мелиорации и водного хозяйства РСФСР 11 ноября 1983г.

Горьковское водохранилище образовано водоподпорными сооружениями Городецкого гидроузла, расположенного выше Нижнего Новгорода. Водохранилище расположено в Ярославской, Костромской, Ивановской и Нижегородской областях. Его основными водопользователями являются: энергетика, водный транспорт, водоснабжение и рыбное хозяйство. Горьковский гидроузел введен в эксплуатацию в 1955 году и включает в себя ГЭС установленной мощностью 520 тыс. кВт и два двухниточных однокамерных шлюза с полезными размерами камер 290×30 м, разделенными разъездным бьефом длиной 1,9 км. Навигационный период с 25 апреля по 19 ноября.

Напор на гидроузле при НПУ 15 м. Отметка уровня навигационной сработки 83,6 м. Минимальный допустимый предполоводный уровень 81,0 м.

Таблица 7. Основные характеристики Горьковского водохранилища

Параметры	При НПУ	При УМО
Отметка уровня воды, м	84,00	82,00
Площадь зеркала воды, км ²	1591,00	1223,00
Объем, км ³	8,80	6,00
Длина, км	430,00	-
Максимальная ширина, м	14,0	-
Максимальная глубина, м	22,00	20,00

Отметка форсированного уровня в половодье с вероятностью превышения 0,01% равна 85,5 м. Расчетный минимальный навигационный уровень в нижнем бьефе гидроузла, предусмотренный "Основными правилами" равен 67,25 м, а зимний - 66,30 м. Полезный объем Горьковского водохранилища составляет всего 2,8 км³, поэтому возможно осуществлять только недельное и суточное регулирование стока.

Нормальный режим попусков воды в нижний бьеф гидроузла при 90% обеспеченности 1100 м³/с, гарантированный с обеспеченностью около 100% - 850 м³/с. В интересах водного транспорта в начальный период навигации через Горьковский гидроузел могут сбрасываться расходы 1500 - 2500 м³/с.

По гидрологическому режиму водохранилище делится на речной, озерно-речной и озерный участки. Речной участок - от Рыбинского гидроузла до села Некрасовское.

Протяженность 138 км, ширина 0,6-1,0 км, глубины 4,0-9,5 м. Правый берег здесь высокий, местами обрывистый, изрезанный оврагами. Левый берег сравнительно низкий, преимущественно пойменный. Озерно-речной участок - от села Некрасовское до устья р. Елнать. Длина участка равна 194 км, ширина – 3-3,5 км, глубины - 4,5-17 м. До г. Кострома оба берега низкие, левый берег на большом протяжении обвалован и укреплен. Ниже г. Костромы берега высокие, изрезаны оврагами, покрыты лесом, кустарником и лугами.

На берегах много населенных пунктов. Озёрный участок от устья р. Елнать до Горьковского гидроузла. Протяженность участка 97 км, ширина 3-14 км, глубина 4,5-22 м. На всем протяжении озёрного участка водохранилища правый берег высокий, местами обрывистый. Левый берег преимущественно низкий и пологий. У города Юрьевец, селений Сокольское и Катунки, а также у Чкаловска наблюдается разрушение берега.

Даты ледостава на водохранилище: ранняя - 7 ноября, поздняя - 6 декабря. Даты очищения водохранилища ото льда: ранняя - 18 апреля, поздняя - 7 мая.

Чебоксарское водохранилище образовано в 1980 г. водоподпорными сооружениями Чебоксарского гидроузла, расположенного ниже г. Чебоксары. Водохранилище расположено на территориях республик Чувашия, Марий-Эл и

Нижегородской области. Его основными водопользователями являются: энергетика, водный транспорт, водоснабжение и рыбное хозяйство. В состав гидроузла входят ГЭС установленной мощностью 1370 тыс. кВт и двухниточный однокамерный шлюз с полезными размерами камер 290х30 м. Проектный напор на гидроузле 15 м. Навигационный период с 25 апреля по 20 ноября.

В настоящее время гидроузел эксплуатируется при промежуточной отметке 63,0 м. Длина водохранилища при этой отметке 263 км, максимальная ширина - 13 км. В подпоре водохранилища при промежуточном наполнении находятся р. Сура до 120 км и р. Ветлуга до 113 км

Отметки уровней на водохранилище в течение навигации стабильные, навигационной сработки не предусматривается. В период весеннего половодья допускается повышение уровня воды у плотины до отметки 63,75 м с последующей сработкой до НПУ.

Регулирование Чебоксарского водохранилища суточное и недельное. Скорость течения в водохранилище зависит от режима пуска через Горьковскую и Чебоксарскую ГЭС. В районе пос. Октябрьский - с. Просек она составляет 2,1 - 5,3 км/час, у с. Юркино - Чебоксарский гидроузел 0,2 - 2,8 км/час. При ветрах северного и северо-восточного направлений на нижнем, наиболее широком участке водохранилища высота волн может достигать 1 м.

Таблица 8. Основные характеристики Чебоксарского водохранилища

Параметры	При НПУ	При УМО
Отметка уровня воды, м	63,0	63,0
Площадь зеркала воды, км ²	2190,0	-
Объем, км ³	4,6	0,0
Длина, км	263,0	-
Максимальная ширина, м	13,0	-
Максимальная глубина, м	35,0	-

Ледостав наступает, в среднем, в третьей декаде ноября. С 1 по 5 декабря, при увеличении пусков ГЭС свыше 1,5-2 тыс. м³/с может происходить искусственный ледоход с образованием заторов. В результате ненаполнения Чебоксарского водохранилища до проектной отметки 68,0 м Чебоксарский гидроузел не завершён строительством и не принят в постоянную эксплуатацию в течение 30 лет.

Водохранилище работает при пониженных энергетических параметрах с незавершенной инженерной защитой земель и населенных пунктов. Подпор водохранилища не доходит до створа Нижегородской ГЭС и участок р. Волги от Горьковского гидроузла до пос. Октябрьский находится в неподпертом состоянии. Кроме

того, за 55 лет с момента ввода в эксплуатацию Горьковского гидроузла в нижнем бьефе произошла просадка уровней воды, составляющая более 1 м на верхней границе участка и около 0,7 м в средней его части (Балахна). В результате даже при проектных среднесуточных расходах 1100 м³/с и типовом графике суточного регулирования расходов в нижнем бьефе Горьковского гидроузла глубина 350 см обеспечивается в течение суток не более 2-3 часов. Движение судов и составов на этом участке осуществляется с учетом прохождения волны попуска.

Каскады водохранилищ на реке Кама

Камское водохранилище расположено в Пермской области. Оно образовано в 1954 г. в результате перекрытия р. Камы плотиной Камского гидроузла в районе города Пермь. Основные водопользователи: энергетика, водный транспорт, водоснабжение и рыбное хозяйство. Камский гидроузел является первым гидроузлом, возведенным на р. Каме. В его состав входят железобетонная плотина, земляная плотина, состоящая из русловой и пойменной частей, ГЭС установленной мощностью 483 тыс. кВт и двухниточный шестикамерный шлюз. Навигационный период с 05 мая по 01 ноября.

Протяженность Камского водохранилища от п. Керчевский до створа гидроузла 274 км, ширина - от 0,2 до 30 км. Камское водохранилище осуществляет сезонное регулирование стока. В подпоре от Камского гидроузла находятся притоки р. Камы: Яйва, Кондас, Косьва, Иньва, Обва, Чусовая, а также приток р. Чусовой - р. Сылва.

Объем Камского водохранилища составляет лишь пятую часть от стока р. Камы у створа плотины, что гарантирует наполнение водохранилища в любой по водности год.

Питание водохранилища в основном снеговое - 82%. Дождевое и грунтовое питание составляют соответственно 4 и 14%. Весеннее наполнение водохранилища начинается в среднем 18 апреля. В начале обеспечивается наполнение Камского водохранилища до отметки 104,0 м, затем Воткинского водохранилища до отметки 86,0 м. После этого наполнение водохранилищ осуществляется параллельно с некоторым опережением наполнения Воткинского водохранилища. Суточная интенсивность подъема уровня в диапазоне отметок 104,0 - 108,0 не должна превышать 0,4 - 0,5 м/сут, далее она уменьшается до 0,2 - 0,25 м/сут.

Таблица 9. Основные характеристики Камского водохранилища

Параметры	При НПУ	При УМО
Отметка уровня воды, м	108,50	100,00
Площадь зеркала воды, км ²	1915,00	650,00
Объем, км ³	12,20	3,00
Длина, км	350,00	-

Максимальная ширина, км	30,00	-
Максимальная глубина, м	30,00	21,50

Наполнение водохранилища до нормального подпорного уровня (НПУ) заканчивается в конце мая - начале июня, накопленный объем воды сбрасывается полностью или частично в течение года. Величина сброски водохранилища в меженный период зависит от величины навигационной приточности и потребностей водопользователей. При наличии дождевых паводков Камское водохранилище в течение навигации сбрасывается медленно и отметки водохранилища колеблются между 108,0 м - 108,5 м.

Нормальная зимняя сброска водохранилища в период с декабря по апрель составляет 7,5 м ниже НПУ. В исключительных случаях допускается сброска до 8,5 м. Об этом заблаговременно предупреждаются все заинтересованные организации. При сильных устойчивых ветрах на озеровидном участке Камского водохранилища наблюдаются сгонно-нагонные явления. В большинстве случаев они не превышают 10 см.

Скорости течения в приплотинной части водохранилища не высоки, как правило, не превышают 0,7 км/час. В верховьях реки, например у г. Березники, они могут достигать 7,3 км/час, в период летней межени - 3 км/час.

Вскрытие водохранилища начинается с его верхней части в среднем в конце второй - начале третьей декады апреля. Осеннее ледообразование в среднем начинается в конце третьей декады октября и завершается в начале второй декады ноября непосредственно на приплотинном участке водохранилища. Средняя продолжительность ледостава на водохранилище составляет 154 - 177 дней. Наибольшая толщина льда достигает 108 см.

Воткинское водохранилище расположено на границе Удмуртской Республики и Пермской области. Оно образовано в 1961 году в результате перекрытия р. Камы плотиной Воткинского гидроузла в районе г. Чайковский.

Воткинский гидроузел с напором 23 м стал вторым гидроузлом, возведенным на р. Каме. Он построен на 360 км ниже Пермского и на 278 км выше Нижнекамского гидроузлов, ниже устья р. Сайгатки. В состав гидроузла входят ГЭС установленной мощностью 1020 тыс. кВт и однокамерный двухниточный судоходный шлюз с полезными размерами камер 285,2 x 30 м. Навигационный период с 30 апреля по 03 ноября.

В створе гидроузла площадь водосбора равна 181,5 тыс. км². Среднегодовой сток 53,73 км³ в год, в том числе сток весеннего половодья 33,60 км³.

Таблица 10. Основные характеристики Воткинского водохранилища

Параметры	При НПУ	При УМО
-----------	---------	---------

Отметка уровня воды, м	89,00	85,00
Площадь зеркала воды, км ²	1120,00	800,00
Объем, км ³	9,36	5,66
Длина, км	360,00	-
Максимальная ширина, км	10,0	-
Максимальная глубина, м	28,00	24,00

Регулирование стока сезонное. В подпоре от Воткинского гидроузла находятся притоки Камы: Нытва, Тулва и Сайгатка.

Отметка уровня навигационной сработки водохранилища - 87,00 м. Отметка форсированного уровня обеспеченностью 0,01% - 90,00 м.

Воткинское водохранилище, вследствие небольшого полезного объема, осуществляет сезонное регулирование стока. Так как боковая приточность к водохранилищу очень мала, его наполнение до проектных отметок в первую очередь зависит от поступления воды через Камскую ГЭС. Камское водохранилище играет регулируемую роль по отношению к Воткинскому водохранилищу и своими сбросными расходами обеспечивает уровень, необходимый для нормальной работы Воткинской ГЭС.

В годовом ходе уровня Воткинского водохранилища выделяются те же фазы, что и на Камском. Весеннее наполнение водохранилища происходит почти одновременно с Камским. Оно начинается в апреле и заканчивается в конце мая - начале июня. Суточная интенсивность подъема уровня в диапазоне отметок 85,0 - 88,0 м не может превышать 0,4 - 0,5 м/сут, а в диапазоне 88,0 - 89,0 м не может быть более 0,20 - 0,25 м/сут. К концу навигации в маловодные годы водохранилище может быть сработано до проектного уровня - на 2 м ниже НПУ, а в исключительных случаях - до 3 м.

По характеру режима уровней на Воткинском водохранилище выделяются два участка: участок с малыми уклонами водной поверхности - от плотины Воткинской ГЭС до г. Оса и участок выклинивания подпора от г. Оса до плотины Камской ГЭС, характеризующийся плавно нарастающим вверх по течению и переменным во времени уклоном водной поверхности.

Скорости течения на водохранилище увеличиваются по мере продвижения вверх от створа Воткинского гидроузла. Величина скорости зависит от расхода воды через Камскую ГЭС, проточности Воткинского водохранилища, скорости и направления ветра, времени суток и др.

Отсутствие резких изменений морфометрических характеристик по длине водохранилища обуславливает плавное изменение скоростей течения.

Для режима скоростей характерно возрастание их во время весеннего наполнения водохранилища с последующим их уменьшением в период его сработки, когда сокращаются сбросные расходы через плотины водохранилищ. Максимальные скорости, зарегистрированные в нижнем бьефе Камской ГЭС, достигают 7,3 м/с, в период межени - 2 м/с.

Осенние ледовые явления на Воткинском водохранилище начинаются в конце первой - начале второй декады ноября. В этот период появляются забереги, сало, шуга и затем в течение 7 - 12 дней устанавливается ледостав. Особенностью ледового режима Воткинского водохранилища являются: незамерзающая полынья на верхнем участке зоны суточного регулирования расходов воды через Камскую ГЭС (Камская ГЭС - Краснокамск), ее размеры колеблются от 1 до 60 км и зависят от сбросных расходов, температуры воздуха, уровня воды и т. д.; незамерзающая полынья на участке верхнего бьефа Воткинского гидроузла, примыкающего непосредственно к плотине, где имеется неустойчивый режим уровней воды и постоянный приток тепла из глубинных слоев водохранилища.

Ниже зоны влияния суточного и недельного регулирования Камской ГЭС осенние ледовые явления развиваются от северных участков водохранилища к плотине Воткинской ГЭС.

Ледостав наблюдается в основном во второй декаде ноября при крайних значениях: раннее - 29 октября, позднее - 2 декабря. Продолжительность ледостава колеблется от 105 до 164 дней. Наибольшая толщина льда за период ледостава колеблется от 58 до 108 см.

Весеннее разрушение льда на водохранилище начинается с участка от Камской ГЭС до г. Оса. Среднее время очищения ото льда находится в диапазоне от 19 апреля до 4 мая. Полностью Воткинское водохранилище очищается ото льда на 3 - 5 дней раньше Камского, а замерзает на 8 -12 дней позднее, в результате длительность ледостава на Воткинском водохранилище на 10 - 17 дней меньше чем на Камском.

Нижнекамское водохранилище расположено на территориях республик Татарстан, Удмуртия и Башкортостан. Оно введено во временную эксплуатацию в 1979 г. после перекрытия р. Камы в районе г. Набережные Челны плотиной Нижнекамского гидроузла. В своем составе гидроузел имеет бетонную водосливную плотину, земляные плотины, ГЭС установленной мощностью 1205 тыс. кВт и однокамерный двухниточный

судоходный шлюз с полезными размерами камер 288 х 30 м. Навигационный период с 25 апреля по 10 ноября.

Гидроузел эксплуатируется при промежуточной отметке водохранилища 62,0 м, являющейся одновременно отметкой НПУ и проектного уровня. Напор на гидроузел составляет 12 м. Зона выклинивания водохранилища имеет протяженность 213 км и распространяется до порта Сарапул. Ширина водохранилища изменяется от 0,5 до 16 км. В подпоре от Нижнекамского гидроузла находятся притоки Камы: реки Буй, Белая, Иж, Ик и Челна. Расчетная отметка форсированного подпорного уровня в половодье с вероятностью превышения 1% установлена 65,9 м.

Нижнекамское водохранилище в период временной эксплуатации (НПУ 62,00 м) осуществляет только суточное регулирование стока, так как его уровни круглогодично поддерживаются около отметки 62,00 м.

В Нижнекамское водохранилище поступает сток, зарегулированный вышележащими Камским, Воткинским и Павловским водохранилищами, а также естественная боковая приточность с площади водосбора ниже створов Воткинского и Павловского гидроузлов. Уровни воды в течение года не опускаются ниже отметки 61,5 м (зимний период). Скорости течения на водохранилище в связи со сравнительно небольшой величиной подпора выше, чем на Камском и Воткинском водохранилищах.

Таблица 11. Основные характеристики Нижнекамского водохранилища

Параметры	При НПУ	При УМО
Отметка уровня воды, м	62,00	-
Площадь зеркала воды, км ²	1000,00	-
Объем, км ³	2,80	-
Длина, км	185,00	-
Максимальная ширина, км	16,0	-
Максимальная глубина, м	23,00	-

Так как затопление поймы небольшое, основной поток воды сосредоточен в старом русле р. Камы. Поэтому распределение скоростей течения соответствует русловому типу водохранилищ с явным преобладанием стокового течения, величины которого могут достигать 5 км/час в половодье и 2,5 - 3 км/час в межень. Скорость течения на водохранилище увеличивается по мере продвижения вверх от створа Нижнекамской ГЭС. Ее величина зависит от расхода воды через Воткинскую ГЭС и боковой приточности от р. Белой, от скорости и направления ветра, времени суток и т. д. При сильных ветрах на водохранилище развивается большое волнение.

2. Гидрологический режим бассейна реки Волги

2.1. Гидрологическая характеристика бассейна реки Волга

Большинство рек бассейна Волги относятся к рекам с преимущественно снеговым питанием. Формирование более 60% годового стока Волги и рек ее бассейна осуществляется за счет таяния снега, накопленного в холодный период года, т.е. за счет снегового питания. Грунтовое питание в общем объеме стока здесь составляет около 30% и дождевое – 10%.

Гидрологический режим Волги характеризуется весенним половодьем (апрель — июнь), малой водностью в период летней и зимней межени и осенними дождевыми паводками (октябрь). Годовые колебания уровня Волги до ее зарегулирования достигали у Твери 11 м, ниже Камского устья – 15-17 м и у Астрахани - 3 м. С постройкой водохранилищ сток Волги зарегулирован, колебания уровня резко уменьшились. Среднегодовой расход воды у Верхневолжского бейшлота был 29 м³/сек, у города Твери — 182, у города Ярославля — 1 110, у города Нижнего Новгорода — 2 970, у города Самары — 7 720, у города Волгограда — 8 060 м³/сек. Ниже Волгограда река теряет около 2 % своего расхода на испарение. Максимальные расходы воды в период половодья в прошлом ниже впадения Камы достигали 67 000 м³/сек, а у Волгограда в результате разлива по пойме не превышали 52 000 м³/сек. В связи с регулированием стока максимальные расходы половодья резко снизились, а летние и зимние меженные расходы сильно повысились.

Водный баланс бассейна Волги до Волгограда (по данным Росгидромета) в среднем за многолетний период составляет: осадки 662 мм, или 900 км³ в год, речной сток 187 мм, или 254 км³ в год, испарение 475 мм, или 646 км³ в год.

Наибольшая годовая амплитуда уровня воды на р. Волге (г. Астрахань) составляет 4,45 м, а на Волго-Каспийском канале в 137 км ниже Астрахани – 1,14 м. В меженный период уровни практически стабильные, зависимость от режима работы Волгоградской ГЭС незначительная. В среднем же амплитуда уровней на канале находится в пределах 0,5-0,7 м.

Ледостав в дельте реки неустойчивый. По среднемноголетним данным ледостав на реке наступает 14-15 декабря. Очистение ото льда происходит в период с 25 марта - 9 апреля. В отдельные годы зимнего ледостава на нижнем участке не бывает совсем.

Особенностью зимнего режима водотоков дельты являются частые нарушения ледостава, которые обычно наблюдаются в начале зимы. Подвижек льда перед вскрытием не происходит.

От ледового покрова р. Волга свободна в районе г. Волгограда в среднем 224 суток в районе г. Астрахани - 260 суток. При высоких весенних половодьях уровень воды в районе г. Волгограда повышается на 8 - 9 м, в районе г. Астрахань на 5 - 5,5 м. Продолжительность половодья 1,5-2 месяца, с середины апреля до июня.

Спад половодья, как правило, происходит довольно резко, в течение 10-12 дней и лишь в отдельные многоводные годы длится до 20, а иногда и более суток. Интенсивность спада определяется величиной сбросов воды через Волгоградский гидроузел, достигающих весной 30 тыс. м³/с и снижающихся в межень до 4 тыс. м³/с.

В меженный период суточные колебания уровней воды в нижнем бьефе гидроузла достигают 2 м и распространяются вниз по р. Волге от гидроузла примерно на 75 км. Скорости течения воды на участке Волгоград – Копановка изменяются от 3,5 до 6 км/час, а на участке Копановка - Астрахань от 1,8 до 4,1 км/час.

Доля снегового питания в годовом стоке реки Камы от верховья к устью увеличивается от 56 до 60%, дождевых вод уменьшается с 20 до 10%, а доля грунтовых вод увеличивается с 24 до 30%. Основная часть стока Камы приходится на весеннее половодье. За весеннее половодье (март - июнь) проходит более 62,6 % годового стока, летом и осенью - 28,3 %, зимой - 9,1 %.. Средний расход у Камской ГЭС 1630 кубм/сек, у Воткинской ГЭС около 1750 кубм/сек, в устье около 3500 кубм/сек, наибольший около 27 500 кубм/сек. Замерзание Волги сопровождается обильным образованием внутриводного льда и ледоходом от 10 до 20 суток. Ледостав с начала ноября в верховьях и конца ноября в низовьях до апреля. Весенний ледоход от 2 - 3 до 10 - 15 суток. Создание водохранилищ улучшило судоходные условия. Кама судоходна до посёлка Керчевский (966 км) - крупнейшего сплоточного рейда, а в высокую воду - ещё на 600 км. Судоходные глубины на нижней Каме поддерживаются дноуглубительными работами.

Водный режим на разных участках р. Камы имеет свои особенности. Размах колебаний уровня воды до 8 м в верховьях и 7 м в низовьях. В верховье (выше устья р. Вишеры) р. Кама представляет собой равнинную реку. В начале мая здесь происходит быстрый и высокий на 5-7 м подъем уровня воды, с наступлением наиболее высоких уровней в среднем 6 мая в верхней части данного участка и 11 мая – в нижней. Происходящий затем медленный спад уровней воды завершается обычно в середине июня, а после этого устанавливается сравнительно устойчивая межень. Наиболее низкие уровни воды на этом участке реки чаще всего наступают 17-18 августа. В сентябре-октябре почти ежегодно бывают дождевые паводки с подъемом уровней воды над меженью до 2 м. Быстрый предледоставный спад уровней воды приводит далее к обычно минимальным годовым уровням.

Зимние уровни воды держатся несколько выше летних меженных. В районе устья р. Вишеры водный режим устанавливается преимущественно под влиянием регулирования стока Камским водохранилищем. Весеннее половодье здесь часто состоит из двух волн, одна из которых является следствием половодья на р. Каме, а другая - на р. Вишере. При совпадении этих волн происходят наибольшие подъемы весенних уровней воды. Половодье на этом участке растягивается обычно до второй половины июня при наступлении высших уровней воды во второй декаде мая. Летняя межень здесь нарушается дождевыми паводками, поступающими из бассейна р. Вишеры.

Ледовые образования на верхнем участке р. Камы появляются 29-30 октября. Замерзание реки обычно бывает затяжным и сопровождается на ее свободных участках обильным образованием внутриводного льда и шуги. Осенний ледоход в верховье продолжается в среднем 10 дней, а ниже Воткинского гидроузла - до 17 дней. Весенний ледоход на свободных участках р. Камы обычно проходит спокойно, за исключением участков крутых колен в верхнем течении реки.

Анализ современного стока реки Волги, выполненного на основе данных о суммарном притоке воды в водохранилища Волжско-Камского каскада за период с 1981 по 2010 гг. (таблица 12.), показывает, что средний годовой приток воды в водохранилища за этот период составил 277 км^3 . Приток в водохранилища Волжско-Камского каскада с 1981 по 2010 гг. был больше на 34 км^3 , чем весь сток Волги до строительства нижнего каскада ГЭС. При этом наиболее многоводным оказался 1990 год, когда суммарный приток за год составил 373 км^3 и превысил среднее его значение на 34,6%. Самым маловодным оказался 1996 год, когда за год в каскад водохранилищ поступило лишь 198 км^3 воды, что 28,5 % меньше обычного. В отдельные годы такой объем воды в каскад поступает в течение лишь одного второго квартала (1981, 1994, 2001 гг.).

На рисунке 1 приведён график стока Волги у Волгограда за весь период наблюдения с 1879 года. Как следует из графика максимальные расходы воды у Волгограда отмечались в 1926 году – 391 км^3 (есть мнение, что эти данные носят очень приблизительный, оценочный характер), а минимальные расходы в 1910 и 1937 гг. – 158 км^3 .

Между суммарным притоком в водохранилища за год и стоком за второй квартал имеется довольно тесная связь (рисунок 2), характеризующаяся коэффициентом корреляции 0,81.

В таблице 13. приведён сравнительный анализ притока воды в Волжско-Камский каскад и сброса воды через Волжскую ГЭС в период с 1981 по 2010 гг. Как следует из

Таблица 12. Фактический суммарный приток воды (в км³) в Волжско-Камский каскад водохранилищ за месяц, квартал, год в период с 1981 по 2010 гг.

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	I квартал	II квартал	III квартал	IV кварт.	Годовой приток
1981	11,44	9,4	11,75	64,4	98,8	30,2	10,3	8	8,88	13,2	14,4	10,6	32,6	193	27,2	38,2	291
1982	8,6	7,15	8,96	65	67,4	22,2	15,1	9,7	8,45	10	13	12,8	24,7	155	33,3	35,8	249
1983	11,1	8	14,8	90,2	36,1	17,8	16,5	12,1	12,5	20,6	15,7	17,6	33,9	144	41,1	53,9	273
1984	13	8	8	45,7	45,8	16,7	16	13,2	16,9	22,8	22,6	11,4	29,1	108	46,1	56,8	240
1985	8,28	6,75	7,86	65,3	90,4	30,6	23,4	17,5	11,2	14,1	13,6	9,75	22,9	186	52,1	37,5	298
1986	9,21	7,5	9	93,5	67,4	17,3	19,2	14,4	18	28,7	19,2	12,3	25,8	178	51,6	60,2	316
1987	8,9	7,3	8,14	39	96,4	31,1	17,1	16,8	16,1	20,4	9,76	8,4	24,4	167	50,0	38,6	280
1988	8,42	7,07	8,1	74,2	56,6	17,7	10,8	10,4	11	12	8,86	8,2	23,6	149	32,2	29,1	234
1989	7,57	7,8	15	44,9	74,3	18,8	12,4	11,5	11,1	17	16	9,8	30,3	138	35,0	42,8	246
1990	9,39	11	37,6	74,2	68,6	35,2	19,2	15,6	19,8	35,6	26,5	20,5	58	178	54,6	82,6	373
1991	13,2	10,5	13	98,2	67,3	20,8	14	13,4	14,2	16,7	16,6	12,5	36,7	186	41,6	45,8	310
1992	10,7	9,27	12,5	68,1	74,3	19,8	12,1	11,2	10	14,9	15,4	12,4	32,4	162	33,3	42,7	270
1993	9,7	8,55	11,1	65	68,6	27,3	21,8	16,5	20,1	25	15,3	10,3	29,4	161	58,4	50,6	299
1994	10,1	8,4	9,3	75	91,8	35,5	34,8	22,7	17	17	15,5	13,3	27,8	202	74,5	45,8	350
1995	11,3	9,66	20	98,2	52,1	20,6	13,2	12,3	9,98	10,9	12,8	11,5	41	171	35,5	35,2	283
1996	8,83	7,63	8,5	24,2	52,7	22,6	15,7	10,9	9,38	13,9	12,1	11,1	25	99,5	36,0	37,1	198
1997	8,19	6,66	9,7	61,3	71,7	25,8	13,4	9,2	8,23	16	15,9	10,4	24,5	159	30,8	42,3	257
1998	9,08	7,73	10,8	36,7	104,4	32,8	22,5	18,8	16,4	17,8	20,8	11,7	27,6	174	57,7	50,3	310
1999	9,78	8,79	10,1	77,4	83,1	28,7	11,5	10,2	11,2	13	11,9	10,4	28,7	189	32,9	35,3	286
2000	8,9	8,2	10	77,9	62,4	20,3	17,3	13,5	11,7	12,3	12	10	27,1	161	42,5	34,3	265
2001	9,23	8,51	13,4	83,8	78	28,7	14,7	11	11	15,3	16,6	10,7	31,1	190	36,7	42,6	300
2002	8,78	9,88	23,4	48,5	79,8	29,4	14,2	10,3	11,1	15,1	17,6	11,3	42	158	35,6	44,0	280
2003	9,5	8	8,9	52,3	73,4	25,3	21,7	12,6	16,5	14,7	14,7	12,7	26,4	151	50,8	42,1	270
2004	10,8	8,89	15,5	53,7	62,1	28,5	22,4	15,4	12,9	16	21,1	14,7	35,1	144	50,7	51,8	282
2005	14,2	10,4	10,8	77,6	78,2	25	17,4	11,7	10,3	9,92	10,9	10,1	35,4	181	39,4	30,9	287
2006	8,9	7,1	8,6	52,2	53,4	21,7	12	11,5	11,8	15,3	18,4	21	24,6	127	35,3	54,7	242
2007	19,5	12,7	19	60,2	63,8	21,7	18,4	12,8	11,6	13,2	12,2	10,3	51,2	146	42,8	35,7	276
2008	9,29	8,57	19,4	69,1	40,7	21,6	15,5	14	17,6	17,4	19	22,6	37,2	132	47,1	59,0	275
2009	12,7	10,1	11	41,6	60	22,9	14,1	10,9	9	15,6	16,4	15,2	33,7	125	34,0	47,2	240
2010	9,64	7,69	9,35	65,7	46,7	20,4	9,7	7,3	7,7	9	13,8	10,5	26,7	133	24,7	33,3	218
Ср.	10,3	8,6	12,8	64,8	68,9	24,6	16,5	12,8	12,7	16,4	15,6	12,5	31,6	158,3	42,1	44,5	277

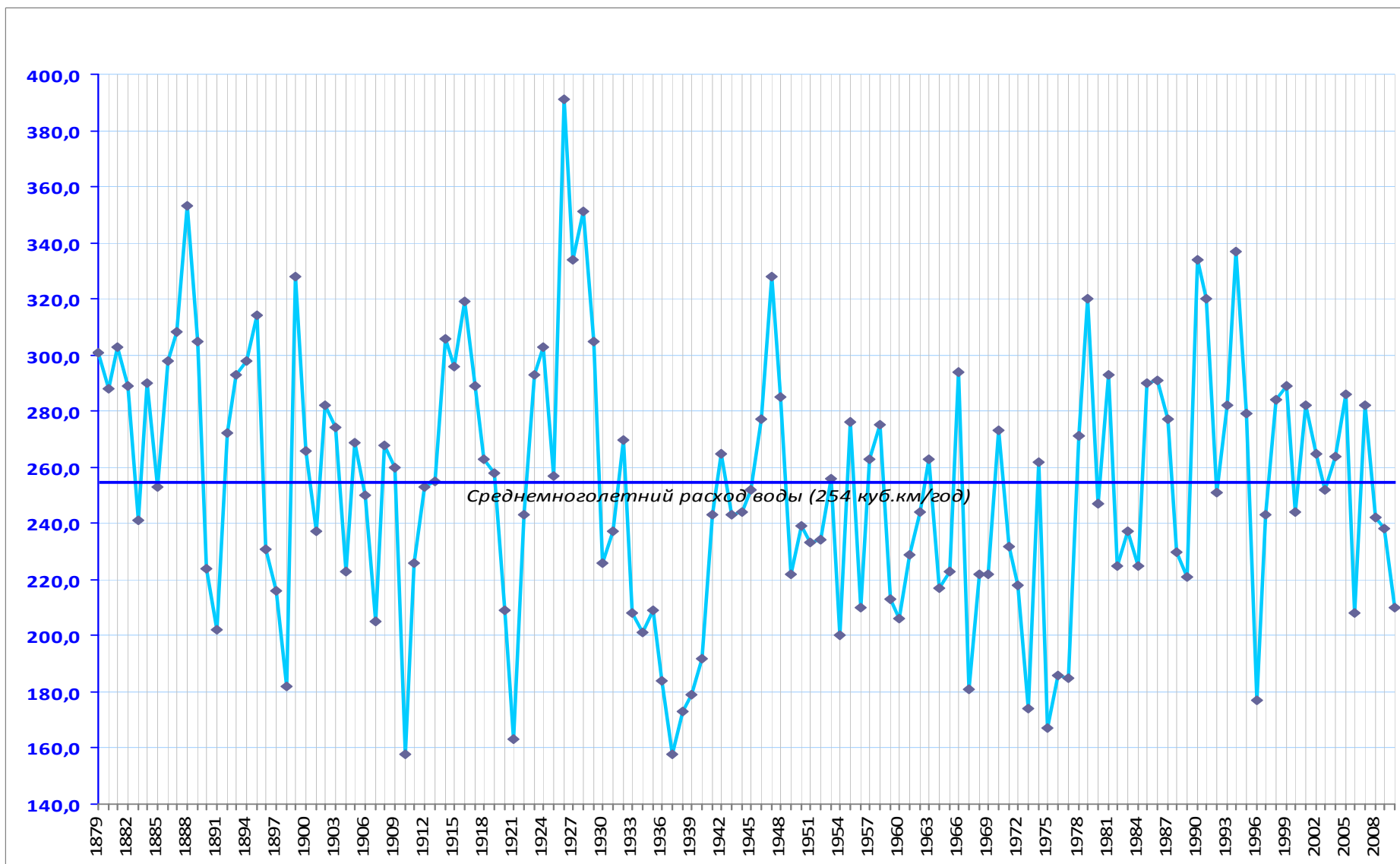


Рисунок 1 . Сток р.Волга у Волгограда за период с 1879 по 2010 гг., км³/год.

таблицы разница между притоком воды в Волжско-Камский каскад и сбросом воды через Волжскую ГЭС колеблется от 1 до 39 км³, а в отдельные годы (1981, 1999 и 2007 гг.) имело место превышение значений среднегодового сброса через Волгоградскую ГЭС над общим притоком в Волжско-Камский каскад (в отдельные годы не исключаем и наличие ошибок в определении расходов воды, что отмечалось и официальных документах Росгидромета, 1985г.).

Анализ приточности и расходов в эти годы показывает, что в 1981 году имел место повышенный приток воды в водохранилища каскада во втором квартале (193 км³), что отвечало второму значению для этого квартала за анализируемый период. В 1999 году во втором квартале также осуществлялся повышенный приток воды в водохранилища каскада (189 км³) - четвертое значение за рассматриваемый период. В 2007 году происходил повышенный приток воды в водохранилища каскада в первом квартале (51.2 км³) – второе значение за рассматриваемый период, и близкий к среднему приток во втором квартале.

Максимальная разница между притоком в каскад и сбросом через Волгоградскую ГЭС отмечалась в 1982, 1983, 1986, 1989, 1990, 1998 и 2006 гг. При этом 1986, 1990 и 1998 годы характеризовались повышенными притоками воды в каскад, а 1982, 1983, 1989 и 2006 – пониженными. В эти годы за исключением 1990 г в первом квартале приток воды в каскад отвечал приблизительно средним значениям. Во втором квартале за исключением 1986, 1990 и 1998 годом приток в каскад был ниже средних значений для рассматриваемого периода. В третьем квартале приток воды в каскад был либо на уровне средних значений, либо превышал их (1986, 1990, 1998).

В таблице 14. приведена общая характеристика максимального стока р.р.Волга и Кама в половодье в створах гидроузлов за период с 1705 по 1983 гг. по данным ОАО «Институт Гидропроект».

В последние годы из-за теплой первой половины холодного периода годы наблюдается большой объем притока воды в водохранилища в декабре и январе сопоставимыми с подъемами воды в реках в маловодные половодья. Наиболее показательной в этом плане была зима 2006-2007 года, когда приток воды в каскад превысил в январе среднее значение в 2 раза и привел к большим трудностям в работе верхневолжских гидроузлов. Ниже приводятся характеристика формирования экстремального притока воды в декабре 2006 и январе 2007 гг.

В осенне-зимний период 2006-2007 гг. на большей части европейской территории страны преобладали аномальные гидрометеорологические условия. Температура воздуха в ноябре и декабре 2006 года, а также в январе 2007 года была значительно выше обычных значений.

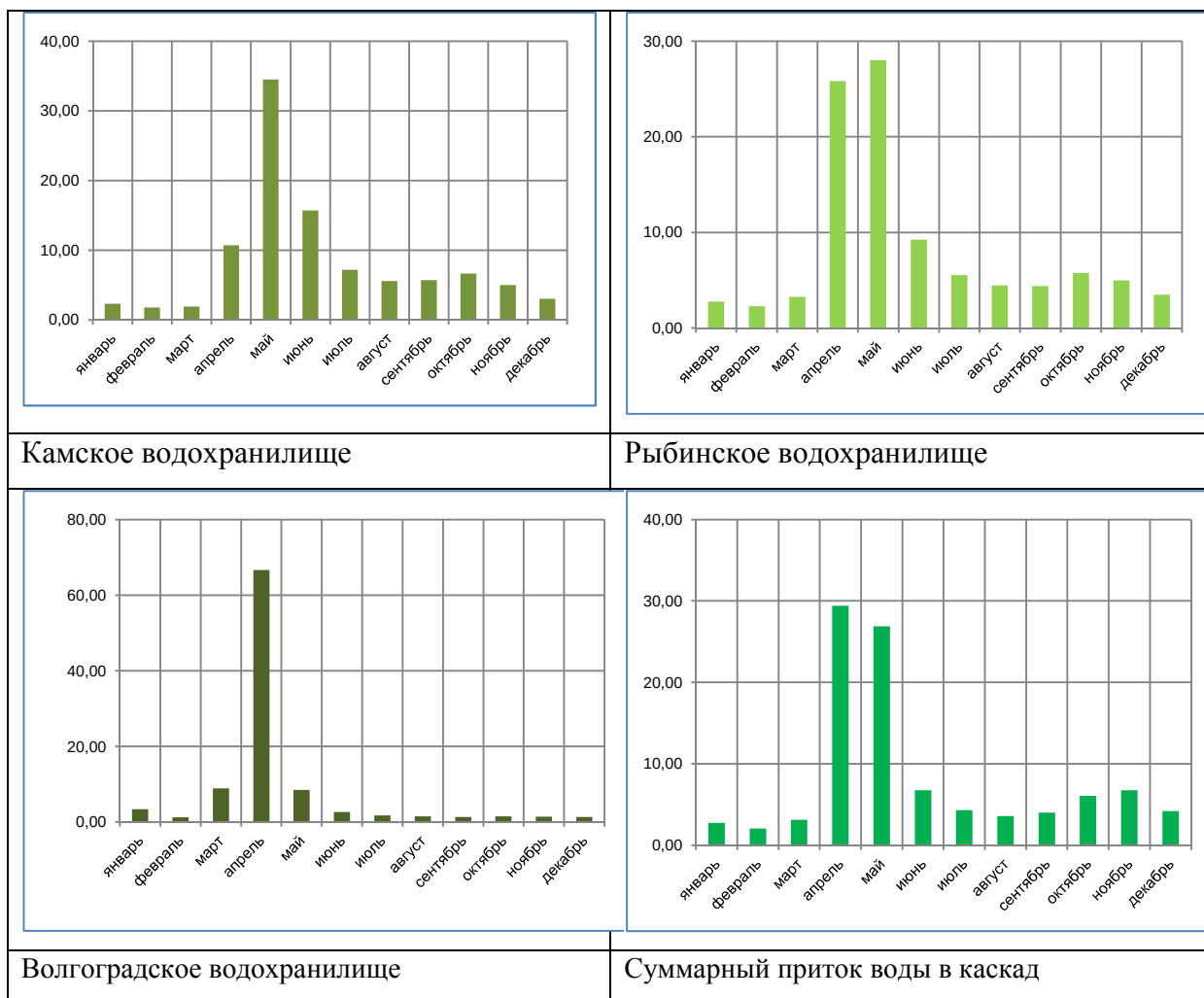


Рисунок 2. Внутригодовое и территориальное среднее многолетнее распределение притока воды в водохранилища Волжско-Камского каскада (в % от притока воды за год). По оси ординат – объем стока за месяц в % от годового стока.

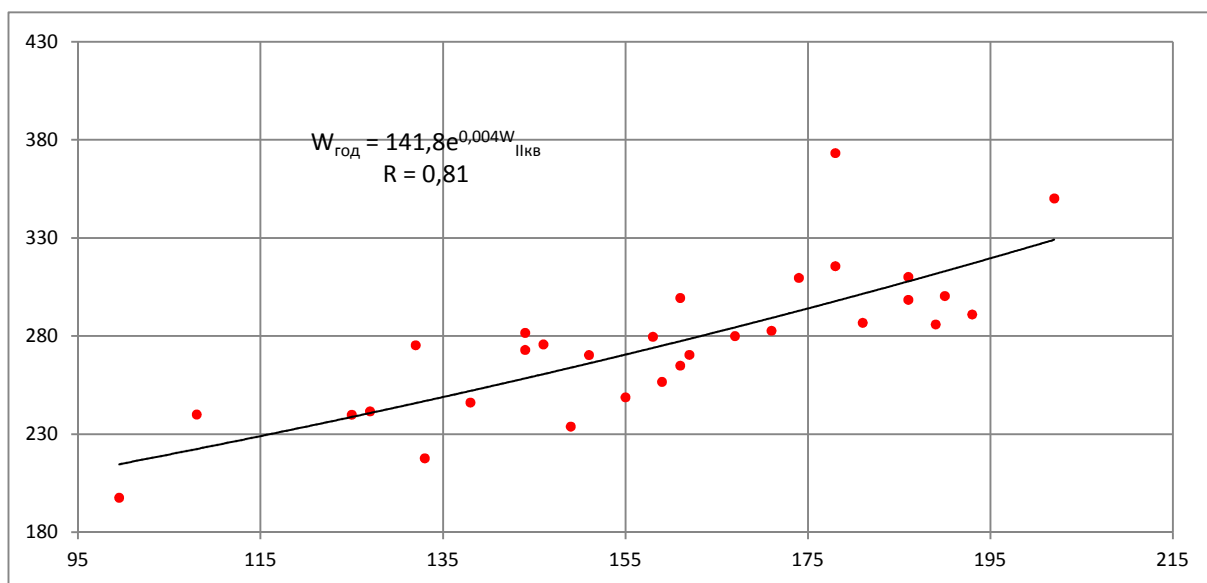


Рисунок 3. Связь между суммарным притоком воды в каскада водохранилищ на Волге и Каме за год (ось ординат) и за второй квартал (ось абсцисс)

Таблица 13. Сравнительный анализ притока воды в Волжско-Камский каскад и сброса воды через Волжскую ГЭС в период с 1981 по 2010 гг.

Год	Сток через Волжскую ГЭС Волгоград	Суммарный приток в водохранилища Волжско-Камского каскада	Разница
1981	293	291	-2
1982	225	249	24
1983	237	273	36
1984	225	240	15
1985	290	298	8
1986	291	316	25
1987	277	280	3
1988	230	234	4
1989	221	246	25
1990	334	373	39
1991	320	310	10
1992	251	270	19
1993	282	299	17
1994	337	350	13
1995	279	283	4
1996	177	198	21
1997	243	257	14
1998	284	310	26
1999	289	286	-3
2000	244	265	21
2001	282	300	18
2002	265	280	15
2003	252	270	18
2004	264	282	18
2005	286	287	1
2006	208	242	34
2007	282	276	-6
2008	242	275	33
2009	238	240	2
2010	210	218	8

Таблица 14. Общая характеристика максимального стока рр.Волга и Камы в половодье в створах гидроузлов (по данным ОАО «Гидропроект»)

Показатель	Значение показателя								
	Рыбин-ский	Нижего-родский	Чебоксар-ский	Камс-кий	Воткин-ский	Нижне-камский	Куйбы-шевский	Сара-товский	Волго-градский
Объём естественного стока половодья, км ³									
средний	18.9	30.4	68.9	31.7	33.8	56.4	151.9	156.6	158.9
вероятностью превышения 0.01% (с гар. поправкой)	44.2	65.7	148.8	62.8	66.9	121.8	309.9	319.5	324.5
то же, 0.1%	38.7	58.1	131.6	56.4	60.2	107.7	276.5	285.0	289.2
то же, 1%	33.4	51.1	126.0	49.0	53.3	92.2	240.0	245.0	246.0
то же, 5%	28.4	44.1	106.0	43.3	46.9	80.4	212.0	216.0	218.0
Максимальные естественные половодные расходы воды, тыс. м ³ /сек									
средний	7.1	10.7	22.2	9.5	9.6	14.7	35.0	34.2	33.5
вероятностью превышения	17.0	25.2	55.2	22.4	22.6	41.4	82.4	78.3	74.7

0.01% (с гар. поправкой)									
то же, 0.1%	14.5	21.5	46.6	19.1	19.3	34.4	70.4	67.0	64.0
то же, 1%	12.2	18.2	39.1	16.2	16.3	28.3	59.5	57.1	54.9
то же, 5%	10.5	15.6	33.3	13.9	14.1	23.5	51.1	49.2	47.9

В ноябре 2006 года средняя за месяц температура воздуха превысила норму на 1-2°C, а количество выпавших за месяц осадков было близким к норме в северных, центральных и восточных областях и меньше нормы на 25% - в западных и южных областях ЕТР. В начале второй декады ноября образовался неустойчивый снежный покров, который к концу этой декады растаял.

В декабре 2006 года установилась аномально теплая погода, которая по своему характеру была близка к той, которая обычно наблюдается на Европейской территории России во второй половине октября. Средняя за месяц температура воздуха в декабре превысила обычные значения на 6-7°C, а на севере территории – на 7-8°C. Однако, количество выпавших осадков в декабре почти повсеместно было меньше нормы на 50-80% в южных областях, на 25-50% меньше обычного – в центральных областях, и близким к норме – на севере Центрального федерального округа. В течение декабря в большинстве областей Центрального федерального округа снежный покров отсутствовал. Неустойчивый снежный покров вновь установился лишь в конце второй – начале третьей декад декабря, однако к концу месяца (на севере ЦФО – в начале января 2007 г.) он вновь растаял.

В январе 2007 года аномально теплая погода сохранялась в течение первых двух декад месяца. Средняя за месяц температура воздуха в январе превысила норму на 9-13°C в южных областях и на 7-8°C – в центральных и северных. Вместе с тем, количество выпавших за месяц осадков повсеместно превышало обычные значения в 1,5 – 2,5 раза. Лишь в конце первой – начале второй декад января, в сроки близкие к экстремально поздним, произошел устойчивый переход температуры воздуха через 0°C в сторону отрицательных значений. В это же время на территории центра, запада и юга европейской территории России в сроки, близкие к экстремально поздним установился и устойчивый снежный покров.

В результате аномально теплой погоды, наблюдавшейся в ноябре-январе 2006-2007 гг. на большей части Европейской территории России наблюдалось и крайне аномальное развитие гидрологических процессов. Отсутствие снежного покрова и положительные температуры воздуха привели к тому, что в течение осени и первой половины зимы 2006-2007 гг. почва оказалась практически непромерзшая (рисунок 4.), что обусловило интенсивное поступление грунтовых вод в русловую сеть.

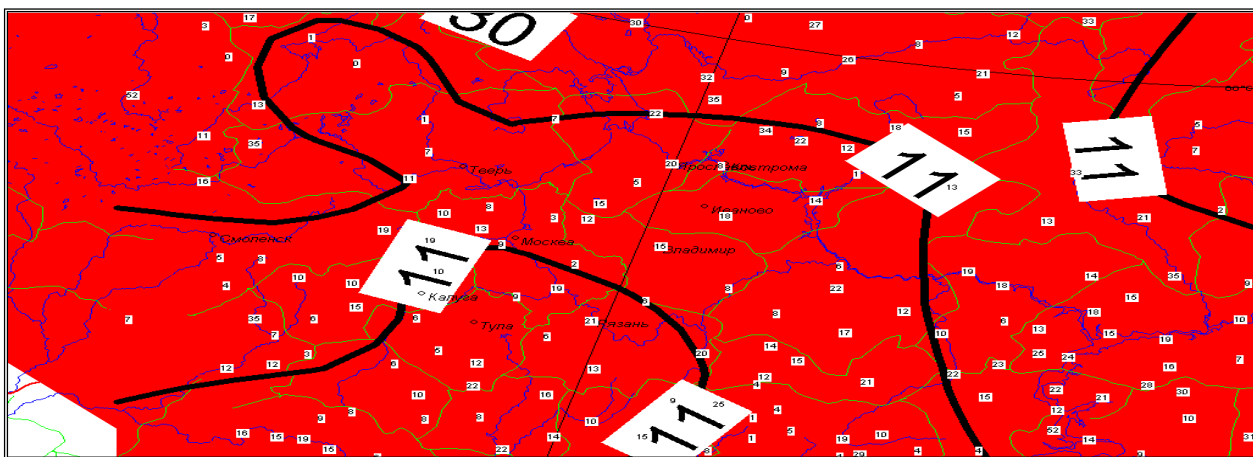


Рисунок 4. Глубина промерзания почвы в см в бассейнах рек Верхней Волги и Оки

Теплая погода и периодически выпадающие осадки в сочетании с высокой влажностью почвы способствовали дополнительному поступлению тало-дождевых вод, а отсутствие потерь воды на ледообразование еще больше повысило водность рек. В результате этого водность рек была существенно больше обычной. В 2006 году максимальный уровень воды здесь в январе был на 1,2 м ниже, чем в январе 2007 года. Аналогичная картина наблюдалась и для других рек.

В декабре в связи с экстремально теплой погодой приток воды в водохранилища Волжско-Камского каскада ГЭС превысил норму в 1,6-4,2 раза, при этом приток воды в Шекснинское, Рыбинское, Горьковское и Чебоксарское водохранилища был наибольшим за весь период наблюдений. Примечательно, что приток воды, к примеру, в Рыбинское водохранилище превысил ранее наблюдавшийся максимум в 1,3 раза. В четвертом квартале приток воды в водохранилища на Волге и Каме был в 1,2-1,7 раза больше нормы. Суммарный приток воды в водохранилища Волжско-Камского каскада ГЭС в декабре более чем в 2 раза превысил норму, составив $21,2 \text{ км}^3$ (норма $9,0 \text{ км}^3$), и был наибольшим за весь период наблюдений, за четвертый квартал $54,6 \text{ км}^3$ (норма $36,6 \text{ км}^3$).

В январе сохранялась высокая водность рек в бассейне Верхней Волги, в результате чего приток воды в водохранилища превысил норму в 4-5 раз, в Угличское – в 7,2 раза, в водохранилища на Средней Волге и Каме - в 1,7-2,9 раза, при этом приток воды в Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Горьковское, Чебоксарское и Куйбышевское водохранилища был наибольшим за весь период наблюдений. Суммарный приток воды в водохранилища Волжско-Камского каскада ГЭС в январе составил $19,5 \text{ км}^3$ (норма $7,1 \text{ км}^3$) и был наибольшим за весь период наблюдений.

До создания водохранилищ в течение года Волга выносила к устью около 25 млн. тонн наносов и 40—50 млн. тонн растворённых минеральных веществ. Температура воды Волги в середине лета (июль) достигает $20\text{—}25^\circ\text{C}$. Вскрывается Волга у Астрахани в

середине марта, в 1-й половине апреля вскрытие происходит на верхней Волге и ниже Камышина, на всём остальном протяжении — в середине апреля. Замерзает в верхнем и среднем течении в конце ноября, в нижнем — в начале декабря; свободной от льда остаётся около 200 дней, а близ Астрахани около 260 дней. С созданием водохранилищ тепловой режим Волги изменился: на верхних бьефах продолжительность ледовых явлений увеличилась, а на нижних стала короче.

2.2. Анализ эмпирической обеспеченности приточности и расходов воды

В таблицах 15 – 17 приведены значения эмпирической обеспеченности бокового притока воды в Куйбышевское, Саратовское и Волгоградское водохранилища (по данным Росгидромета) по состоянию на 1975, 1980 и 1995 гг.

Таблица 15. Многолетние характеристики бокового притока воды к гидроэлектростанциям во втором квартале (по состоянию на 1975 год), м³/с

Водохранилище	Максимальный	Вероятность превышения, %							Минимальный	Средний
		5	10	25	50	75	90	95		
Куйбышевское	5540	5100	4600	3950	3400	2800	2250	1950	1680	3440
Саратовское	1540	1360	1200	910	600	440	280	220	150	672
Волгоградское	1010	850	750	510	240	100	50	35	30	334

Таблица 16. Многолетние характеристики бокового притока воды в водохранилища во втором квартале (по состоянию на 1980 г), м³/с

Водохранилище	Максимальный	Вероятность превышения, %							Минимальный	Средний
		5	10	25	50	75	90	95		
Куйбышевское	5400	5000	4690	4060	3410	2770	2200	1850	1640	3390
Саратовское	1350	1190	1020	760	490	210	50	10	0	51,2
Волгоградское	946	870	710	470	260	11	50	40	33,8	324

Таблица 17. Многолетние характеристики бокового притока воды в водохранилища во втором квартале (по состоянию на 1995 год), м³/с

Водохранилище	Максимальный	Вероятность превышения, %							Минимальный	Средний
		5	10	25	50	75	90	95		
Куйбышевское	5400	5080	4700	4070	3410	2740	2130	1800	1640	3450
Саратовское	1350	1200	103	788	539	353	228	173	106	590
Волгоградское	946	945	703	409	185	68	30	17	1,12	275

В таблице 18. приведена характеристика эмпирической обеспеченности естественного половодья р.Волга у г.Волгоград по данным основных правил эксплуатации Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ (1983).

Таблица 18. Эмпирическая обеспеченность естественного половодья у г.Волгоград (1983)

Характеристика естественного половодья р.Волги у г.Волгограда за апрель-июнь	
Обеспеченность объема стока, %	Объем стока, км ³
5	231
10	205
20	188
30	176
40	166
50	157
60	149
70	141
80	131
90	119
95	109

В таблице 19 приведена характеристика эмпирической обеспеченности фактических объемов стока весеннего половодья в нижних бьефах Куйбышевского и Волгоградского гидроузлов за 43-х летний период с 1960 по 2002 гг. по данным ОАО «Гипропроект».

Таблица 19. Эмпирической обеспеченности фактических объёмов воды на Куйбышевском и Волгоградском гидроузлах за 1960 - 2002 гг.

Обеспеченность, %	Объем стока в н/б		Обеспеченность, %	Объем стока в н/б	
	Куйбышевский гидроузел	Волгоградский гидроузел		Куйбышевский гидроузел	Волгоградский гидроузел
5	154,8	157,8	75	85,2	85,8
10	141,2	145,9	90	68,1	69,8
25	126,6	124,9	95	58,8	61,6
50	103,8	107,9			
Среднее многолетнее значение				106,4	106,0

В таблице 20 приведены данные об эмпирической обеспеченности фактических расходов воды в нижних бьефах Куйбышевского и Волгоградского гидроузлов в период навигации с июня по сентябрь. Как следует из таблицы, за период навигации (июль-ноябрь) обеспеченность расхода воды в нижнем бьефе Куйбышевского гидроузла 5500 м³/с составила 59,2%, Волгоградского гидроузла - 55,5 %, 5000 м³/с - 73,5% и 70,7%, 4500 м³/с - 85,9% и 83,8%, 4300 м³/с - 89,3% и 87,4%, 4000 м³/с - 92,8% и 92,4%, 3800 м³/с - 94,54% и 94,7%, 3600 м³/с - 97,5% и 97,1%, 3400 м³/с - 99% и 100% соответственно.

Таблица 20. Эмпирическая обеспеченность фактических расходов воды на Куйбышевском и Волгоградском гидроузлах в период навигации за 1960 - 2002 гг.

Месяц	Обеспеченность расходов воды, %							
	5500 м ³ /с	5000 м ³ /с	4500 м ³ /с	4300 м ³ /с	4000 м ³ /с	3800 м ³ /с	3600 м ³ /с	3400 м ³ /с
	Куйбышевский гидроузел							
июнь	85,3	86,6	94,3	95,2	96,2	97,0	97,5	100
июль	77,8	84,9	92,4	94,7	96,3	97,1	97,4	100
август	69,6	82,2	91,3	92,1	93,8	96,2	100	100
сентябрь	54,5	75,3	86,0	91,1	93,0	94,4	97,2	100
октябрь	43,2	59,1	77,3	84,1	93,2	95,4	100	100
ноябрь	51,0	65,9	82,5	84,7	87,5	89,6	92,5	95,2
	Волгоградский гидроузел							
июнь	84,6	90,2	94,0	94,9	100	100	100	100
июль	74,8	84,1	87,6	78,8	95,4	96,9	96,8	100
август	63,0	74,8	87,8	92,5	94,3	95,4	96,8	100
сентябрь	45,4	68,2	79,5	84,1	93	93,8	94,4	100
октябрь	41,8	58,8	82,1	86,1	90,4	92,1	100	100
ноябрь	52,3	68,1	81,8	86,3	88,6	95,5	97,6	100

В летнюю половину навигационного периода обеспеченность указанных расходов воды была значительно выше, чем в осеннюю половину. Например, обеспеченность расхода воды 4500 м³/с в июне-августе составила для Куйбышевского гидроузла 93%, для Волгоградского - 90%, в сентябре-ноябре - соответственно 82% и 81%; расхода 5000 м³/с для Куйбышевского гидроузла в июне-августе - 85%, для Волгоградского гидроузла - 83%, в сентябре-ноябре соответственно 67% и 65 %, Обеспеченность регламентированного действующими Основными правилами (1983) расхода воды 4000 м³/с с для Куйбышевского гидроузла составила в июне-августе 95%, для Волгоградского гидроузла - 97%, в сентябре-ноябре - соответственно 96 и 91%. Минимальный среднемесячный расход воды, равный для Куйбышевского гидроузла 3500 м³/с, имел место в июне 1973 г., для Волгоградского гидроузла - 3420 м³/с - в сентябре 1975 г.

Среднемесячные расходы воды в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла зимой, в декабре-марте (таблица 21), в отдельные годы превышали регламентированное Основными правилами (1983) значение 7000 м³/с. Обеспеченность расхода воды 7000 м³/с в целом за период с 1960 по 2002 гг. составила для Куйбышевского гидроузла 24%, для Волгоградского гидроузла - 26%, 7500 м³/с - 13% и 16%, 8000 м³/с - 8% и 10%, 8500 - 4% и 3% соответственно. Максимальные среднемесячные расходы воды, превышающие 8500 м³/с, имели место: для Куйбышевского гидроузла в декабре 1984 г. (8965 м³/с), феврале 1979 г. (8643 м /с) и марте 1999 г. (9738 м /с); для Волгоградского гидроузла - в декабре

1990 г. (8850 м³/с), феврале 1985 г. (8590 м³/с), марте 1966 г. (9500 м³/с), марте 1979 г. (9220 м³/с) и марте 1999 г. (10620 м³/с).

Таблица 21. Эмпирическая обеспеченность фактических расходов воды на Куйбышевском и Волгоградском гидроузлах в зимнюю межень за период с 1960 по 2002 гг. (по данным ОАО «Гидропроект», 2003)

Месяц	Обеспеченность расходов воды,%			
	7000 м³ /с	7500 м³ /с	8000 м³/с	8500 м³/с
	Куйбышевский гидроузел			
декабрь	29,8	12,0	10,1	7,8
январь	19,6	11,0	6,3	0
февраль	28,3	17,7	8,5	3,8
март	18,2	11Д	7,3	4,2
	Волгоградский гидроузел			
декабрь	18,2	10,0	7,9	3,2
январь	20,5	7,9	3,1	0
февраль	31,6	18,2	12,4	2,6
март	34,2	27,2	16,6	7,8

В таблице 22 приведены данные об эмпирической обеспеченности расходов сбрасываемых в нижний бьеф Волгоградского водохранилищ за период с 1879 по 2010 гг. а на рисунке 9 приведён график этих значений.

Таблица. 22. Эмпирическая обеспеченность фактических расходов воды в год в створе Волгоградского гидроузла за период с 1960 по 2010 гг.

Год	Расход р.Волга у г.Волгограда, куб.км/год	Обеспеченность, %	Год	Расход р.Волга у г.Волгограда, куб.км/год	Обеспеченность, %
1879	301	14	1945	252	51
1880	288	25	1946	277	31
1881	303	12	1947	328	6
1882	289	22	1948	285	26
1883	241	61	1949	222	75
1884	290	21	1950	239	62
1885	253	50	1951	233	66
1886	298	15	1952	234	66
1887	308	9	1953	256	48
1888	353	1	1954	200	89
1889	305	11	1955	276	34
1890	224	73	1956	210	81
1891	202	87	1957	263	44
1892	272	36	1958	275	34
1893	293	18	1959	213	81
1894	298	16	1960	206	86
1895	314	9	1961	229	69
1896	231	68	1962	244	56
1897	216	80	1963	263	44
1898	182	93	1964	217	79
1899	328	5	1965	223	75
1900	266	40	1966	294	17
1901	237	63	1967	181	94
1902	282	28	1968	222	76

1903	274	34	1969	222	77
1904	223	74	1970	273	35
1905	269	38	1971	232	67
1906	250	53	1972	218	78
1907	205	87	1973	174	96
1908	268	39	1974	262	45
1909	260	46	1975	167	97
1910	158	97	1976	186	91
1911	226	70	1977	185	91
1912	253	50	1978	271	37
1913	255	49	1979	320	6
1914	306	10	1980	247	54
1915	296	16	1981	293	19
1916	319	8	1982	225	72
1917	289	23	1983	237	65
1918	263	43	1984	225	72
1919	258	47	1985	290	22
1920	209	83	1986	291	20
1921	163	98	1987	277	32
1922	243	57	1988	230	69
1923	293	19	1989	221	78
1924	303	13	1990	334	4
1925	257	47	1991	320	7
1926	391	0,4	1992	251	53
1927	334	3	1993	282	28
1928	351	2	1994	337	2
1929	305	12	1995	279	31
1930	226	71	1996	177	95
1931	237	64	1997	243	59
1932	270	38	1998	284	27
1933	208	84	1999	289	24
1934	201	88	2000	244	56
1935	209	84	2001	282	29
1936	184	92	2002	265	41
1937	158	99	2003	252	52
1938	173	97	2004	264	42
1939	179	94	2005	286	25
1940	192	90	2006	208	85
1941	243	58	2007	282	30
1942	265	41	2008	242	60
1943	243	59	2009	238	62
1944	244	55	2010	210	82

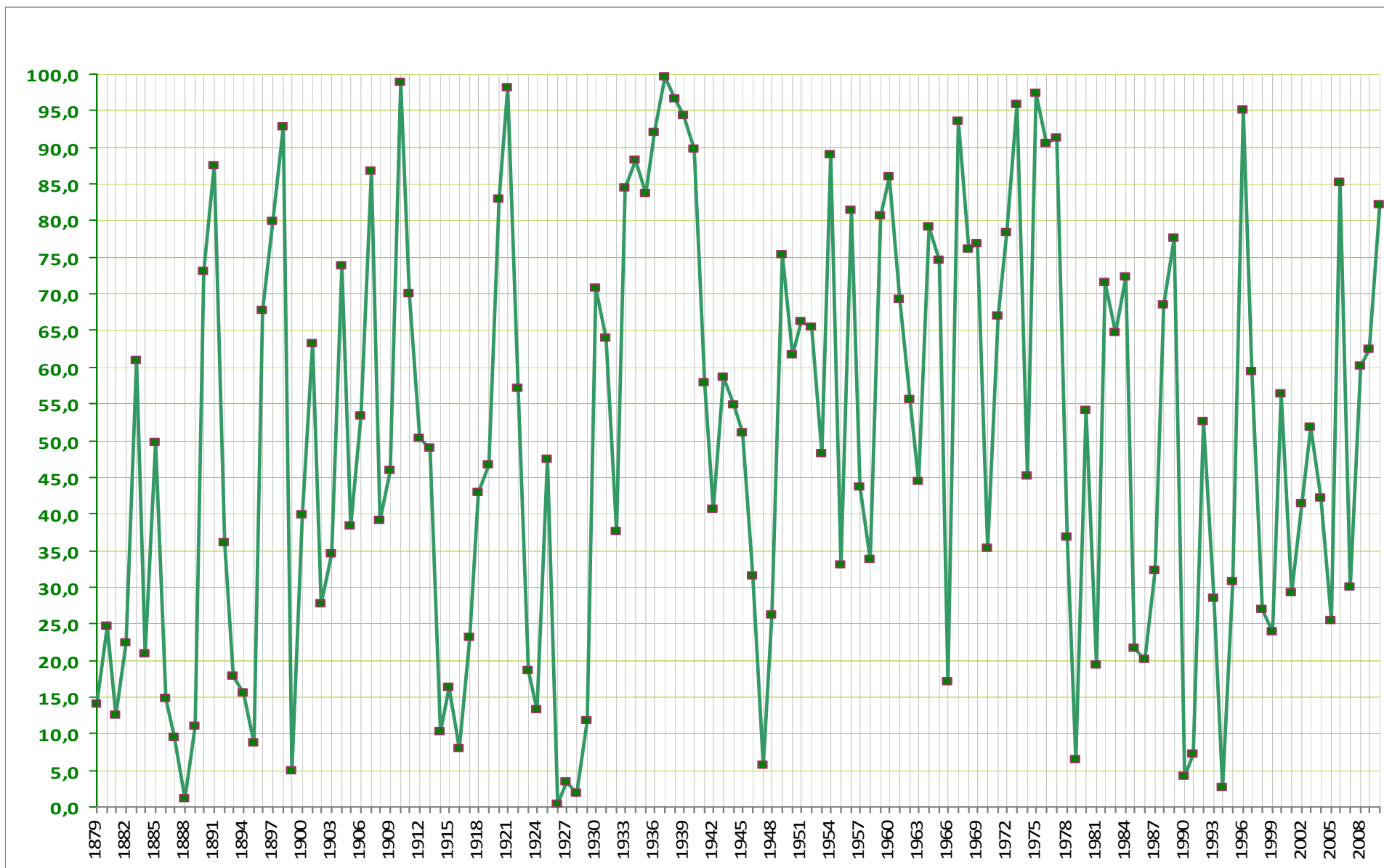


Рисунок 9. Обеспеченность годовых расходов р.Волга у г.Волгограда за период с 1879 по 2010 гг., %

2.2.1. Анализ обеспеченности приточности воды в Волжско-Камский каскад

Оперативные и прогнозные данные о притоке воды в водохранилища Волжско-Камского каскада гидроэлектростанций используются для планирования режимов регулирования стока. При этом помимо собственно числовых значений притока воды, важно и их сопоставление с характерными величинами, полученными по данным о притоке за аналогичный период в предыдущие годы. В качестве таких характерных величин обычно используются средние значения (норма), наибольший и наименьший элементы многолетнего ряда наблюдений, а также значения притока воды заданной обеспеченности (вероятности превышения). При наличии многолетнего ряда значений притока воды первые три упомянутых показателя находятся очевидным способом, а значения заданной обеспеченности – по алгоритмам, рекомендованным в СНиП 2.01.14-83 «Определение расчётных гидрологических характеристик».

Использование характерных показателей притока воды в гидрологических и водохозяйственных расчётах практически оправдано тогда, когда разными специалистами используются их одинаковые значения. В настоящее время получение таких стандартных значений выполняется в подведомственном Росгидромету Государственном гидрологическом институте (ГГИ). Однако, первые справочные издания «Многолетние характеристики месячного и квартального притока воды к гидроэлектростанциям», изданные в 1962 и 1968 годах, были подготовлены в Гидрометцентре СССР. Материалы для последнего издания 2002 г. было подготовлено в ГГИ. При этом для водохранилищ бассейна Волги расчёты проводились с использованием рядов данных за период с 1915 по 1995 гг.

Существенным является то обстоятельство, что характерные показатели притока рассчитываются по рядам режимных, а не оперативных значений притока воды. В некоторых случаях они существенно отличаются друг от друга. Например, в качестве максимального значения бокового притока к Волгоградскому водохранилищу указано $35,8 \text{ м}^3/\text{с}$. Однако, по оперативным данным в 1991 г. январский приток воды составил $137 \text{ м}^3/\text{с}$. В многолетнем ряду это значение является аномально большим – вторым по величине является январский приток 1980 г., равный $30 \text{ м}^3/\text{с}$. Однако значение 1991 г. вряд ли следует признавать ошибочным, поскольку согласно прогнозу Гидрометцентра СССР приток в январе ожидался равным $135 \text{ м}^3/\text{с}$.

В настоящее время в Гидрометцентре России имеются ряды данных об оперативном притоке воды к водохранилищам Волжско-Камского каскада до 2011 г. По ним нами была выполнена проверка обоснованности использования показателей, рассчитанных по данным до 1995 г. Необходимость такой проверки связана с тем, что в

отдельные годы первого десятилетия XXI века на значительных территориях бассейна Волги условия формирования стока существенно отличались от обычных.

Так, в декабре 2006 г. и в январе 2007 г. в бассейне Оки и на Верхней Волге приток был экстремально высоким (близким к притоку июня, в связи с чем неофициально этот период именовался «зимним половодьем»). Естественно предположить, что при учёте этих данных существенно возрастут значения притока малых значений обеспеченности в водохранилища Верхней Волги, Горьковское и Чебоксарское водохранилища.

Другой случай аномальных условий формирования притока воды имел место на значительной части бассейна Волги в период засухи продолжавшейся в течение июля и августа 2010 г. Однако, хотя засуха 2010 г. и была экстремальной по температуре воздуха, значения июльского и августовского притока воды, всё же, в многолетнем ряду таковыми не были.

Для оценки изменения характеристик притока воды расчёты их значений были выполнены за периоды 1971 – 1995 гг. и 1971 – 2011 гг. (продолжительностью 25 и 41 год).

Достаточно показательным было сопоставление средних значений. В таблице 23 представлены значения отношения средних значений полученных по выборке до 2011 г. к средним по данным до 1995 г. Эти данные подтверждают известные выводы об увеличении в современную климатическую эпоху стока (притока) воды в осенний и зимний сезоны (период с ноября по март) и их уменьшении в остальное время.

Таблица 23. Отношение средних значений притока воды за календарные месяцы, рассчитанных по данным за 1971 – 2011 гг., к средним, рассчитанным по данным за 1971 – 1995 гг.

Водохранилище	январь	март	апрель	июль	август	ноябрь	декабрь
Иваньковское	1,20	1,02	1,01	0,95	1,00	1,10	1,20
Угличское	0,99	0,94	0,97	0,81	0,95	0,96	0,99
Шекснинское	1,04	0,99	1,01	1,05	0,97	0,93	1,14
Рыбинское	1,09	0,98	0,98	1,00	0,94	1,03	1,17
Горьковское	1,11	1,08	0,98	-	1,03	0,99	1,13
Чебоксарское	1,05	1,07	0,94	-	1,01	1,00	1,03
Куйбышевское	1,08	0,99	0,95	-	1,00	1,00	1,01
Камское	1,00	1,02	0,96	-	0,91	1,08	1,02
Нижнекамское	1,03	1,03	0,92	-	0,96	1,02	1,06
Каскад	1,05	1,03	0,95	-	0,97	1,02	1,05

Средние многолетние значения суммарного месячного притока воды к водохранилищам Волжско-Камского каскада являются достаточно устойчивой характеристикой и, как видно из данных таблицы 1, отклонения отношений от единицы не превышают 0,05. Среднее значение притока к отдельным водохранилищам более

изменчиво и отношения средних величин имеют значения от 0,81 (Угличское водохранилище, июль) до 1,20 (Иваньковское водохранилище, декабрь и январь).

Также как и среднее значение, достаточно устойчивыми являются и значения притока обеспеченность которых не является слишком большой или малой. В издании водного кадастра «Многолетние характеристики притока воды ...» [1] приведены расчётные значения притока для обеспеченностей 5, 10, 25, 50, 75, 90 и 95 процентов.

Значения, соответствующие обеспеченностям 5 и 10 процентов в значительной степени определяются несколькими наибольшими элементами многолетнего ряда величин притока. Соответственно, значения обеспеченностью 90 и 95 процентов – наименьшими величинами многолетнего ряда.

В нашем случае проверялись три условия:

- выход значений притока воды периода 1996 - 2011 гг. из интервала предельных (минимального и максимального) значений;
- соответствие максимального и минимального из значений многолетнего ряда периоду с 1996 по 2011 г.;
- наличие в пяти наименьших и в пяти наибольших элементах ряда нескольких значений притока воды, относящихся к периоду с 1996 по 2011 г.

В таблице 24 приведены данные о случаях, когда наибольшие из значений притока в используемых нами рядах превышают максимальные величины, а в таблице 25, – аналогичные данные о минимальных значениях (выполнение первого из указанных трёх условий).

Данные таблицы 25 показывают, что наиболее существенно обновляются максимумы декабрьского и январского притока и основной вклад в это вносят зимы 2006 – 2007 гг. (Угличское, Шекснинское, Рыбинское, Горьковское и Чебоксарское водохранилища) и 2008 – 2009 гг. (Куйбышевское, Камское и Воткинское водохранилища). Также в декабре и январе обновились значения максимального притока воды по каскаду в целом. Что же касается пяти случаев обновления максимумов в 1998 г., то они пришлись на дождливые летние месяцы июль (Шекснинское и Рыбинское водохранилища) и август (Угличское, Рыбинское и Горьковское) и не привели к достижению экстремально высокого притока воды в каскад в целом.

Минимальные значения обновились в гораздо меньшей степени. Здесь можно отметить, что низкие значения притока воды в Иваньковское и Угличское водохранилища в апреле 2007 г. объясняются тем, что весь снег, выпадавший в первой половине периода

Таблица 24. Случаи максимальных значений притока в 1996 – 2011 годы.

Месяцы Водохран.	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Колич.
Иваньковское	2005											1
Угличское	2007						1998					2
Шекснинское						1998					2006	2
Рыбинское	2007					1998	1998				2006	4
Горьковское	2007						1998				2006	3
Чебоксарское	2007					2004					2006	3
Куйбышевское	2009										2008	2
Саратовское												0
Волгоградское												0
Камское	2009											1
Воткинское											2008	1
Нижекамское												0
Каскад	2007										2008	2
Число случаев	8	0	0	0	0	3	3	0	0	0	7	итого 21

Таблица 25. Случаи минимальных значений притока в 1996 – 2011 годы.

Месяцы Водохран.	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Колич.
Иваньковское			2007									1
Угличское			2007		2002							2
Шекснинское								1999				1
Рыбинское												
Горьковское												
Чебоксарское												
Куйбышевское												
Саратовское												
Волгоградское												
Камское												
Воткинское												
Нижекамское												
Каскад			1996									1
Число случаев	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	итого 5

снегонакопления, стоял в течение декабря 2006 г. и января 2007 г. Также отметим, что экстремально низкий апрельский приток к каскаду, отмеченный в 1996 г., не сопровождался экстремально низкими значениями притока воды в отдельные водохранилища. Относительно небольшое количество вновь достигнутых минимумов отчасти объясняется и тем, в ряды данных за период 1915 – 1995 гг. входят годы, соответствующие известным историческим засухам начала двадцатых и тридцатых годов XX века.

В таблицах 26 и 27 отмечены случаи, когда в период с 1996 по 2011 гг. отмечалось экстремальное в рассматриваемых рядах данных значение месячного притока воды.

Таблица 26. **Максимальные в ряду данных значения притока, приходящиеся на 1996 – 2011 годы.**

Месяцы Водохран.	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Колич.
Иваньковское	2005	-	-	-	-	-	-	-	-	2009	2008	3
Угличское	2007	-	-	-	-	-	1998	-	-	-	-	2
Шекснинское	-	-	-	1998	-	1998	1998	-	-	-	2006	4
Рыбинское	2007	-	-	-	-	1998	1998	-	-	-	2006	4
Горьковское	2007	-	-	-	-	-	1998	-	-	-	2006	3
Чебоксарское	2007	-	-	-	-	2004	-	-	-	-	2006	3
Куйбышевское	2009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2008	2
Саратовское	-	-	-	-	2001	-	-	-	-	-	-	1
Волгоградское	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Камское	2009	-	-	-	-	-	-	2008	-	2006	2008	4
Воткинское	-	-	1997	-	-	-	-	-	-	2008	-	2
Нижекамское	-	2002	-	-	2002	-	-	-	-	-	-	2
Каскад	2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2008	2
Число случаев	8	1	1	1	2	3	4	1	0	3	8	итого 32

Таблица 27. **Минимальные в ряду данных значения притока, приходящиеся на 1996 – 2011 годы.**

Месяцы Водохран.	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Колич.
Иваньковское	-	-	2007	2006	1996	1996	1996	-	-	-	-	5
Угличское	2003	2003	2007	-	2002	2002	-	2002	2002	-	2001	8
Шекснинское	-	1999	-	-	2003	-	2005	1999	-	-	-	4
Рыбинское	2003	2003	1996	-	-	-	-	-	-	-	2002	4
Горьковское	-	-	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Чебоксарское	-	-	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Куйбышевское	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Саратовское	-	-	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Волгоградское	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Камское	-	-	1998	-	-	-	2010	-	-	-	-	2
Воткинское	-	-	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Нижекамское	-	2011	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Каскад	-	-	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Число случаев	2	4	10	1	3	2	3	2	1	0	2	итого 30

В таблицах 26 и 27 отмечено больше случаев, чем в таблицах 24 и 25, но их данные, в общем, соответствуют друг другу. Прежде всего, это касается максимальных значений притока воды в декабре и январе, достигнутых в зимы 2006-2007 гг. и 2008-2009 гг. и июльских и августовских максимумов 1998 г. Обновления минимума чаще получены для притока за март и за апрель. Почти треть всех случаев (9 из 30), указанных в таблице 27 приходится на 1996 г. Отметим также, что во многих случаях низкие значения притока периода 1996 – 2011 гг. не являлись экстремально низкими, поскольку ещё более низкими оказывались значения притока, соответствующие маловодным 1972 – 1978 гг.

Также можно отметить, что большая часть новых экстремальных значений получена для водохранилищ расположенных в северной части бассейна Волги (Иваньковское, Угличское, Шекснинское, Рыбинское и Горьковское): 16 из 30 случаев в таблице 26 и 22 из 29 случаев в таблице 27. Это соответствует известному предположению о более значительных современных климатических изменениях в северных регионах северного полушария Земли. Заметим, что в этом сопоставлении общее количество случаев (30 и 29) принято без учёта данных по каскаду в целом.

Достаточно показательным является и рассмотрение приведённых в таблицах 28 и 29 данных о наличии среди пяти наибольших и пяти наименьших элементов многолетнего ряда значений притока за 1996 – 2011 гг.

Таблица 28. Значения притока периода 1996 – 2011 гг. в пяти наибольших элементах многолетнего ряда

Месяцы Водохран.	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Колич., %
Иваньковское	2005 2007 2004 2009	2004 2002	1999 2000 2010	2011 2009 2010	2005 2010	2004 1998 2000	1998 2003 2000	2003 1998	1997 2003 1998	2009 1997 2003	2008 2009 2006 2004 2003	60
Угличское	2007 2005	2007 2002	1999 2011	-	-	-	1998 2008	2003	-	2009 1998	2008 2006	24
Шекснинское	2005 2007 2004	2007 2004	2010 2001	1998	1998 2006 2004	1998 2004 1996	1998 2009	1998 2003	2009	2009	2006 2008 2011 2009	44
Рыбинское	2007 2005 2009	2007 2002	2010 1999	2009	2006	1998 2004	1998	2003	2003	2009	2006 2008 2009 2011	35
Горьковское	2007 2005 1999	2007 2008 2004	-	1998	-	2004 1998	1998 2004	1998 2003	1997	1998 2004	2006 2009 2008	35
Чебоксарское	2007 2005 2004	2002 2008 2007	2001	2005	2004 1998	2004	2004	2003 1998	-	1998 2004	2006 2008 2009	35
Куйбышевское	2009 2007 2003	2008 2002	-	1998 2002 1999	1998 2002 1997	2003 1998	2007	2008	-	2008	2008	31
Саратовское	2007 2004	2002 2001	-	1998 2005	2001 2000 2005	2000 2003 2007	2000 2003	2003	2002	2001 2002 2007	2007 2006 2001	40
Волгоградское	2004	2002 2001	-	2003	-	-	-	-	-	-	-	7
Камское	2009 2007	2009 2008 2007 2002	2000	2002	1999	2007	-	2008	-	2006 2008 2010	2008 2006	29
Воткинское	2007	1996	1997	1998	2002 2000	-	2002	-	2002	2008 2002 2001	2008 2001 2006	25
Нижнекамское	2003	2002	1997	2007	2002	2000	-	-	2001	2001	2004	35

Месяцы Водохран.	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Колич., %
	2005			1998 2001	2007 2000 2003	2002				2004 2002	2002	
Каскад	2007 2005 2009	2002 2008 2007	2001	1998	1998	1998 2004	1998	2008	-	2004 1998	2008 2006 2009	33
Доля случаев, %	49	45	22	29	34	32	25	22	14	40	54	

Таблица 29. Значения притока периода 1996 – 2011 гг. в пяти наименьших элементах многолетнего ряда

Месяцы Водохран.	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Колич., %
Иваньковское	1996	2004 2002	2003 2002 1996 2007	2000 1996 2002 2006	2007 2002 1996	1999 2006 2007 2002 1996	2002 1996	2007 2002	2002 1996	2002	2001 2002	51
Угличское	1996 2002 2003	1996 2003	2003 2002 1996 2007	2001 2000 2002	1996 2000 2002	2002	1999 2011 2001 2002	2001 1999 2002	2001 1999 2002	2002	2002 2001	53
Шекснинское	2003 2006	2006 1999	1998	2007	2003	2011 1999	1997 1999 2005	2010 1999	2010 2001 2005	-	-	31
Рыбинское	2003	2003	1998 2007 2003 1996	2002 2007	2003 2002	1999 2002	1999 2002	2002	1996 2002	2002 1999	1999 2002	38
Горьковское	2002	-	1998 2009 1996	2007	2002 2007	2002	2009 2002	2002 2001 2009	2001	1999 2000	2001 2000	33
Чебоксарское	-	-	1997 2009 2011 1996	2007	1996	-	2010	2010	2010	1996	-	18
Куйбышевское	-	2011	2009 1998 1996	1996	2010	2010	2010	-	2010	-	-	16
Саратовское	-	-	2006 1996	2009	-	-	-	2010	2009 2010	2009 2010	-	15
Волгоградское	-	2011 1996	2009 1996	2007	2009 2007 2006	-	1996	-	-	-	1996	18
Камское	-	2006	2004 1996 1998	2008	-	-	2003 2010	2000	2010 2005	-	1997	20
Воткинское	-	-	1996 2004 1998		-	2010	2011 2010	2010	2010	-	-	15
Нижнекамское	2011	2011	2004 1998 1996	2009 2010 2006 2008	2010	2010	2010	2010	2010	2010	-	27
Каскад	-	2011	2009 1998 1996	2008	-	2010	2010	1997 2010	2010	-	-	18
Доля случаев, %	14	20	60	32	26	23	34	28	31	15	15	

В нижний строке и в последнем (правом) столбце этих таблиц приведены значения (в %) доли, которую составляет общее число лет указанных в столбце или строке таблицы от всех возможных лет (65 для столбца и 55 для строки). Эти значения сопоставляются с выраженной в процентах долей, которая приходится на часть расчётного периода 1995-2001 гг. в общей продолжительности рассматриваемых выборок 1971 – 2011 гг. и равна 39%.

Данные таблицы 28 показывают, что для декабря, января и марта частота попаданий в пять наибольших значений выше, чем это связано с увеличением продолжительности расчётной выборки. То же самое справедливо и для Иваньковского и Шекснинского водохранилищ. Это позволяет предположить, что для этих объектов увеличение значений притока воды малой обеспеченности заметно возрастёт при расчёте по выборке, включающей данные по 2011 г. Напротив, для апреля и мая, - месяцев, в которые формируется наиболее значительная часть притока воды, частота попадания последних 16 лет в пять наибольших значений (22 и 29 процентов) существенно меньше чем 39%, что также увязывается с данными об относительном снижении притока периода половодья в общем годовом притоке.

Об этом же свидетельствуют и относящиеся к апрелю данные таблицы 29: частота появления значений притока относящихся к пяти наименьшим значениям здесь в полтора раза превышает значение, ожидаемое при отсутствии значимого тренда величины апрельского притока воды.

Выполненное рассмотрение рядов оперативных данных о притоке воды в водохранилища Волжско-Камского каскада за период с 1971 по 2011 гг. указывает на возможность значительного изменения расчётных величин притока воды различной обеспеченности. Для оценки возможных изменений этих характеристик были рассчитаны для января, марта, апреля, августа, ноября, декабря и, частично, июля их оценки на выборках за 1971 – 1996 гг. и 1971 – 2011 гг. Для июля расчёт значений притока воды различной обеспеченности был выполнен для Иваньковского, Угличского, Шекснинского и Рыбинского водохранилищ.

В таблице 30 приведены моментные оценки коэффициентов вариации. Для каждого водохранилища по каждому месяцу приведены значения оценок C_V , рассчитанных по выборке 1971 – 1995, по выборке 1971 – 2011 и отношение r второй величины к первой.

Таблица 30. Значения моментных оценок коэффициента вариации.

	январь	март	апрель	июль	август	ноябрь	декабрь
Иваньковское							
1971-1995	0,34	0,80	0,35	0,44	0,65	0,61	0,36

	январь	март	апрель	июль	август	ноябрь	декабрь
1971-2011	0,60	0,72	0,40	0,49	0,69	0,59	0,50
Отношение	1,76	0,90	1,14	1,11	1,06	0,97	1,39
Угличское							
1971-1995	0,65	1,18	0,39	0,95	0,75	0,69	0,66
1971-2011	0,83	1,09	0,40	0,99	0,84	0,70	0,64
Отношение	1,28	0,92	1,03	1,04	1,12	1,01	0,97
Шекснинское							
1971-1995	0,55	0,95	0,53	0,62	0,71	0,65	0,50
1971-2011	0,50	0,84	0,49	0,80	0,77	0,62	0,63
Отношение	0,91	0,88	0,92	1,29	1,08	0,95	1,26
Рыбинское							
1971-1995	0,50	1,34	0,30	0,56	0,54	0,58	0,49
1971-2011	0,66	1,15	0,33	0,66	0,65	0,54	0,61
Отношение	1,32	0,86	1,10	1,18	1,20	0,93	1,24
Горьковское							
1971-1995	0,34	0,83	0,38		0,52	0,52	0,43
1971-2011	0,47	0,70	0,39		0,64	0,50	0,57
Отношение	1,38	0,84	1,03		1,23	0,96	1,33
Чебоксарское							
1971-1995	0,21	0,63	0,28		0,33	0,31	0,30
1971-2011	0,26	0,55	0,31		0,30	0,29	0,30
Отношение	1,24	0,87	1,11		0,91	0,94	1,00
Куйбышевское							
1971-1995	0,25	0,56	0,27		0,37	0,51	0,35
1971-2011	0,27	0,48	0,27		0,33	0,42	0,33
Отношение	1,08	0,86	1,00		0,89	0,82	0,94
Камское							
1971-1995	0,22	0,18	0,60		0,41	0,39	0,27
1971-2011	0,22	0,16	0,58		0,38	0,40	0,31
Отношение	1,00	0,89	0,97		0,93	1,03	1,15
Нижнекамское							
1971-1995	0,27	0,25	0,31		0,60	0,51	0,38
1971-2011	0,24	0,28	0,33		0,50	0,47	0,34
Отношение	0,89	1,12	1,06		0,83	0,92	0,89
Каскад							
1971-1995	0,21	0,56	0,24		0,30	0,36	0,28
1971-2011	0,25	0,49	0,26		0,28	0,31	0,29
Отношение	1,19	0,88	1,08		0,93	0,86	1,04

Из таблицы 30 следует, что значения 52% отношений коэффициентов вариации отличаются от 1 более чем на 0,1. Из этих 52% большая часть (31%) превышает значение 1,1. Большие значения r соответствуют данным за декабрь и январь, т.е. за месяцы с наибольшей частотой попадания последних лет (1996-2011) в число пяти наибольших значений. На эти месяцы приходится 17% (из 31%) случаев $r > 1,1$.

Рассчитанные оценки C_V вместе со значениями моментных оценок коэффициента асимметрии C_S (которые также рассчитывались для полной и ограниченной 1995 годом выборок), были использованы для определения значений притока воды заданной

обеспеченности по трёхпараметрическому γ – распределению. В таблицах 31 - 37 приведены рассчитанные значения притока обеспеченности 5, 10, 25, 50, 75, 90 и 95 процентов за семь месяцев (январь, март, апрель, июль, август, ноябрь, декабрь) для девяти водохранилищ и каскада в целом. Расчёты характерных значений июльского притока воды выполнены для четырёх водохранилищ Верхней Волги.

Ещё раз отметим, что все расчёты выполнены с использованием рядов оперативных данных о месячном притоке воды. Поэтому основное значение имеют не сами полученные в рамках данной работы характерные величины притока воды, а оценка возможных изменений этих характеристик при продлении расчётного периода до 2011 г. Как показатель такой изменчивости мы используем отношение характеристики, рассчитанной по выборке 1971-2011 к рассчитанной по ряду 1971-1995. Как и отношение значений коэффициента вариации, отношения величин притока воды будем обозначать как r . Как значимые изменения нами рассматриваются случаи, когда r отличается от 1 более чем на 0,15.

Таблица 31. Значения январского притока воды различной обеспеченности и оценка их возможного изменения при продолжении используемых рядов данных до 2011 г.

	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Иваньковское							
1971-1995	1,51	1,39	1,20	0,99	0,79	0,62	0,52
1971-2011	2,10	1,70	1,21	0,85	0,61	0,46	0,39
Отношение	1,39	1,22	1,01	0,86	0,77	0,74	0,75
Угличское							
1971-1995	2,35	1,90	1,31	0,83	0,51	0,31	0,23
1971-2011	2,52	1,97	1,28	0,78	0,46	0,28	0,21
Отношение	1,07	1,04	0,98	0,94	0,90	0,92	0,93
Шекснинское							
1971-1995	2,15	1,80	1,31	0,89	0,56	0,35	0,26
1971-2011	1,94	1,67	1,28	0,92	0,63	0,49	0,34
Отношение	0,90	0,93	0,98	1,04	1,14	1,38	1,34
Рыбинское							
1971-1995	1,94	1,67	1,28	0,92	0,63	0,49	0,34
1971-2011	2,29	1,81	1,24	0,82	0,55	0,38	0,31
Отношение	1,18	1,08	0,97	0,89	0,86	0,79	0,91
Горьковское							
1971-1995	1,55	1,40	1,17	0,96	0,79	0,66	0,59
1971-2011	1,89	1,56	1,18	0,88	0,68	0,55	0,49
Отношение	1,22	1,11	1,01	0,92	0,87	0,84	0,83
Чебоксарское							
1971-1995	1,35	1,26	1,12	0,98	0,86	0,76	0,70
1971-2011	1,55	1,37	1,13	0,94	0,80	0,70	0,65
Отношение	1,15	1,09	1,01	0,96	0,93	0,92	0,93
Куйбышевское							
1971-1995	1,54	1,40	1,18	0,97	0,78	0,64	0,57
1971-2011	1,56	1,39	1,16	0,95	0,79	0,67	0,61

	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Отношение	1,01	0,99	0,98	0,98	1,01	1,05	1,08
Камское							
1971-1995	1,17	1,13	1,07	1,00	0,93	0,87	0,84
1971-2011	1,36	1,26	1,12	0,98	0,86	0,77	0,72
Отношение	1,16	1,12	1,05	0,98	0,92	0,88	0,86
Нижнекамское							
1971-1995	1,55	1,40	1,18	0,96	0,79	0,65	0,58
1971-2011	1,35	1,26	1,13	0,99	0,86	0,75	0,70
Отношение	0,87	0,90	0,96	1,02	1,09	1,16	1,21
Каскад							
1971-1995	1,35	1,26	1,13	0,99	0,86	0,75	0,70
1971-2011	1,55	1,37	1,13	0,94	0,80	0,70	0,65
Отношение	1,15	1,09	1,00	0,95	0,93	0,93	0,93

Таблица 32. Значения мартовского притока воды различной обеспеченности и оценка их возможного изменения при продолжении используемых рядов данных до 2011 г.

	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Иваньковское							
1971-1995	2,55	2,01	1,32	0,79	0,44	0,25	0,17
1971-2011	2,35	1,90	1,31	0,83	0,51	0,31	0,23
Отношение	0,92	0,95	0,99	1,05	1,14	1,24	1,32
Угличское							
1971-1995	3,40	2,50	1,35	0,58	0,19	0,05	0,02
1971-2011	3,22	2,40	1,39	0,64	0,24	0,07	0,03
Отношение	0,95	0,96	1,03	1,10	1,25	1,51	1,88
Шекснинское							
1971-1995	2,94	2,22	1,33	0,70	0,33	0,16	0,09
1971-2011	2,52	1,97	1,28	0,78	0,47	0,28	0,21
Отношение	0,86	0,89	0,96	1,13	1,40	1,83	2,26
Рыбинское							
1971-1995	3,48	2,46	1,29	0,55	0,20	0,07	0,03
1971-2011	3,22	2,30	1,27	0,61	0,28	0,13	0,08
Отношение	0,93	0,93	0,98	1,11	1,39	1,91	2,53
Горьковское							
1971-1995	2,46	1,90	1,24	0,78	0,50	0,33	0,26
1971-2011	2,29	1,81	1,24	0,82	0,55	0,38	0,31
Отношение	0,93	0,95	1,00	1,05	1,10	1,16	1,20
Чебоксарское							
1971-1995	2,08	1,70	1,20	0,85	0,62	0,47	0,40
1971-2011	2,10	1,70	1,21	0,85	0,61	0,46	0,39
Отношение	1,01	1,00	1,01	1,00	0,98	0,97	0,97
Куйбышевское							
1971-1995	2,13	1,74	1,24	0,86	0,59	0,43	0,35
1971-2011	1,93	1,60	1,20	0,89	0,67	0,52	0,46
Отношение	0,91	0,92	0,97	1,03	1,12	1,22	1,30
Камское							
1971-1995	1,36	1,26	1,11	0,97	0,86	0,77	0,73
1971-2011	1,36	1,26	1,11	0,97	0,86	0,77	0,73
Отношение	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Нижнекамское							
1971-1995	1,56	1,39	1,16	0,95	0,79	0,67	0,61
1971-2011	1,55	1,37	1,13	0,94	0,80	0,70	0,65
Отношение	0,99	0,99	0,97	0,99	1,02	1,04	1,06
Каскад							
1971-1995	2,08	1,70	1,20	0,85	0,62	0,47	0,40
1971-2011	1,90	1,60	1,20	0,88	0,67	0,53	0,47
Отношение	0,91	0,94	1,00	1,04	1,08	1,13	1,18

Таблица 33. Значения апрельского притока воды различной обеспеченности и оценка их возможного изменения при продолжении используемых рядов данных до 2011 г.

	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Иваньковское							
1971-1995	1,75	1,51	1,19	0,92	0,72	0,59	0,52
1971-2011	1,72	1,54	1,25	0,96	0,71	0,52	0,42
Отношение	0,98	1,02	1,05	1,04	0,98	0,88	0,81
Угличское							
1971-1995	1,74	1,53	1,22	0,94	0,71	0,55	0,47
1971-2011	1,72	1,54	1,25	0,96	0,71	0,52	0,42
Отношение	0,99	1,01	1,02	1,02	0,99	0,94	0,90
Шекснинское							
1971-1995	1,86	0,67	1,35	0,98	0,62	0,34	0,22
1971-2011	1,86	0,67	1,35	0,98	0,62	0,34	0,22
Отношение	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Рыбинское							
1971-1995	1,51	1,39	1,20	0,99	0,79	0,62	0,52
1971-2011	1,51	1,39	1,20	0,99	0,79	0,62	0,52
Отношение	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Горьковское							
1971-1995	1,72	1,54	1,25	0,96	0,71	0,52	0,42
1971-2011	1,70	1,54	1,26	0,97	0,71	0,50	0,39
Отношение	0,99	1,00	1,01	1,01	1,00	0,97	0,94
Чебоксарское							
1971-1995	1,52	1,40	1,20	0,99	0,79	0,62	0,53
1971-2011	1,52	1,40	1,20	0,99	0,79	0,62	0,53
Отношение	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Куйбышевское							
1971-1995	1,51	1,39	1,20	0,99	0,79	0,62	0,52
1971-2011	1,51	1,39	1,20	0,99	0,79	0,62	0,52
Отношение	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Камское							
1971-1995	2,15	1,80	1,31	0,89	0,56	0,35	0,26
1971-2011	2,13	1,82	1,35	0,90	0,55	0,31	0,21
Отношение	0,99	1,01	1,03	1,02	0,98	0,88	0,81
Нижнекамское							
1971-1995	1,53	1,40	1,19	0,98	0,79	0,63	0,55
1971-2011	1,52	1,40	1,20	0,99	0,79	0,62	0,53
Отношение	0,99	1,00	1,01	1,01	1,00	0,99	0,97
Каскад							

1971-1995	1,35	1,26	1,13	0,99	0,86	0,75	0,70
1971-2011	1,51	1,39	1,20	0,99	0,79	0,62	0,52
Отношение	1,12	1,10	1,06	1,01	0,92	0,82	0,74

Таблица 34. Значения июльского притока воды различной обеспеченности и оценка их возможного изменения при продолжении используемых рядов данных до 2011 г.

	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Иваньковское							
1971-1995	1,75	1,50	1,18	0,92	0,73	0,60	0,53
1971-2011	1,95	1,65	1,24	0,90	0,65	0,48	0,40
Отношение	1,11	1,10	1,05	0,98	0,89	0,80	0,75
Углическое							
1971-1995	3,00	2,30	1,39	0,69	0,29	0,11	0,05
1971-2011	2,94	2,22	1,33	0,70	0,33	0,16	0,09
Отношение	0,98	0,97	0,96	1,00	1,15	1,48	1,82
Шекснинское							
1971-1995	2,13	1,82	1,35	0,90	0,55	0,31	0,21
1971-2011	2,55	2,01	1,32	0,79	0,44	0,25	0,17
Отношение	1,20	1,10	0,98	0,87	0,81	0,81	0,83
Рыбинское							
1971-1995	2,13	1,82	1,35	0,90	0,55	0,31	0,21
1971-2011	2,34	1,87	1,28	0,82	0,52	0,34	0,26
Отношение	1,10	1,03	0,95	0,91	0,96	1,10	1,27

Таблица 35. Значения августовского притока воды различной обеспеченности и оценка их возможного изменения при продолжении используемых рядов данных до 2011 г.

	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Иваньковское							
1971-1995	2,27	1,79	1,22	0,82	0,56	0,40	0,33
1971-2011	1,94	1,63	1,22	0,89	0,65	0,50	0,42
Отношение	0,85	0,91	1,00	1,09	1,18	1,24	1,28
Углическое							
1971-1995	2,57	2,06	1,37	0,80	0,42	0,21	0,12
1971-2011	2,57	2,06	1,37	0,80	0,42	0,21	0,12
Отношение	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Шекснинское							
1971-1995	2,34	1,97	1,39	0,86	0,46	0,22	0,13
1971-2011	2,57	2,11	1,43	0,81	0,38	0,15	0,07
Отношение	1,10	1,07	1,03	0,94	0,82	0,67	0,57
Рыбинское							
1971-1995	1,90	1,68	1,33	0,95	0,62	0,38	0,26
1971-2011	2,34	1,87	1,28	0,82	0,52	0,34	0,26
Отношение	1,23	1,11	0,96	0,86	0,84	0,90	1,00
Горьковское							
1971-1995	1,95	1,66	1,26	0,91	0,64	0,46	0,37
1971-2011	2,13	1,74	1,24	0,86	0,59	0,43	0,35
Отношение	1,09	1,05	0,98	0,94	0,93	0,93	0,94
Чебоксарское							
1971-1995	1,54	1,40	1,18	0,97	0,78	0,64	0,57

1971-2011	1,55	1,40	1,18	0,96	0,79	0,65	0,58
Отношение	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,01	1,02
Куйбышевское							
1971-1995	1,72	1,54	1,25	0,96	0,71	0,52	0,42
1971-2011	1,55	1,40	1,18	0,96	0,79	0,65	0,58
Отношение	0,90	0,91	0,94	1,01	1,11	1,25	1,37
Камское							
1971-1995	1,75	1,52	1,21	0,93	0,72	0,56	0,49
1971-2011	1,75	1,51	1,19	0,92	0,72	0,59	0,52
Отношение	1,00	0,99	0,98	0,99	1,01	1,04	1,07
Нижнекамское							
1971-1995	2,10	1,70	1,21	0,85	0,61	0,46	0,39
1971-2011	1,89	1,56	1,18	0,88	0,68	0,55	0,49
Отношение	0,90	0,92	0,98	1,03	1,12	1,20	1,26
Каскад							
1971-1995	1,53	1,40	1,19	0,98	0,79	0,63	0,55
1971-2011	1,55	1,40	1,18	0,96	0,79	0,65	0,58
Отношение	1,01	1,00	0,99	0,99	1,00	1,03	1,05

Таблица 36. Значения ноябрьского притока воды различной обеспеченности и оценка их возможного изменения при продолжении используемых рядов данных до 2011 г.

	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Иваньковское							
1971-1995	2,15	1,80	1,31	0,89	0,56	0,35	0,26
1971-2011	2,15	1,80	1,31	0,89	0,56	0,35	0,26
Отношение	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Углическое							
1971-1995	2,34	1,97	1,39	0,86	0,46	0,22	0,13
1971-2011	2,34	1,97	1,39	0,86	0,46	0,22	0,13
Отношение	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Шекснинское							
1971-1995	2,30	1,99	1,46	0,89	0,43	0,17	0,08
1971-2011	2,13	1,82	1,35	0,90	0,55	0,31	0,21
Отношение	0,93	0,91	0,92	1,01	1,28	1,88	2,56
Рыбинское							
1971-1995	2,10	1,83	1,39	0,93	0,53	0,26	0,16
1971-2011	1,90	1,68	1,33	0,95	0,62	0,38	0,26
Отношение	0,90	0,92	0,96	1,03	1,18	1,43	1,68
Горьковское							
1971-1995	1,90	1,68	1,33	0,95	0,62	0,38	0,26
1971-2011	1,92	1,68	1,30	0,93	0,63	0,41	0,31
Отношение	1,01	1,00	0,98	0,98	1,01	1,08	1,16
Чебоксарское							
1971-1995	1,52	1,40	1,20	0,99	0,79	0,62	0,53
1971-2011	1,53	1,40	1,19	0,98	0,79	0,63	0,55
Отношение	1,01	1,00	0,99	0,99	1,00	1,01	1,03
Куйбышевское							
1971-1995	1,95	1,66	1,26	0,91	0,64	0,46	0,37
1971-2011	1,75	1,52	1,20	0,93	0,72	0,58	0,50
Отношение	0,90	0,92	0,95	1,02	1,12	1,25	1,35

Камское							
1971-1995	1,72	1,54	1,25	0,96	0,71	0,52	0,42
1971-2011	1,72	1,54	1,25	0,96	0,71	0,52	0,42
Отношение	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Нижнекамское							
1971-1995	1,94	1,63	1,22	0,89	0,65	0,50	0,42
1971-2011	1,95	1,65	1,24	0,90	0,65	0,48	0,40
Отношение	1,01	1,01	1,02	1,01	0,99	0,97	0,95
Каскад							
1971-1995	1,72	1,54	1,25	0,96	0,71	0,52	0,42
1971-2011	1,53	1,40	1,19	0,98	0,79	0,63	0,55
Отношение	0,89	0,91	0,95	1,02	1,11	1,22	1,31

Таблица 37. Значения декабрьского притока воды различной обеспеченности и оценка их возможного изменения при продолжении используемых рядов данных до 2011 г.

	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
Иваньковское							
1971-1995	1,74	1,53	1,22	0,94	0,71	0,55	0,47
1971-2011	1,94	1,67	1,28	0,92	0,63	0,49	0,34
Отношение	1,11	1,09	1,05	0,98	0,89	0,89	0,73
Углическое							
1971-1995	2,35	1,90	1,31	0,83	0,51	0,31	0,23
1971-2011	2,15	1,80	1,31	0,89	0,56	0,35	0,26
Отношение	0,91	0,95	1,00	1,07	1,10	1,14	1,13
Шекснинское							
1971-1995	1,86	0,67	1,35	0,98	0,62	0,34	0,22
1971-2011	2,15	1,78	1,28	0,87	0,57	0,38	0,29
Отношение	1,16	2,66	0,95	0,89	0,93	1,11	1,33
Рыбинское							
1971-1995	1,92	1,68	1,30	0,93	0,63	0,41	0,31
1971-2011	2,15	1,78	1,28	0,87	0,57	0,38	0,29
Отношение	1,12	1,06	0,98	0,93	0,91	0,93	0,96
Горьковское							
1971-1995	1,74	1,53	1,22	0,94	0,71	0,55	0,47
1971-2011	2,13	1,74	1,24	0,86	0,59	0,43	0,35
дл/кор	1,22	1,14	1,02	0,91	0,83	0,78	0,75
Чебоксарское							
1971-1995	1,53	1,40	1,19	0,98	0,79	0,63	0,55
1971-2011	1,55	1,40	1,18	0,96	0,79	0,65	0,58
Отношение	1,01	1,00	0,99	0,99	1,00	1,03	1,05
Куйбышевское							
1971-1995	1,75	1,52	1,21	0,93	0,72	0,56	0,49
1971-2011	1,56	1,39	1,15	0,95	0,79	0,68	0,62
Отношение	0,89	0,91	0,95	1,02	1,10	1,20	1,27
Камское							
1971-1995	1,51	1,39	1,20	0,99	0,79	0,62	0,52
1971-2011	1,56	1,39	1,15	0,95	0,79	0,68	0,62
Отношение	1,03	1,00	0,96	0,95	1,00	1,10	1,20
Нижнекамское							
1971-1995	1,75	1,51	1,19	0,92	0,72	0,59	0,52

1971-2011	1,56	1,39	1,16	0,95	0,79	0,66	0,60
Отношение	0,89	0,92	0,97	1,04	1,09	1,13	1,16
Каскад							
1971-1995	1,56	1,39	1,16	0,95	0,79	0,67	0,61
1971-2011	1,56	1,39	1,15	0,95	0,79	0,68	0,62
Отношение	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,01	1,01

В таблице 38 для каждого из расчётных месяцев приведены данные о числе случаев выполнения условий $r \geq 1,15$ (верхние строки), $0,85 < r < 1,15$ (вторые строки) и $r < 0,85$ (третьи строки) и. В общем, очевидно, что в большинстве случаев выполняется второе из указанных условий – значения во вторых строках превышают значения, указанные в первой и третьей и даже их сумму.

Таблица 38. Значения притока воды различной обеспеченности по месяцам и оценка их возможного изменения при продолжении используемых рядов данных до 2011 г.

5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
январь						
6	1	0	0	0	2	2
4	9	10	10	9	5	6
0	0	0	0	1	3	2
март						
0	0	0	0	3	6	7
10	10	10	10	7	4	3
0	0	0	0	0	0	0
апрель						
0	0	0	0	0	0	0
10	10	10	10	10	9	7
0	0	0	0	0	1	3
июль						
1	0	0	0	1	1	2
3	4	4	4	2	1	0
0	0	0	0	1	2	2
август						
1	0	0	0	1	3	3
8	10	10	10	7	6	6
1	0	0	0	2	1	1
ноябрь						
0	0	0	0	2	4	5
10	10	10	10	8	6	5
0	0	0	0	0	0	0
декабрь						
2	1	0	0	0	1	4
8	9	10	10	9	8	4
0	0	0	0	1	1	2

Для более удобного рассмотрения в таблице 39 для каждого месяца представлены просуммированные по значениям обеспеченности доли случаев (в %) выполнения каждого из трёх условий.

Таблица 39. Значения суммированного притока воды различной обеспеченности по месяцам и оценка их возможного изменения при продолжении используемых рядов данных до 2011 г.

Месяц	Все значения обеспеченности	Обеспеченность 5, 10, 90, 95 %	Обеспеченность 5 и 10 %	Обеспеченность 90 и 95 %
Январь	24	40	35	45
Март	23	33	0	65
Апрель	6	10	0	20
Июль	36	50	12	88
Август	19	25	10	40
Ноябрь	16	22	0	45
Декабрь	17	28	15	40

В первом столбце таблицы учтены все семь значений обеспеченности. Видно, что существенные изменения характерных значений притока при расчётах по рядам данных, продолженным до 2011 г., могут ожидаться примерно в 20% всех случаев. Однако если исключить из рассмотрения достаточно устойчивые значения притока обеспеченностью 25, 50 и 75 процентов, то для остальных значений обеспеченности (соответствующих явлениям редкой повторяемости) условия значимого отклонения выполняются чаще: в 22 – 40 процентах случаев (второй столбец таблицы 39). Раздельное рассмотрение случаев малой и большой обеспеченности (соответственно, третий и четвёртый столбцы таблицы) показывает, что изменения значений притока большой обеспеченности можно ожидать почти в половине случаев (для апреля – в 20% случаев). Заметные изменения притока воды малой обеспеченности достаточно часто могут ожидаться для притока за январь (в 35% случаев) и декабрь (15%).

Большие значения частоты ожидаемых существенных изменений характерных величин притока получены для притока июля. Это связано с тем, что расчёты для этого месяца выполнены для водохранилищ Верхней Волги, для которых, как следует из данных приведённых в первой части этого раздела, в период с 1996 г. по 2011 г. чаще отмечались экстремальные и близкие к ним значения притока.

Таким образом, выполненное рассмотрение данных о притоке воды в водохранилища на Волге и на Каме показывает, что в период с 1996 г. по 2011 г. достаточно часто отмечались экстремальные и близкие к ним значения притока. В большей степени это относится к водохранилищам Верхней Волги. Использование значений притока воды рассчитанных по рядам данных до 1995 г. и опубликованных в «Многолетние характеристики ...» не позволяет достаточно обоснованно оценивать текущие значения притока воды (как оперативные так и прогнозные).

Представляется актуальной подготовка нового издания «Многолетних характеристик ...», рассчитанных по данным о притоке вплоть до 2011 г.

2.3. Современное состояние гидрологического прогнозирования

Одним из важнейших направлений деятельности Росгидромета является обеспечение населения и экономики страны оперативной гидрологической информацией и гидрологическими прогнозами с целью предотвращения неблагоприятного воздействия водных ресурсов на экологическую обстановку, население и хозяйственную инфраструктуру, а также для обеспечения эффективного функционирования отраслей экономики. Эта деятельность напрямую связана с состоянием наблюдательной сети, точностью данных наблюдений, пространственно-временным разрешением получаемых с помощью сети станций и постов данных.

Круг задач, решаемых гидрологами-прогнозистами, чрезвычайно широк – от краткосрочных прогнозов ежедневных уровней (расходов) воды до долгосрочных прогнозов сроков наступления заданной прочности льда в осенний период. В оперативных подразделениях Росгидромета выпускаются все виды гидрологических прогнозов, существующих в настоящее время в мире. Только ведущим прогностическим центром нашей страны – ФГБУ «Гидрометцентр России», ежегодно выпускается более 2000 различных гидрологических прогнозов.

Основа оперативного гидрологического прогнозирования - база методов и методик прогнозирования, создаваемая не только для конкретного водного объекта, но и для конкретного пункта. В нашей стране методическая база оперативных гидрологических прогнозов создавалась на протяжении многих десятилетий (более 50 лет). В настоящее время для целей гидрологического прогнозирования применяются различные методы и технологии. Наиболее распространенными являются различные физико-статистические подходы, основанные на приближенном решении уравнений водного и теплового балансов, уравнений движения и неразрывности, на оценке различных видов потерь, поступающей на поверхность бассейнов воды, в том числе и в твердом виде, на учете запасов воды в русловой сети и их расходования. Кроме того, широко используются статистические методы.

В последние годы в оперативной практике стали более широко применяться методы, основанные на использовании различных гидрологических моделей, позволяющих выпускать краткосрочные прогнозы хода уровней (расходов) воды, притока воды в водохранилища, толщины ледяного покрова, уменьшения прочности льда в весенний период и т.п. Вне зависимости от используемой модели, метода или методики, входной информацией, на которой основаны прогнозы, являются данные оперативных наблюдений сети гидрологических станций и постов, качество которых оказывает

огромное влияние на точность гидрологических прогнозов.

Виды выпускаемых прогнозов и методическая база, положенная в их основу, представлены в таблице 40.

К сожалению, за прошедшее после 1985 года время сократилось количество гидрологических станций и постов, снегомерных маршрутов, понизилось качество наблюдений. Так, в бассейне Волги:

- сеть гидрологических станций и постов сократилась на 33%,
- сеть снегомерных маршрутов - на 35%.
- снизилась точность гидрологических наблюдений, прежде всего за стоком, из-за устаревших приборов и оборудования, несоблюдения требуемой частоты измерения расходов воды и др. Более 30 процентов данных по расходам воды в бассейне Волги, опубликованные в изданиях Росгидромета «Ежегодные данные по стоку», отмечены как приближенные (таблица 41).

Таблица 40. Методы и технологии, применяемые в оперативных гидрологических прогнозах

Характеристики гидрологического режима	Методическая база прогнозов
Долгосрочные прогнозы	
а) Максимальные уровни (расходы) воды в период весеннего половодья	✓ Физико-статистические методы, основанные на приближенном решении уравнений водного и теплового балансов; ✓ Модели, основанные на математическом описании строения речной сети; ✓ Модели, основанные на учете закономерностей атмосферной циркуляции и термической структуры поверхности Мирового океана.
б) Приток воды в водохранилища ✓ за месяц, ✓ за квартал, ✓ за период вегетации (6 месяцев)	
в) Сроки наступления осенних и весенних ледовых явлений	
г) Сроки наступления заданной прочности льда	✓ Модели, основанные на учете закономерностей атмосферной циркуляции и термической структуры поверхности Мирового океана. ✓ Физико-статистические методы
д) Затопы и зазоры льда	✓ Модели, основанные на учете закономерностей атмосферной циркуляции и термической структуры поверхности Мирового океана. ✓ Физико-статистические методы
Ежедневные расходы воды	✓ Модели, основанные на математическом описании строения речной сети.
Краткосрочные прогнозы	
а) ежедневные уровни (расходы) воды	✓ Концептуальные модели формирования стока

б) объем притока воды в водохранилища за сутки	(модели с сосредоточенными параметрами); ✓ Модели трансформации стока; ✓ Методы, основанные на учете запасов воды в русловой сети; ✓ Физико-статистические методы.
в) сроки наступления осенних и весенних ледовых явлений	✓ Методы основанные на использовании моделей формирования и разрушения ледяного покрова; ✓ Физико-статистические методы.
г) заторы и зажоры	
д) быстроразвивающиеся паводки	✓ Физико-статистические связи; ✓ Технологии, основанные на совместном использовании гидрологических и численных метеорологических моделей.

Таблица 41. **Количество постов в УГМС, по которым данные приводятся в материалах ЕДС как приближенные (данные ФГБУ «Государственный гидрологический институт»)**

Управления гидрометеорологической службы Росгидромета	Количество постов, в %			
	Уровень воды	Расход воды	Расход взвешенных наносов	Температура воды
Башкирское	—	40	25	—
Верхне-Волжское	—	45	36,4	—
Приволжское	—	6,8	—	—
Респ. Татарстан	-	-	-	-
Уральское	11	49	—	28

Средняя квадратическая погрешность долгосрочных прогнозов такой важной характеристики гидрологического режима как суммарный приток воды в водохранилища Волжско-Камского каскада гидроэлектростанций за второй квартал увеличилась с $18,6 \text{ км}^3$ до $21,4 \text{ км}^3$, т.е. на $2,8 \text{ км}^3$ (или на 15%), что сопоставимо со средним многолетним объемом стока за половодье такой реки, как Клязьма в районе г. Павловский Посад (таблица 42.). При этом средняя оправдываемость этого вида прогнозов за 1961-1985 гг. и за 1986-2011 гг. была близка и составила соответственно 89 и 86% (снижение на 3%).

Таблица 42. **Изменения точности, оправдываемости долгосрочных прогнозов притока воды в Волжско-Камские водохранилища и состояние наблюдательной сети**

Вид оценки	Период	
	1961 – 1985 гг.	1986 – 2011 гг.
Средняя квадратическая ошибка прогнозов суммарного притока воды в Волжско-Камский каскад водохранилищ за второй квартал, в км^3	18,6	21,4
Средняя оправдываемость долгосрочных прогнозов суммарного притока воды в Волжско-Камский каскад водохранилищ за второй квартал, в %	89	86
Сокращение количества гидрологических станций и постов в бассейне Волги за 1986-2011 гг., в %	33	

Таким образом, сокращение наблюдательной сети приводит в первую очередь к увеличению ошибки прогнозов, при этом средняя успешность прогнозов может оставаться на одном уровне или несколько ухудшаться. Это приводит к тому, что потребители прогностической продукции высказывают неудовлетворения качеством прогнозов из-за возрастающих величин погрешностей.

Анализ распределения средних ошибок (в долях от допустимой погрешности) долгосрочных прогнозов притока воды за второй квартал (с 1985 по 2011 гг.) по водохранилищам Волжско-Камского каскада, показывает, что наибольшие погрешности прогнозов имели место по Верхневолжским водохранилищам – Шекснинскому, Рыбинскому, Ивановскому, Углическому, а также по Камскому водохранилищу (рисунок 10). Здесь погрешности прогнозов превышают среднюю погрешность по всем водохранилищам каскада на 15-70%. Кроме того, прогнозы притока воды за второй квартал в наибольшей степени зависят от качества наблюдений и их пространственно-временного распределения.

Анализ оправдываемости всех видов выпускаемых долгосрочных прогнозов за период с 1961 по 1985 и с 1986 по 2011 годы приведен в таблицах 43 – 45 и свидетельствует о снижении средней оправдываемости прогнозов после 1985 года по всем видам прогнозов. При этом снижение оправдываемости составило:

- по долгосрочным прогнозам притока воды в водохранилища (35 водохранилищ на реках России) за месяц – основной прогноз в среднем на **5%**, уточнения прогнозов - на **4,8%**;
- по долгосрочным прогнозам притока воды в водохранилища (35 водохранилищ на реках России) за квартал - основной прогноз в среднем на **10,8%**, уточнения прогнозов - на **10,3%**;
- по долгосрочным прогнозам максимальных уровней весеннего половодья – на **5,0%**;
- по долгосрочным прогнозам минимальных за месяц уровней воды – на **5,0%**.

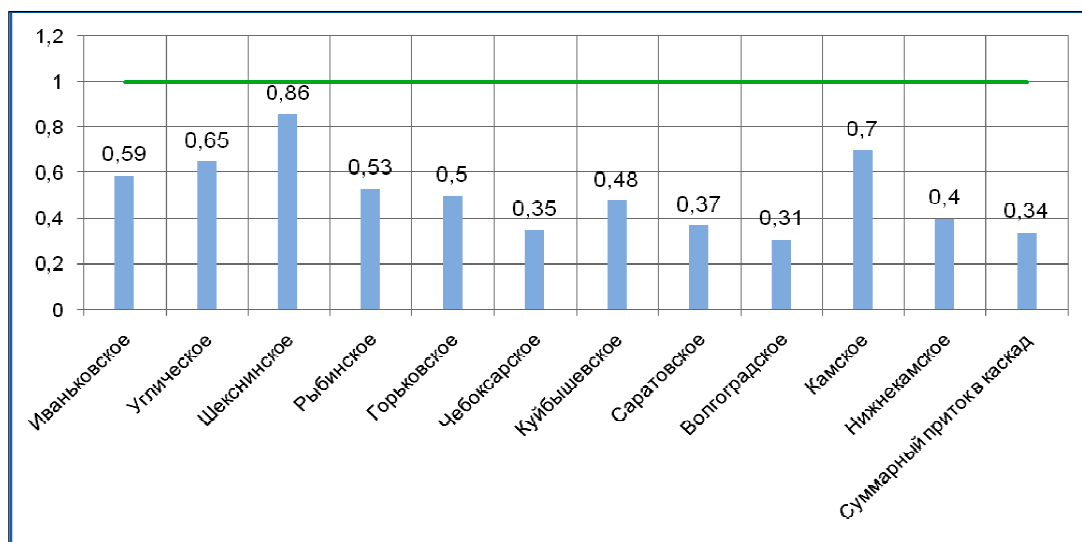


Рисунок 10. Средние ошибки прогнозов притока воды за второй квартал (в долях от допустимой погрешности) за период с 1985 по 2011 год.

Таблица 43. Средняя оправдываемость долгосрочных прогнозов притока воды в водохранилища за месяц (до 1985 и после 1985 года)

Период	Вид продукции	Средняя оправдываемость (в %) прогнозов и уточнений за календарные месяцы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	I	II
До 1985г.	Основной прогноз	89	93	92	81	85	84	85	85	85	85	5	9
	Уточнения прогнозов	97	97	95	91	91	94	93	94	95	95	5	6
После 1985 г.	Основной прогноз	82	87	83	74	80	80	80	82	83	84	0	1
	Уточнения прогнозов	90	92	89	82	86	89	91	94	92	90	0	0
Изменение оправдываемости после 1985 года по сравнению с предшествующим периодом	Основной прогноз	-7	-6	-9	-7	-5	-4	-5	-3	-2	-1	-5	-8
	Уточнения прогнозов	-7	-5	-6	-9	-5	-5	-2	0	-3	-5	-5	-6

Таблица 44. Средняя оправдываемость долгосрочных прогнозов притока воды в водохранилища за квартал (до 1985 и после 1985 года)

Период	Вид продукции	Средняя оправдываемость (в %) прогнозов и уточнений за квартал			
		Первый	Второй	Третий	четвертый
До 1985 г.	Основной прогноз	85	85	78	79
	Уточнения прогнозов	91	90	92	93
После 1985 г.	Основной прогноз	72	73	69	70
	Уточнения прогнозов	80	80	83	82
Изменение оправдываемости после 1985 года по сравнению с предшествующим	Основной прогноз	-13	-12	-9	-9
	Уточнения прогнозов	-11	-10	-9	-11

периодом					
----------	--	--	--	--	--

Таблица 45. Средняя оправдываемость долгосрочных прогнозов максимальных уровней воды за период половодья и минимальных за месяц уровней воды (до 1985 и после 1985 года)

Период	Вид продукции	Средняя оправдываемость (в %) прогнозов	
		Максимальные уровни половодья	Минимальные за месяц уровни воды
До 1985 г.	Основной прогноз	70	85
После 1985 г.	Основной прогноз	65	80
Изменение оправдываемости после 1985 года по сравнению с предшествующим периодом	Основной прогноз	-5	-5

Объемы годового стока (км³) в период 1962-2010гг. в створе Волгоградского гидроузла и отклонения от среднего значения

Год	Объем годового стока км ³ .	Отклонение от среднего за весь период	Мах. сброс
1962	244	-6	25500
1963	263	13	28200
1964	217	-23	25200
1965	223	-17	24300
1966	294	44	30100
1967	181	- 69	27800
1968	222	-28	27400
1969	222	-28	25600
1970	273	23	27500
сумма/ средн.	2139 /238		
1971	232	-18	26600
1972	217	-33	25000
1973	174	-76	26000
1974	262	12	25000
1975	167	-83	24200
1976	185	-65	26600
1977	185	-65	25000
1978	271	21	25000
1979	320	70	34100
1980	247	-3	26000
сумма/ сред.	2260/ 226		
1981	293	43	26100
1982	225	-25	26000
1983	237	-13	26000
1984	225	-25	27000
1985	290	40	28100

1986	291	41	28100
1987	277	27	28100
1988	230	-20	28100
1989	222	-28	26100
1990	334	84	27100
сумма/ средн.	2624/ 262		
1991	320	70	30200
1992	251	1	27600
1993	282	32	28100
1994	337	87	28100
1995	279	29	28100
1996	177	-73	24100
1997	243	-7	26200
1998	284	34	26200
1999	288	38	26100
2000	244	-6	26200
сумма/ средн.	2705/270		
2001	282	32	28000
2002	265	15	26100
2003	252	2	26000
2004	264	14	26000
2005	286	36	28000
2006	208	-42	18000
2007	282	32	26000
2008	242	-8	27000
2009	238	-12	27100
2010	210	-40	27100
сумма/средн. Итого за весь период	2590/ 253 12257/250		

Уровни воды в Куйбышевском водохранилище в период пропуска половодья в мае-июне в 1984 – 2010 гг.

Год	Май			Июнь		
	Минимальный	Средний	Максимальный	Минимальный	Средний	Максимальный
1984	53.03	53.34	53.89	52.71	52.88	53.02
1985	51.88	52.97	53.52	53.16	53.31	53.44
1986	51.27	52.40	53.02	52.13	52.81	53.14
1987	51.00	52.59	53.11	52.87	53.03	53.22
1988	52.31	52.72	53.14	52.33	52.77	53.08
1989	48.43	49.33	50.87	50.84	51.95	52.97
1990	52.79	53.10	53.39	52.93	53.10	53.33
1991	53.03	53.34	53.89	52.71	52.89	53.02
1992	51.35	51.71	52.31	52.15	52.71	52.94
1993	52.12	52.39	52.82	52.08	52.48	53.00
1994	49.70	51.86	53.05	52.43	52.77	53.08
1995	52.10	52.74	53.06	51.93	52.18	52.44
1996	49.34	50.14	50.83	49.82	50.55	51.36

1997	52.17	52.66	53.06	52.63	52.83	53.10
1998	50.61	51.69	52.66	52.47	52.69	52.99
1999	49.10	51.20	52.58	52.16	52.59	52.89
2000	52.23	52.71	53.11	52.53	52.81	53.00
2001	52.31	52.85	52.69	52.48	52.74	53.06
2002	51.20	51.92	52.08	52.62	52.83	52.98
2003	51.11	51.71	52.09	51.68	51.70	51.72
2004	51.39	51.70	53.30	51.83	52.31	52.93
2005	52.99	53.19	52.66	52.42	52.66	53.02
2006	51.97	52.36	53.06	52.44	52.56	52.57
2007	51.31	52.13	52.54	52.75	53.09	53.43
2008	51.51	51.81	51.58	51.33	52.21	52.77
2009	50.68	51.18	53.32	51.26	52.26	52.75
2010	51.32	52.30	53.04	51.16	51.51	51.82

**Данные о холостых сбросах через Жигулёвский гидроузел в половодье
в период с 1984 по 2010 гг.**

Год	Приток в Волжско-Камский каскад в половодье	Холостые сбросы Жигулёвской ГЭС в половодье, %	Общий сброс через Жигулёвскую ГЭС в половодье, км ³	Общий сброс через Волгоградскую ГЭС в половодье, км ³
1984	108	11.90	69,7	70,9
1985	186	30.09	123,1	116,7
1986	178	30.42	115,3	120,3
1987	167	25.84	103,6	107,9
1988	149	31.42	89,6	96,3
1989	138	20.45	93,5	97,0
1990	178	38.68	153,2	151,9
1991	186	45.67	154,1	159,4
1992	162	37.24	115,4	114,6
1993	161	49.74	111,3	108,5
1994	202	47.51	133,4	136,6
1995	171	50.07	135,4	136,7
1996	99,5	18.95	58,5	61,6
1997	159	48.03	116,7	115,4
1998	174	46.61	118,5	120,5
1999	189	39.85	126,6	126,6
2000	161	44.59	123,8	108,6
2001	190	47.19	130,2	133,6
2002	158	42.10	124,9	122,7
2003	151	42.10	98,5	103,2
2004	144	37.17	105,2	106,0
2005	181	48.77	133,1	136,3
2006	127	25.59	74,2	76,4
2007	146	44.43	122,3	120,2
2008	132	38.50	103,8	101,9

2009	125	29.00	92,7	92,7
2010	133	27.10	88,3	92,2

**Расходы воды в период половодья на Жигулёвском гидроузле
в период с 1984 по 2010 гг.**

Год	Начало и конец гидрографа с расходами более 10000 м ³ /с	Средние расходы за обозначенный период, м ³ /с	Период максимальных расходов более 20000 м ³ /с	Дней	Средние расходы за обозначенный период, м ³ /с	Количество дней с расходам 25000 и более м ³ /с	Пик максимальных расходов	Расходы на пике
1984	03.05-01.06	15072	07.05-13.05	7	23110	1	08.05	25000
1985	25.04-02.07	19003	04.05-01.06	29	25549	17	10.05	29470
1986	16.04-06.06	20125	18.04-21.05	33	23588	10	03.05	28340
1987	06.05 -17.06	20219	09.05-07.06	29	23294	5	28.05	23280
1988	23.04-05.06	18018	26.04 -05.05	10	24675	6	30.04	28820
1989	20.04-03.06	17406	26.04 -08.05	13	23728	6	29.04	26010
1990	5.04-06.07	19420	28.04-02.06	35	22882	7	04.05	27200
1991	10.04 – 10.06	22941	14.04-25.05	41	29520	35	26.04	33492
1992	10.04 -09.06	18522	20.04 -13.05	23	22284	2	25.04	25095
1993	10.04 -11.06	18557	29.04 -13.05	15	23935	4	05.05	25400
1994	16.04 -15.08	16590	22.04-31.05	40	23610	9	06.05	28215
	16.04- 20.06	20074						
1995	09.04 – 08.06	22297	14.04 -20.05	36	26696	28	01.05	29050
1996	08.05 – 27.05	14744	17.05	1	20375	-	17.05	20375
1997	24.04-20.06	19831	29.04-04.06	37	23294	13	08.05	26195
1998	30.04 -17.06	22009	03.05-12.06	41	23403	8	16.05	26180
1999	16.04-10.06	20954	22.04-24.05	34	24101	16	03.05	28310
2000	08.06 – 07.06	19908	14.04 -22.05	39	25153	16	28.04	27650
2001	19.04 -14.06	22020	24.04-27.05	34	26561	27	02.05	28490
2002	18.04 -26.06	18175	24.04 -11.05	18	24285	9	03.05	26015
2003	23.04 – 05.06	18712	05.05-20.05	15	24636	11	11.05	25776
2004	12.04 – 10.06	16896	21.04-03.05	13	24387	4	27.04	25254
2005	18.04 -17.06	21336	24.04 -	33	27329	28	08.05	29814
			26.05					
2006	30.04 -10.06	13863	02.05 -	4	23508	2	04.05	25829
			06.05					
2007	04.04 -13.06	17834	13.04 –	13	23936	5	19.04	25948
			25.04					
2008	08.04 – 30.05	18202	15.04-30.04	16	25315	9	25.04	28205
2009	18.04 -30.05	18000	23.04-03.05	10	24034	6	28.04	26077
2010	24.04 – 03.06	17306	30.04 -12.05	13	24636	9	06.05	26005

**Объёмы попусков в нижний бьеф Куйбышевского водохранилища
за период с 1960 по 2010 гг.**

Год	Средний расход за апрель-июнь, м ³ /с	Год	Средний расход за апрель-июнь, м ³ /с
1960	11644	1986	14603
1961	11695	1987	13103
1962	8654	1988	11329
1963	13870	1989	11833
1964	9593	1990	19447
1965	12698	1991	19512
1966	19915	1992	14627
1967	8489	1993	14079
1968	12952	1994	16894
1969	10768	1995	17160
1970	16676	1996	7384
1971	11847	1997	14740
1972	11696	1998	14970
1973	11786	1999	16036
1974	16290	2000	15704
1975	7802	2001	16466
1976	8454	2002	15829
1977	8937	2003	12431
1978	11140	2004	13405
1979	18412	2005	16817
1980	10765	2006	9417
1981	16342	2007	15545
1982	9947	2008	13170
1983	11676	2009	11750
1984	8794	2010	10313
1985	15544		

**Уровни, приточность и расходы воды в период с 1984 по 2010гг.
на Жигулёвской ГЭС**

Год	Дата превышени е норматива	Уровни воды по факту	Уровни воды, после которых должны осуществляться повышенные сбросы воды, при обозначенной ниже приточности в м ³ /с				Прито- чность по факту на обознач енную дату, м ³ /с	Превыше -ние проект- ного уровня предполо -водной сработки (48.0м) на 1.04.	Средние расходы после обозначенной даты до 1.04, м ³ /с
			2500	3000	3500	4000			
1984	21.03	49.07	49.0	48.9	48.8	48.7	5000	1.07	7074
1990	11.03	50.08	49.9	49.7	49.5	49.3	6460	3,30 м	4530
	21.03	51.30	49.0	48.9	48.8	48.7	8220		4277
1991	11.01	52.57	-	-	52.7	52.2	5940		7702
	21.01	52.59	-	52.7	52.2	51.7	6840		7682
	01.02	52.73	52.6	52.1	51.7	51.2	8080	4.02 м	7964

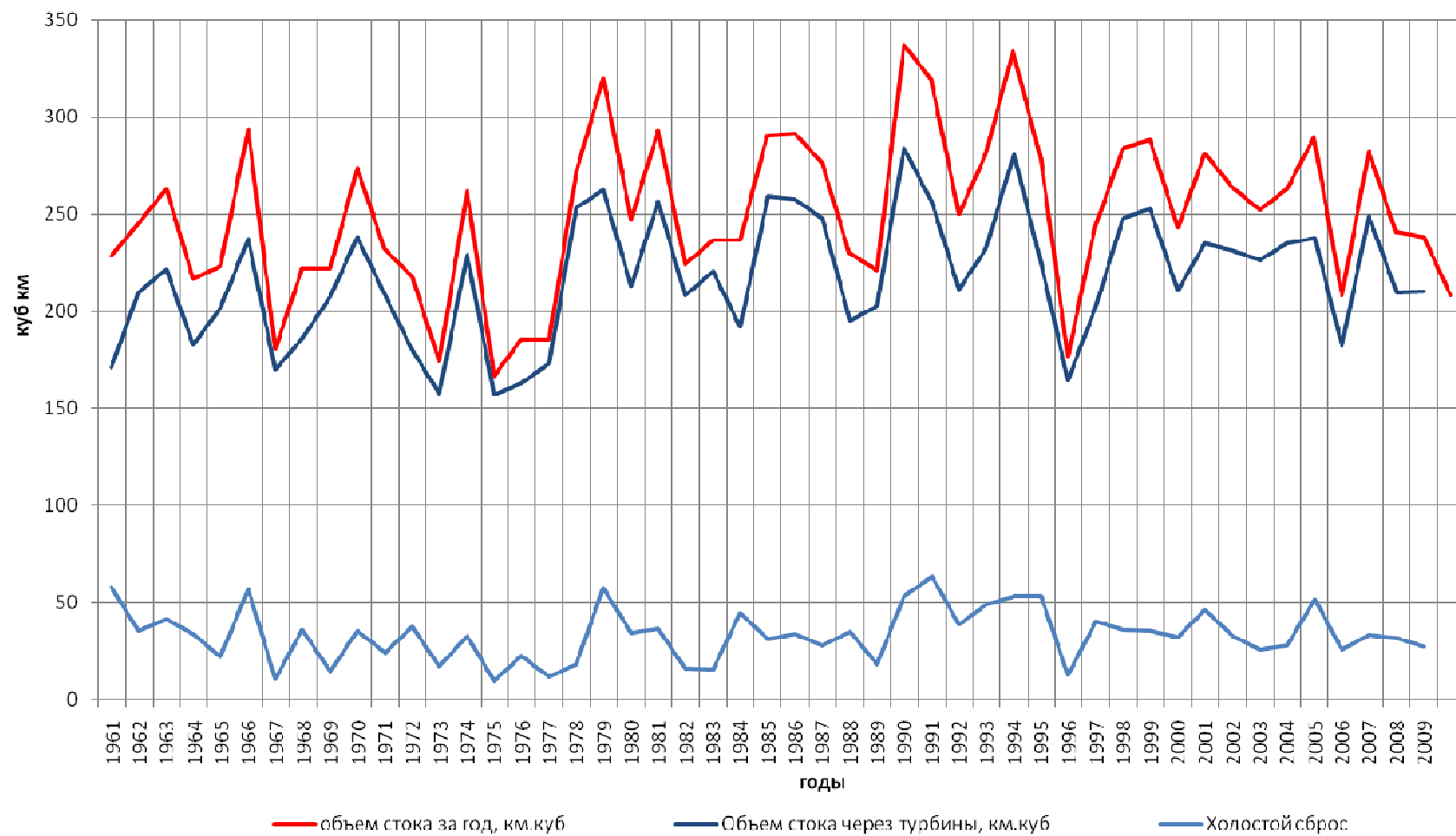
	21.02	52.54	51.2	50.9	50.5	50.2	6850		7855
	01.03	52.70	50.6	50.4	50.1	49.8	7520		8039
	11.03	52.66	49.9	49.7	49.5	49.3	4550		9216
	21.03	52.02	49.0	48.9	48.8	48.7	7400		10420
1992	21.01	52.56	-	52.7	52.2	51.7	6840	0.62	6964
1993	01.03	52.26	50.6	50.4	50.1	49.8	5510	1.92м	6129
	11.03	50.03	49.9	49.7	49.5	49.3	4670		6125
	21.03	49.92	49.0	48.9	48.8	48.7	5730		5521
1995	21.03	50.41	49.0	48.9	48.8	48.7	8010	2.41 м	5882
2000	11.03	49.96	49.9	49.7	49.5	49.3	6100	1.32 м	5080
	21.03	49.32	49.0	48.9	48.8	48.7	5830		4660
2001	21.03	48.76	49.0	48.9	48.8	48.7	7450	0.76	6955
2002	11.03	50.22	49.9	49.7	49.5	49.3	5585	3.79 м	5145
	21.03	51.79	49.0	48.9	48.8	48.7	7960		5530
2003	21.01	51.19	-	52.7	52.2	51.7	3740	0.64	5762
2004	01.03	50.26	50.6	50.4	50.1	49.8	5890	3.26 м	5773
	11.03	50.43	49.9	49.7	49.5	49.3	5405		5546
	21.03	51.26	49.0	48.9	48.8	48.7	7720		5319
2005	11.01	52.44	-	-	52.7	52.2	7835	2.84 м	7884
	21.01	52.29	-	52.7	52.2	51.7	8148		7968
	01.02	52.07	52.6	52.1	51.7	51.2	7833		7845
	21.02	51.71	51.2	50.9	50.5	50.2	7675		7907
	01.03	51.51	50.6	50.4	50.1	49.8	8102		8319
	11.03	51.11	49.9	49.7	49.5	49.3	8780		8094
	21.03	50.84	49.0	48.9	48.8	48.7	8004		8569
2007	21.01	51.90	51.2	50.9	50.5	50.2	6659	4.06 м	8424
	01.02	52.34	52.6	52.1	51.7	51.2	8877		8871
	21.02	52.04	51.2	50.9	50.5	50.2	9633		9183
	01.03	51.89	50.6	50.4	50.1	49.8	9609		8725
	11.03	52.05	49.9	49.7	49.5	49.3	6027		8066
	21.03	52.06	49.0	48.9	48.8	48.7	8793		9514
2008	01.03	50.56	50.6	50.4	50.1	49.8	4677	3.92 м	4393
	11.03	50.85	49.9	49.7	49.5	49.3	4468		4432
	21.03	51.92	49.0	48.9	48.8	48.7	4803		4548
2009	01.02	51.51	52.6	52.1	51.7	51.2	7437	3.74 м	6223
	21.02	51.33	51.2	50.9	50.5	50.2	7129		6092
	01.03	51.28	50.6	50.4	50.1	49.8	4693		5518
	11.03	51.35	49.9	49.7	49.5	49.3	6137		5203
	21.03	51.74	49.0	48.9	48.8	48.7	3420		4773
2010	21.03	49.72	49.0	48.9	48.8	48.7	4350	1.72	5079

Объемы годового стока (км³) в период 1962-2010гг. в створе Волгоградского гидроузла и отклонения от среднего значения

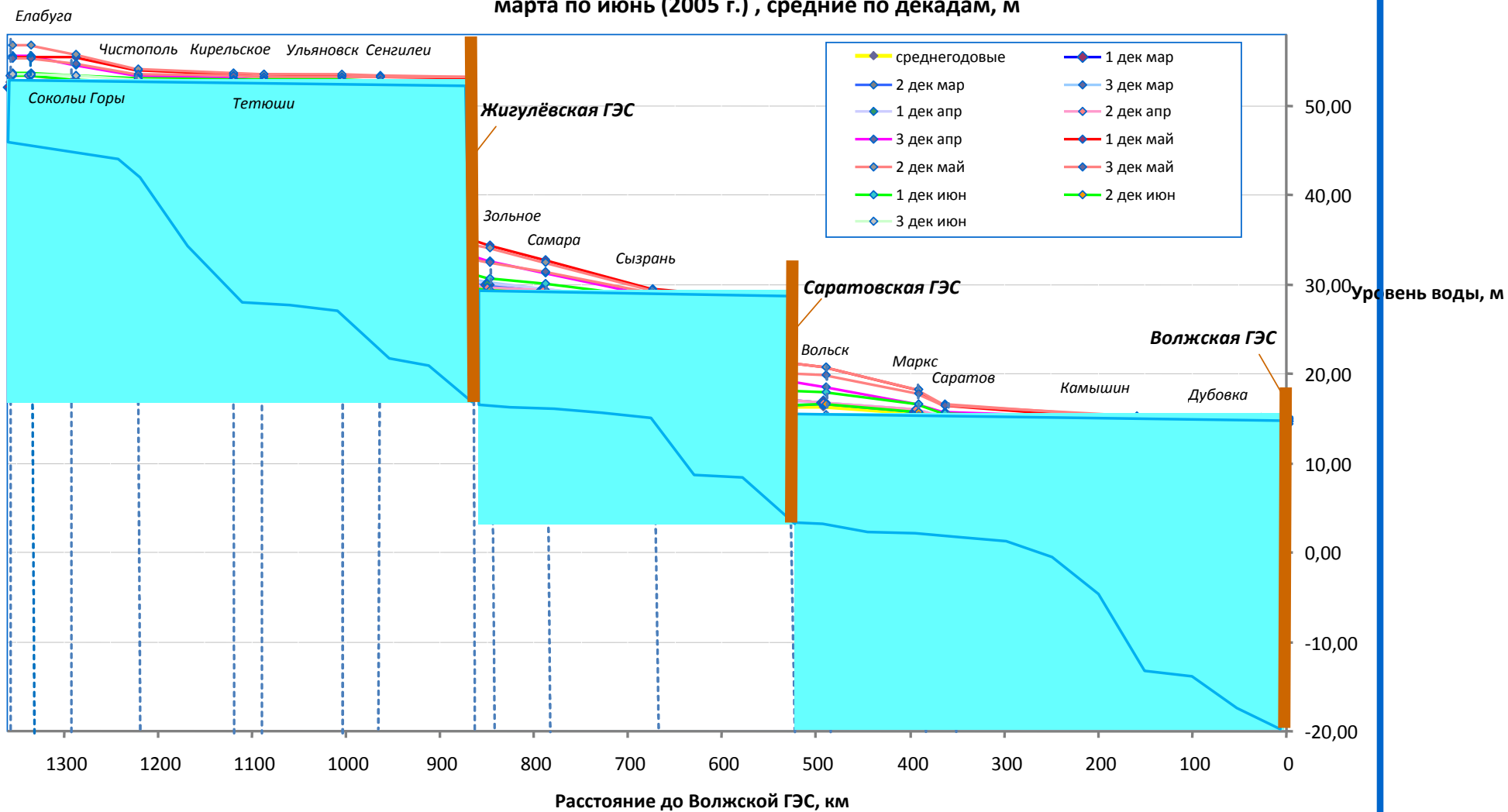
Год	Объем годового стока км³.	Отклонение от среднего за весь период	Max. сброс
1962	244	-6	25500
1963	263	13	28200
1964	217	-23	25200
1965	223	-17	24300
1966	294	44	30100
1967	181	- 69	27800
1968	222	-28	27400
1969	222	-28	25600
1970	273	23	27500
сумма/ средн.	2139 /238		
1971	232	-18	26600
1972	217	-33	25000
1973	174	-76	26000
1974	262	12	25000
1975	167	-83	24200
1976	185	-65	26600
1977	185	-65	25000
1978	271	21	25000
1979	320	70	34100
1980	247	-3	26000
сумма/ сред.	2260/ 226		
1981	293	43	26100
1982	225	-25	26000
1983	237	-13	26000
1984	225	-25	27000
1985	290	40	28100
1986	291	41	28100
1987	277	27	28100
1988	230	-20	28100
1989	222	-28	26100
1990	334	84	27100
сумма/ средн.	2624/ 262		
1991	320	70	30200
1992	251	1	27600
1993	282	32	28100
1994	337	87	28100
1995	279	29	28100
1996	177	-73	24100
1997	243	-7	26200
1998	284	34	26200
1999	288	38	26100
2000	244	-6	26200

сумма/ средн.	2705/270		
2001	282	32	28000
2002	265	15	26100
2003	252	2	26000
2004	264	14	26000
2005	286	36	28000
2006	208	-42	18000
2007	282	32	26000
2008	242	-8	27000
2009	238	-12	27100
2010	210	-40	27100
сумма/средн.	2590/ 253		
Итого за весь период	12257/250		

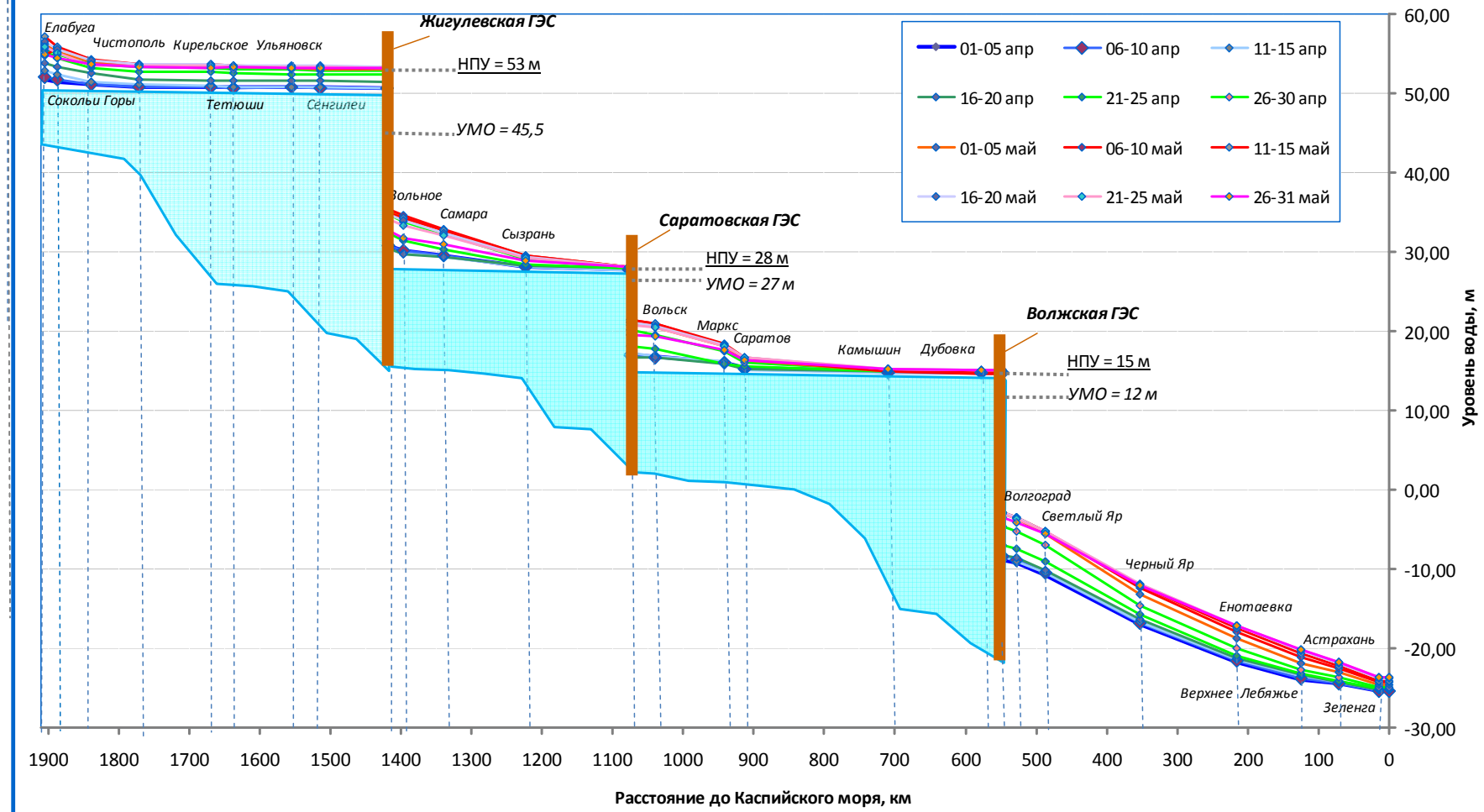
Фактическое распределение годового и весеннего стоков в створе Волгограда
(1961-2010 г.г.)



Уровни воды на гидропостах в Куйбышевском, Саратовском и Волгоградском водохранилищах с марта по июнь (2005 г.) , средние по декадам, м



Уровни воды на гидропостах в Куйбышевском, Саратовском и Волгоградском водохранилищах, на р.Волга ниже Волгоградского гидроузла в апреле - мае (2005 г.), средние за 5 дней, м



Графики приточности воды в Волжско-Камский каскад по месяцам за период с 1981-2010 гг

