

31.2
В 67



Волжско-Камский гидроэнергетический каскад



Москва 2005

31.2

104290-2

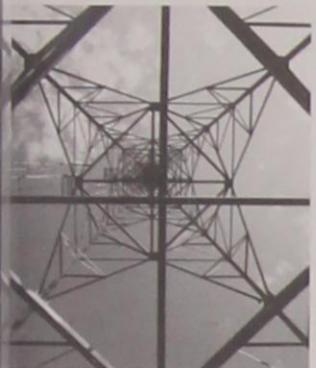
B67

Боннекко Кане
тигронерозарен
касаф м, 2008

1433

ОБ

312
B67



Волжско-Камский гидроэнергетический каскад



СОДЕРЖАНИЕ

6	Гидроэнергетический потенциал России и его использование
12	Реки Волга и Кама как основа жизнедеятельности населения центральной России
18	Водные ресурсы Волжского бассейна
48	Волжско-Камский гидроэнергетический каскад: роль в энергообеспечении региона и в ЕЭС России Перспективы развития
54	Приложение
58	Угличский гидроузел
62	Рыбинский гидроузел
66	Нижегородский гидроузел
70	Куйбышевский (Жигулевский) гидроузел
74	Саратовский гидроузел
78	Волгоградский гидроузел
82	Камский гидроузел
86	Воткинский гидроузел
88	Чебоксарский гидроузел
90	Иваньковский гидроузел
	Нижнекамский гидроузел

ЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ
ЦГБ

104290~

✓

БАЛАКОВСКАЯ ОБЪЕДИНЕННАЯ
БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА





Роль гидростанций Волжско-Камского каскада для российской энергетики трудно переоценить. Установленная мощность каскада составляет четверть от мощности всех ГЭС нашей страны, а маневренность станций позволяет полностью покрывать пиковые нагрузки в европейской части России, обеспечивая надежность работы Единой энергосистемы. Волжско-Камский каскад с момента сооружения первой из станций был и остается стержнем развития отечественной экономики и промышленности.

Последние годы станции Волжско-Камского каскада находились под управлением ОАО «УК ВоГЭК». За это время компания добилась впечатляющих результатов, выстроив и отладив современные бизнес-процессы работы ГЭС, существенно повысив их эффективность. В настоящее время согласно плану реформирования российской электроэнергетики станции Волжско-Камского каскада включены в состав Федеральной гидрогенерирующей компании (ОАО «ГидроOGK»), которая к моменту завершения своего фор-

мирования объединит около 50 российских ГЭС общей установленной мощностью порядка 23 ГВт. Миссия компании гораздо шире обеспечения надежной работы подведомственных гидростанций – она предполагает комплексное развитие гидроэнергетической отрасли России. В наших планах – достройка Бурейской ГЭС и Богучанской ГЭС на Дальнем Востоке и в Сибири, Ирганайской и Зеленчукской ГЭС на Северном Кавказе. В своей работе мы будем опираться на ценный опыт УК «ВоГЭК» по управлению станциями и их развитию.

Вячеслав Синюгин
Председатель Правления
ОАО «ГидроOGK»

Россия – великая водная держава, экономически эффективный гидроэнергетический потенциал которой, по оценкам специалистов, составляет 852 млрд кВт/ч годовой выработки электроэнергии. К настоящему времени освоено около 20% этого потенциала, годовая выработка электроэнергии на российских ГЭС составляет 167 млрд кВт/ч.

В стране действуют сотни крупных и мелких гидроэлектростанций. Особое значение имеет каскад гидроузлов на Волге и Каме – уникальное явление в истории отечественного гидростроения, одно из ключевых звеньев Единой энергосистемы России. Волжские и камские гидростанции – гигантский овеществленный труд миллионов людей, воплощение интеллекта и таланта десятков и сотен выдающихся теоретиков и практиков гидротехники. Имена А.П. Александрова, Б.К. Александрова, С.Я. Жука, Н.М. Иванцова, И.В. Комзина, Н.А. Малышева, А.В. Михайлова, Н.В. Разина и многих других ученых, инженеров и организаторов строительства золотыми буквами вписаны в историю России.

В настоящее время девять станций, которые в период с 2002 по 2005 гг. перешли под управление УК «Волжский гидроэнергетический каскад», – Угличская и Рыбинская (объединенные в ОАО «Каскад Верхневолжских ГЭС»), Нижегородская, Жигулевская, Саратовская, Волжская, Камская, Воткинская и Чебоксарская ГЭС – работают как единый технологический комплекс. Они выполняют важнейшую задачу: эффективно используя постоянно возобновляемый природный источник энергии рек, снабжают страну электроэнергией, себестоимость которой значительно ниже себестоимости электроэнергии тепловых и атомных электростанций. Энергия гидростанций используется в пике графика электрической нагрузки, что обеспечивает устойчивую работу Единой энергосистемы европейской части России. Среднемноголетняя выработка электроэнергии гидроэлектростанциями Волжско-Камского каскада составляет около 37 млрд кВт/ч. По подсчетам экономистов, электроэнергия, вырабатываемая



ГЭС Волжско-Камского каскада, позволяет экономить десятки миллионов тонн не возобновляемых энергоносителей и атмосферного кислорода, сжигаемых тепловыми электростанциями. Велика роль волжских и камских гидростанций и водохранилищ в поддержании и развитии экономического потенциала нашей страны, в сохранении окружающей среды.

Энергетика во все времена играла роль локомотива экономического развития. В непростые для страны 1990-е годы, пожалуй, только гидроэнергетический комплекс сохранил устойчивость и независимость от инфляционных процессов, выступил одним из стабилизирующих факторов экономики страны.

Заинтересованность общества в сохранении и развитии потенциала гидроэнергетики позволяет прогнозировать большие перспективы этой отрасли.

Далеко не последнюю роль в процессе реформирования российской энергетики играют волжские и камские гидростанции.

Объединение их в единый комплекс дало дополнительные возможности для максимизации результата каждой ГЭС, входящей в этот комплекс, за счет совершенствования финансового менеджмента и технологического управления в условиях совместного функционирования регулируемого и конкурентного рынков электроэнергии. Выполнение принятой УК долгосрочной Программы комплексной реконструкции и технического перевооружения ГЭС Каскада, охватывающей период до 2015 года, и дальнейшее развитие автоматизированной системы управления технологическими процессами на гидростанциях позволит заметно повысить эффективность использования водных ресурсов Волги и Камы.

Расим Хазиахметов
Генеральный директор
ОАО «Управляющая компания
“Волжский гидроэнергетический каскад”»



Гидроэнергетический потенциал России и его использование

Российская Федерация (Россия) – крупнейшее государство мира, ее площадь 17,1 млн км². Расположена в северо-восточной части Евразии, занимая около 1/3 ее территории (31,5%), включающей восточную часть Европы и север Азии.

Население страны, согласно переписи 2002 года, составляет 145,2 млн человек. 78% населения России сосредоточено в европейской части (включая весь Урал). К Европейской России относят всю территорию, лежащую западнее Урала (около 23% площади). На долю Азиатской России приходится свыше 75% площади страны.

Основная часть территории России расположена между 70° и 50° с.ш. Около 20% территории лежит за Северным полярным кругом.

Общая протяженность границ России составляет 60932,8 км. Около 2/3 из них приходится на долю морских границ –

38 807,5 км. Территория страны омывается 12 морями, принадлежащими к бассейнам Атлантического, Северного Ледовитого и Тихого океанов.

Внутренние воды – воды рек, озер, водохранилищ, болот, ледников и подземные воды – занимают 12,4% территории России.

Из поверхностных вод в социально-экономическом развитии страны приоритет принадлежит речному стоку. В пределах России протекает более 2,5 млн рек общей протяженностью свыше 8 млн км (по одной реке на каждые 60 жителей).

Средний годовой слой речного стока для территории России равен 237 мм. На одного человека приходится 28 тыс. м³ воды в год. По этому показателю Россия уступает лишь немногим странам: Канаде (129), Норвегии (97), Конго (192), Бразилии (60) и некоторым другим.

Таблица 1. Крупнейшие реки России: основные гидрологические характеристики

Река	Длина (км)	Площадь бассейна (тыс. км ²)	Средний расход воды (м ³ /сек)	Годовой сток (км ³)
Обь	3650	2990	12700	404
Амур (с Аргунью)	4440	1855	10900	344
Лена	4400	2490	17000	536
Енисей (с Б. Енисеем)	4102	2580	19800	624
Волга	3690	1360	7950	251

Большинство рек Русской равнины, Западной и Восточной Сибири относятся к рекам с весенним половодьем, возникающим из-за таяния снега. На Русской равнине на весеннее половодье приходится до 60–80% годового стока. Водоносность и сток рек существенно меняются год от года, следуя за климатическими флюктуациями.

Для регулирования речного стока в целях гарантированного водообеспечения и защиты территорий от паводков в России построено около 1200 водохранилищ с общей площадью водной поверхности более 115 тыс. км² и полным объемом более 900 км³. Наибольшее количество водохранилищ находится в Поволжском районе.

Таблица 2. Крупнейшие водохранилища России

Название водохранилища	Река	Год заполнения	Полный объем (км ³)	Площадь зеркала (км ²)	Длина (км)
Братское	Ангара	1967	169,3	5470	565
Красноярское	Енисей	1967	73,3	2000	390
Зейское	Зея	1974	68,4	2420	225
Усть-Илимское	Ангара	1977	59,4	1870	300
Богучанское	Ангара	строится	58,2	2325	375
Куйбышевское	Волга	1957	58,0	5900	650
Байкальское (Иркутское)	Ангара	1959	47,6	32965	700
Волгоградское	Волга	1960	31,4	3115	540
Саяно-Шушенское	Енисей	1987	29,1	633	290
Рыбинское	Волга	1947	25,4	4550	204

По запасам гидроэнергии Россия уступает только Китаю. Объем энергетических ресурсов страны, которые могут быть экономически эффективно использованы, оценивается в 852 млрд кВт/ч. По степени

использования экономически эффективных гидроресурсов (19,5%) Россия значительно отстает от развитых стран (в США и Канаде используется 70–80%, в Западной Европе и Японии – 60–90%).

Таблица 3. Крупнейшие гидроэлектростанции России

Наименование ГЭС	Река	Среднемноголетний расход (м ³ /с)	Наибольшая высота плотины (м)	Мощность (МВт)	Среднемноголетняя выработка электроэнергии (млрд кВт/ч)	Год ввода первого агрегата
Чебоксарская	Волга	3580	42	1404	3,5	1980
Бурейская	Бурея	875	142	2000	6,5	строится
Жигулевская	Волга	7630	45	2300	10,9	1955
Волжская	Волга	7960	47	2563	11,1	1958
Богучанская	Ангара	3530	89	3000	17,8	строится
Усть-Илимская	Ангара	3220	105	4320	21,7	1974
Братская	Ангара	2918	125	4500	22,6	1961
Красноярская	Енисей	2798	124	6000	20,4	1967
Саяно-Шушенская	Енисей	1480	242,5	6400	23,5	1978



Наиболее полно гидроэнергоресурсы используются в Европейской части страны и на Урале (47%).

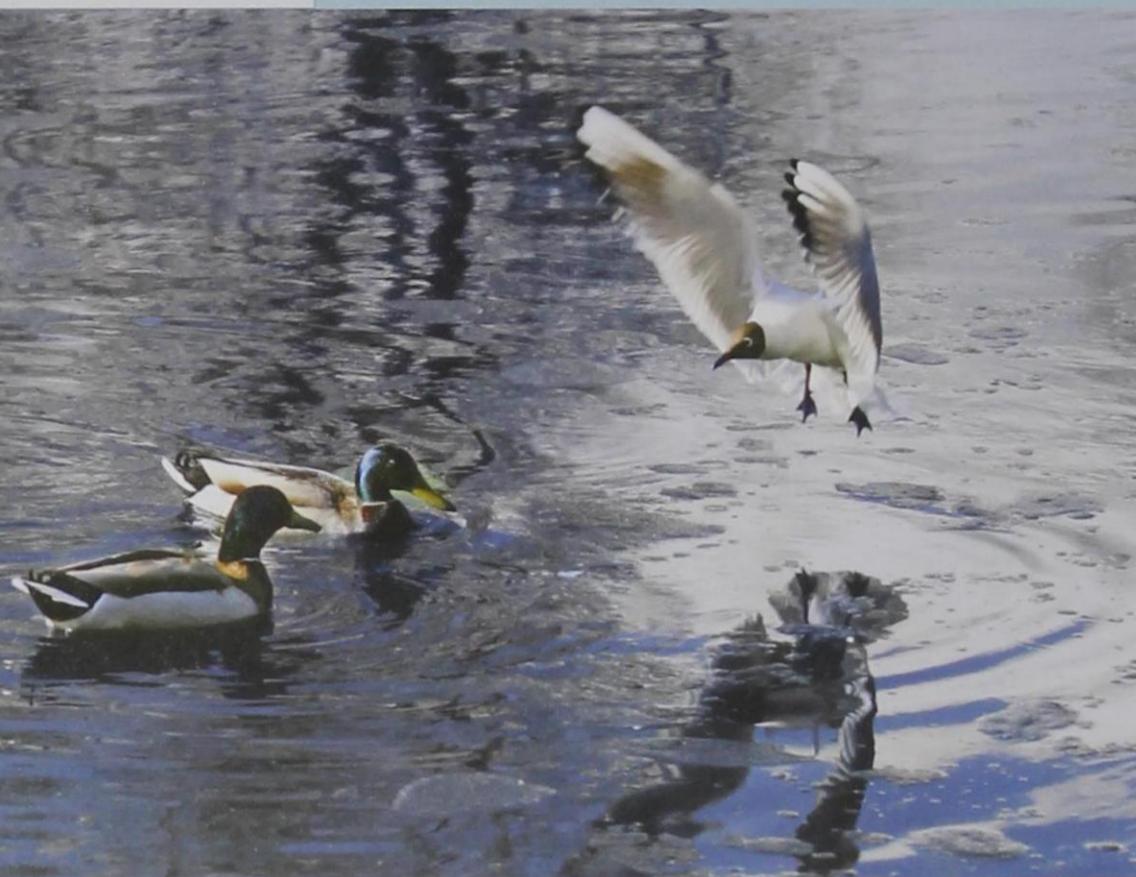
Удельный вес ГЭС в энергетическом балансе страны составляет около 20%. Использование свыше 70% мощности и выработку более 70% электроэнергии страны контролирует РАО «ЕЭС России».

Объединение гидроузлов в каскады увеличивает эффективность использования водных ресурсов. Особое место в системе энергообеспечения страны и в обеспечении электроэнергией Европейской части России занимают каскады ГЭС и водохранилищ на Волге и Каме.









Реки Волга и Кама как основа жизнедеятельности населения Центральной России

Волга по своей протяженности – крупнейшая река в Европе, шестая в мире и пятая в России (см. табл. 1). Ее длина составляет 3690 км. Площадь водосбора 1360 тыс. км² – это 30% территории Восточно-Европейской равнины, 62,2% европейской части и 8% всей площади России, или почти 13% территории Европы (площадь Франции, Италии, ФРГ и Великобритании вместе взятых). Свое начало река берет на Валдайской возвышенности (отметка истока 225 м над уровнем моря) и впадает в Каспийское море (отметка устья минус 28 м), падение (абсолютная разность отметок) достигает 253 м.

Кама – самый большой и мощный приток Волги из 2600 впадающих в нее рек, наиболее многоводная река Волжского бассейна. Кама занимает второе после Волги место среди рек Европейской части СССР по площади водосбора – 524 тыс. км². Длина реки

2009 км. Исток Камы расположен в средней части Верхнекамской возвышенности на высоте 331 м, падение реки составляет 229 м.

Волгу не случайно называют «матушкой», «кормилицей», «главной улицей России». Великая русская река всегда была транспортно-экономической осью Поволжья, связывающей входящие в него части в один хозяйствственный организм.

Еще в знаменитом плане ГОЭЛРО (по которому предполагалось построить в течение 10–15 лет гидростанции общей мощностью около 15 млн кВт, около трети из них – в европейской части России) подчеркивалось, насколько благоприятно для целей электрификации географическое положение Поволжья. Его территория лежит между важнейшими экономическими районами страны – Центром, Уралом, юго-западными



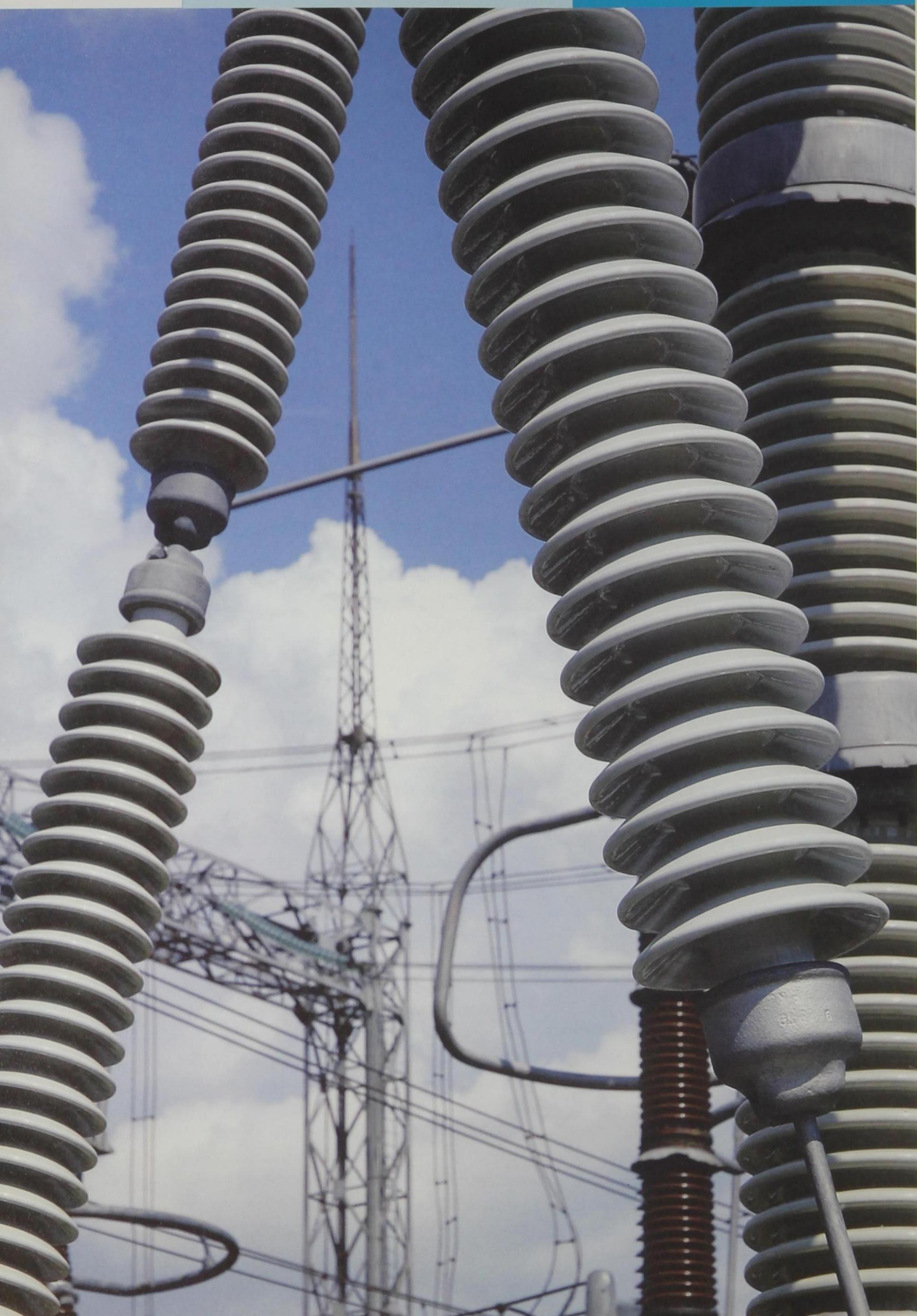
территориями страны и Северным Кавказом. Естественно, что экономические и транспортные связи способствовали созданию в Поволжье опорных баз для освоения богатейших ресурсов восточных районов, а также развитию отраслей промышленности и сельского хозяйства, столь необходимых густозаселенным западным районам России.

С созданием Волжско-Камского гидроэнергетического каскада жизнь населения Поволжья изменилась коренным образом. На берегах Волги и Камы были построены сотни новых городов и поселков, открылись возможности для развития существовавших к тому времени и создания новых производств.

В Волжском бассейне сегодня проживает более 60 млн человек – около 40% населения России, уровень жизни которого, судя по демографическим данным, превосходит среднероссийский (за последние 30 лет прирост населения в Волжском бассейне составил 10,6 млн человек; в 1985–1990 гг. население территорий бассейна выросло почти на 2 млн человек, в то время как в среднем

по России оно не увеличилось и даже незначительно сократилось).

В Волжском бассейне расположились земли 37 административных единиц РФ (областей и бывших автономий), в их числе такие крупные экономические образования, как Московская, Ивановская, Нижегородская, Самарская области. В бассейне Волги около 75 млн га лесных массивов, около 65 млн га пахотной земли. Здесь производится свыше 40% сельскохозяйственной и до 50% промышленной продукции страны. Здесь сконцентрированы предприятия и инфраструктура нефтяной, газовой и химической промышленности, развита кооперация отраслей машиностроения. Поволжье славится своими хлебами, а по производству мяса занимает первое место в Российской Федерации. Волго-Камская водная система является главным звеном Единой водно-транспортной системы России, объединяющей свыше 30 тыс. км судоходных рек европейской части страны, входит в структуру основных трансъевропейских транспортных



коридоров. По Волге и ее притокам перевозится приблизительно 70% грузов, перевозимых речным транспортом России. В бассейне Волги вылавливается более половины всей рыбы на внутренних водоемах страны и свыше 90% осетровых.

Наконец, Поволжье – главное звено Единой электроэнергетической системы России.

Валовый гидроэнергетический потенциал бассейна Волги оценивается экспертами

в 114 млрд кВт/ч выработки электроэнергии, однако реальные перспективы его использования (сверх современной выработки 37 млрд кВт/ч в год) крайне сомнительны. В настоящее время гидроэлектростанции Волжско-Камского каскада дают около 20% электроэнергии, производимой российскими ГЭС, служат опорными системообразующими пунктами Единой энергетической системы на европейской территории России.









Водные ресурсы Волжского бассейна

Физико-географические условия

Бассейн Волги и ее притоков расположен в средней части Русской равнины, и только узкая полоса вдоль Уральского хребта находится в Уральской горной стране. Протяженность бассейна с севера на юг 1910 км, с запада на восток 1805 км.

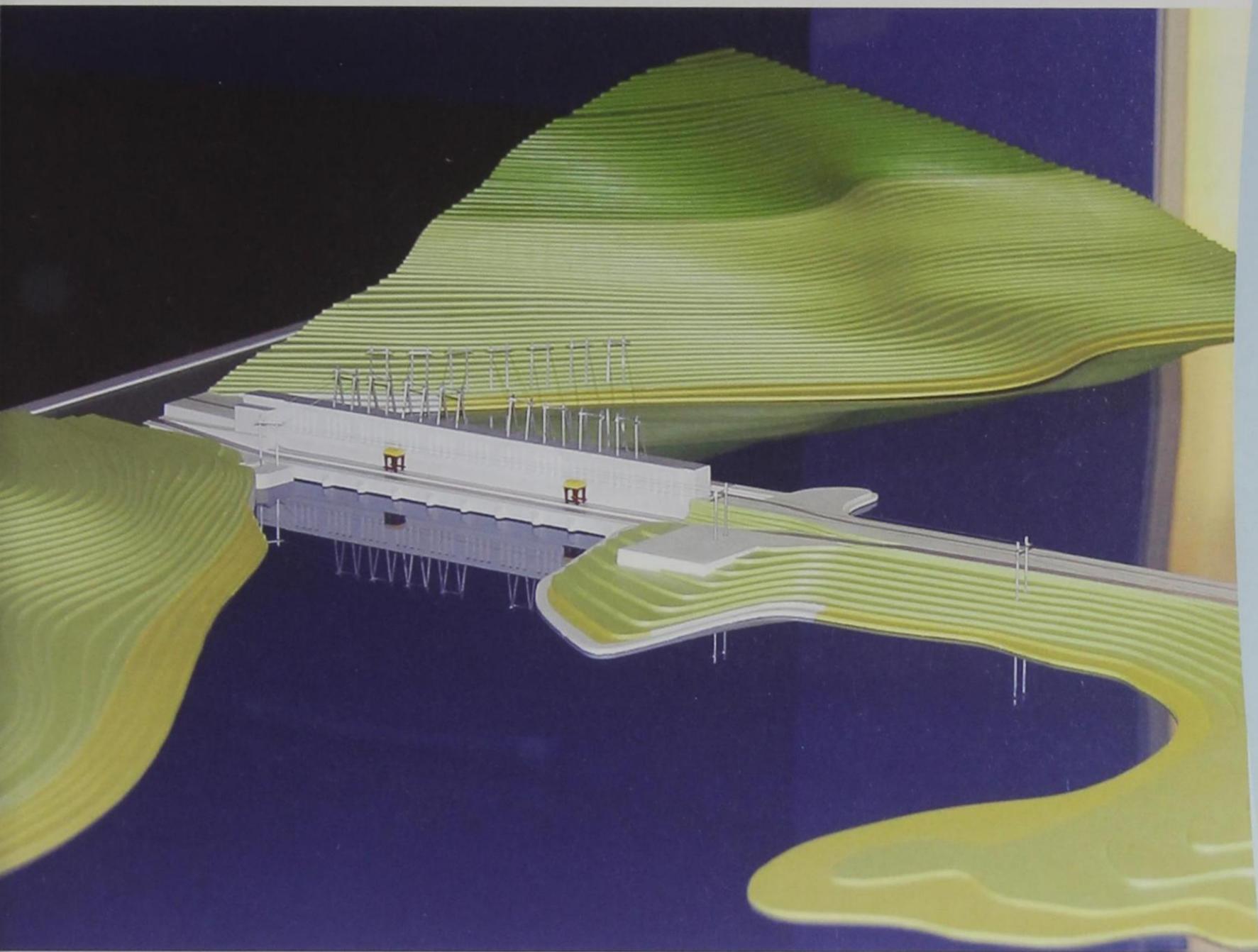
По величине и характеру течения Волгу принято делить на три части – верхнюю, среднюю и нижнюю. Граница между Верхней и Средней Волгой – место впадения р. Шексны у Рыбинска. Границей Средней и Нижней Волги принято считать устье Камы.

Ниже впадения Камы Волга становится особенно полноводной. Ширина долины достигает 20–30 км. В районе г. Самары Волга, огибая Жигулевские горы, образует гигантскую излучину – Самарскую лукку, где долина сужается до 2–3 км. Особенно силь-

но долина расширяется ниже Волгограда. Здесь от Волги слева отделяется первый рукав – р. Ахтуба, которая дальше течет как самостоятельный поток параллельно основному руслу Волги.

Волга представляет собой классический пример равнинной реки. Продольный профиль ее близок к так называемому профилю равновесия, средний уклон составляет 0,06‰. Особенno мало падение в нижнем течении, где оно не превышает 0,02‰.

Кама от истока сначала течет на север, затем под прямым углом поворачивает на восток и, достигнув предгорий Урала, вновь меняет свое направление, резко поворачивая на юг. Таким образом, в верхнем течении Кама образует как бы гигантскую петлю. При общей длине ее, превышающей 2000 км, расстояние от истока до устья по прямой равно около 445 км. Кама, как



и Волга, принадлежит к числу равнинных рек; средний ее уклон, однако, почти в два раза больше последней, но также невелик и составляет около 0,11‰.

Геологическое строение и рельеф

Основание Русской равнины – древний кристаллический фундамент докембрийского возраста. В пределах той части бассейна, которая находится на Русской равнине, кристаллический фундамент повсеместно покрыт толщей осадочных пород.

Низменности, абсолютная высота которых ниже отметки 200 м, занимают примерно 65% водосбора Волги, а возвышенности – около 35%. Одной из наиболее обширных, относительно высоких, разнообразных по рельефу возвышенностей Русской равнины является Приволжская возвышенность. В некоторых участках ее рельеф настолько сильно расчленен, что напоминает настоя-

щие горные страны. Наиболее индивидуальным своеобразием строения и ландшафта отличаются Жигули – небольшой горный хребет длиной 75 км, расположенный в излучине Самарской Луки.

Сложные физико-географические и геологические особенности территории бассейна сказались на условиях сооружения каскада гидростанций на Волге и Каме. Большая ширина долин вызвала необходимость строить напорные сооружения значительной протяженности; необходимость сброса больших паводковых расходов с интенсивными ледоходами потребовала устройства водосбросных сооружений большой пропускной способности, а залегающие в основании мягкие грунты – пески, глины, песчано-глинистые отложения, иногда с наличием напорных вод, – предопределили габариты сооружений и устройство ниже водосбросов мощных креплений дна реки во избежание его размывов.

В связи с этим при возведении ГЭС Волжско-Камского каскада российскими



учеными-гидротехниками были разработаны и внедрены уникальные, большей частью не имевшие прецедента в мировой практике технологии строительства, а многолетний опыт проектирования, сооружения и эксплуатации гидроузлов на Волге и Каме позволил выработать представление о наиболее надежных, экономичных и технологичных в строительстве конструкциях плотин, отвечающих специфике природных условий Европейской части России.

Климат

Основная часть водосбора Волги находится в полосе достаточной увлажненности; только в юго-восточной части имеет место недостаток влаги. Количество выпадающих осадков резко уменьшается по мере продвижения к югу. В северной части Нижнего Поволжья, в Самаре, за год выпадает 345 мм осадков, южнее, в районе Волгограда, – только 250 мм. В конце весны и летом часто дуют сухие юго-восточные ветры – суховеи, очень неблагоприятные для сельского хозяйс-

тва. Повторяемость засух в южной части Нижнего Поволжья составляет приблизительно 30%. Бывают годы, когда за три летних месяца здесь выпадает не более 50 мм осадков. Кроме Волго-Ахтубинской поймы и узкой полосы, непосредственно прилегающей к Волге, в этих районах до строительства водохранилищ всегда было трудно обеспечить водоснабжение поселков, орошение посевов зерновых и других сельскохозяйственных культур, приусадебных участков.

Известно: понижение урожаев, обусловленное недостатком осадков, бывает в Поволжье не менее шести раз, а резкие недороды хлебов приблизительно три раза в десятилетие. Густонаселенные, земледельчески освоенные районы Поволжья с превосходными черноземными почвами веками страдали от неурожая, обусловленного засухой (достаточно вспомнить события начала 1920-х гг., когда засуха охватила весь Волжский бассейн и голод унес миллионы человеческих жизней). Сооружение Волжско-Камского каскада водохранилищ позволило оросить и обводнить миллионы гектаров засушливых земель и тем

самым ослабить влияние неблагоприятных природных факторов.

Кроме того, водохранилища сами по себе вызывают локальное повышение влажности, а также оказывают смягчающее воздействие на климат прилегающих территорий, влияя на снижение экстремальных температур атмосферного воздуха: в прибрежной полосе летние максимумы снижаются на 2–3 °C, зимние минимумы повышаются на 1–2 °C.

Гидрография водосбора и водный режим

В пределах водосбора Волги и ее притоков насчитывается приблизительно 151 тыс. водотоков – рек и речек длиной более 10 км. Из этого количества 2600 рек непосредственно впадают в Волгу и в расположенные на ней водохранилища.

Суммарный среднемноголетний сток Волги составляет 251 км^3 , из них основную

часть – 119 км^3 – дает Кама. 78% водосбора Волги приходится на бассейн Средней Волги, в пределах которого в нее впадают Ока и Кама.

Водный режим Волги является типичным для рек Восточно-Европейской равнины. Его основные черты таковы: весной – высокое половодье (на которое приходится в среднем 70% годового стока Волги); летом – относительно низкая межень, изредка прерываемая паводками от дождей; осенью отчетливо выражен осенний паводок; зимой снова наступает меженное состояние.

Основные черты водного режима Камы такие же, как и у Волги, однако для Камы характерна более неустойчивая летняя межень, часто прерываемая дождевыми паводками, иногда достигающими значительной силы.

Сток Волги неравномерно распределяется по годам и особенно по сезонам. Так, сток 1926 года, самого многоводного года на Волге за последние сто лет, составил 384 км^3 – половодье 1926 года носило





катастрофический характер. А объем стока маловодного 1923 года не превышал 157 км³. До зарегулирования стока Волга летом и осенью из-за недостатка воды в ряде мест мелела, и для обеспечения судоходных глубин в межень приходилось вести землечерпательные работы, причем в огромных объемах (так, в 1939 году со дна волжских перекатов ежесуточно вынималось до 12 000 м³ грунта). Амплитуда колебания уровня воды, одна из самых больших для рек Европейской части России, до создания каскада водохранилищ достигала 17 м (у устья Камы) и создавала трудности для судоходства и водоснабжения населения и промышленности. Такая амплитуда колебания уровней воды в реке объясняется в основном строением долины и русла и характером половодья: сформировавшееся в верховьях, по мере продвижения вниз по течению оно усиливается за счет местного снеготаяния.

В настоящее время на всем протяжении Волги и Камы, от верховья до устья, уже не осталось участка, в котором сохранился бы естественный режим реки, не видоизмененный гидросооружениями. За счет спрямления

извилин рек в пределах акватории водохранилищ изменились длина Волги и притоков. Строительство плотин на Волге более чем в 10 раз замедлило течение реки. Амплитуда колебания уровня воды резко уменьшилась, поскольку весенний сток почти полностью аккумулируется водохранилищами.

История освоения водных ресурсов Волги и Камы и создания каскада гидроузлов

До зарегулирования Волги избыток воды в одни периоды и недостаток ее в другие затрудняли транспортное использование реки, не позволяли организовать орошение земель и водоснабжение городов в необходимых объемах. Технические возможности промышленности и плотиностроения, общий уровень экономики страны в первой четверти XX века не позволяли осуществить в бассейне Волги серьезные гидростроительные и ирригационные проекты, а гидротехнические работы ограничивались шлю-

зованием рек и частичной реконструкцией старых каналов (в том числе построенных в начале XVIII и XIX столетий Вышневолоцкой и Мариинской водных систем, соединяющих Волгу с Балтийским морем). Только в начале 1930-х по трассе Мариинской водной системы, пригодной только для движения небольших судов, был построен Волго-Балтийский канал, а в 1960-е годы вместо многочисленных старых шлюзов на новом водном пути создано пять гидроузлов с семью однокамерными шлюзами, после чего стало возможным движение крупного водного транспорта.

Мощность действующих к 1917 году гидроэлектростанций низких напоров при гидроузлах, построенных преимущественно для целей ирригации и водоснабжения, составляла всего 16 тыс. кВт. Уже в 1935 году, в соответствии с планом электрификации ГОЭЛРО, в России работали 11 гидроэлектростанций общей мощностью 771,3 тыс. кВт, среди них Волховская, Днепровская, Нижне-Свирская ГЭС.



Наиболее крупные к тому времени плотины Нижне-Свирской гидроэлектростанции на «мягком» основании – водосливная высотой 26 м общим объемом бетона более 200 тыс. м³ и земляная высотой более 28 м общим объемом 370 тыс. м³ – были сооружены в чрезвычайно сложных гидрогеологических условиях при наличии в основании пластичных глинистых грунтов с очень низким коэффициентом сдвига. Проектирование и строительство этих плотин по сути заложили основу создания отечественной школы возведения гидроузоружий на «мягких» грунтах. Со временем сложилась и с каждым последующим гидроузлом совершенствовалась схема сооружения гидроузлов на равнинных реках.

Переустройство Волги и Камы началось в 1930-е годы. Проблема трактовалась комплексно – как ирригационная, транспортная и энергетическая. Проектированием реконструкции Волги занимались ведущие отечественные проектные организации: «Гидроэнергопроект», «Гидропроект» и ряд других. Инженерная схема каскада гидроузлов предусматривала наиболее полное использование водно-энергетических ресурсов для получения большого количества дешевой электроэнергии; создание глубоководного пути в пределах основного течения Волги и Камы, а также соединение этих рек с Балтийским, Белым, Азовским и Черным морями; развитие сельского хозяйства в прилегающих к Волге районах путем орошения и обводнения больших массивов засушливых плодородных земель; сохранение запасов и развитие улова рыбы. Для получения наибольшего энергетического эффекта схемой предусмотрено использование падения реки наименьшим количеством плотин с созданием при них емких водохранилищ. Одним из существенных принципов при проектировании энергетического использования гидроресурсов Волги и Камы было строительство гидроэлектростанций каскада как основы Единой энергетической системы европейской части СССР.



В 1930 году появились предложения ряда специалистов о строительстве гидроузлов у г. Ярославля и г. Камышина на Волге и у г. Перми на Каме. В связи с этим в 1931 году Госплан СССР признал необходимым приступить к разработке генеральной схемы использования водных ресурсов Волги. Для получения наибольшего энергетического эффекта схемой использования ресурсов Волги и Камы было предусмотрено использование падения реки наименьшим количеством плотин с созданием при них емких водохранилищ. Эта схема наряду с другими материалами рассматривалась на ноябрьской сессии Академии наук СССР в 1933 году, посвященной проблеме «Большая Волга». Для проведения проектно-изыскательских работ в составе «Гидроэлектропроекта» Наркомтяжпрома была создана специальная проектная организация – бюро «Большой Волги». В 1932 году, используя ранние проработки Самарского бюро Волгостроя, Всесоюзного научно-исследовательского института энергетики и электрификации АН СССР, Наркомвода и «Большой Волги», руководитель бюро профессор А.В. Чаплыгин

предложил построить каскад из пяти волжских и трех камских гидроэлектростанций с общей установленной мощностью около 5 млн кВт и ежегодной выработкой электроэнергии 26,5 млрд кВт/ч.

Началом реализации проекта «Большой Волги» стало сооружение канала Москва–Волга в комплексе с Иваньковским, Угличским и Рыбинским гидроузлами. Строительство Иваньковского гидроузла и канала, позволившего связать Москву глубоководной транспортной магистралью с бассейнами Каспийского, Балтийского и Белого морей, было завершено в 1937 году. (Впоследствии, в 1948–1952 годах, был построен еще один крупный канал – Волго-Донской, обеспечивший наряду с Волго-Балтийским водным путем бесперебойную связь речного судоходства бассейнов Волги, Дона, Днепра и Дуная и позволивший эксплуатировать суда класса «Река–Море»).

В 1932 году правительством было одобрено строительство гидроузлов у городов Балахны Горьковской области, Ярославля и Углича. В 1935 году проект Ярославского

гидроузла был признан неэффективным и строительство его прекращено. Поводом для этого послужили результаты экспертизы и исследовательских работ, проведенных Управлением строительства канала Москва–Волга. Эксперты С.Я. Жук, В.Д. Журин, Г.А. Чернилов, А.В. Арнгольд выступили разработчиками новой схемы реконструкции Волги в ее верхнем и среднем течении: предложили перенести створ гидроузла выше города Рыбинска, разместив его раздельно на р. Волге – в районе села Переборы и на р. Шексне, и создать каскад трех взаимно-поддержанных гидроузлов: Иваньковского, Угличского и Рыбинского. Схема была одобрена, и 14 сентября 1935 года правительство приняло постановление о начале строительства на р. Волге одновременно обоих гидроузлов – Угличского и Рыбинского общей установленной мощностью около 300 тыс. кВт. Строительство было поручено специально созданному при Народном комиссариате внутренних дел СССР строительно-монтажному управлению «Волгострой». Основные работы на сооружениях Верхневолжских гидроузлов начались в 1938–1939 годах. В 1939 году началось заполнение Угличского, а в 1940-м – Рыбинского водохранилища.

К осени 1941 года было освоено около 80% сметных ассигнований на строительство объектов гидроузлов, введены в действие оба гидроагрегата Угличской ГЭС (первый – в декабре 1940 года, второй – в марте 1941 года). Первый агрегат Рыбинской ГЭС мощностью 55 тыс. кВт дал промышленный ток 22 сентября 1941 года. В ноябре 1941 года в связи с приближением линии фронта строительство гидроузлов было временно прекращено и возобновилось лишь в апреле 1942-го. Второй агрегат Рыбинской ГЭС дал ток в 1942 году, последний – шестой – в 1950 году.

14 апреля 1955 года Угличский и Рыбинский гидроузлы были приняты в промышленную эксплуатацию.

Сооружение Рыбинского и Угличского узлов успешно разрешило задачу комплексного использования транспортных и энергетических возможностей Верхней Волги, явилось началом радикального переустройства

Волги на всем ее протяжении. Уже в проекте верхневолжских гидроузлов был четко проведен принцип использования гидравлической энергии в «пиковой» части графика нагрузки энергосистемы с соответствующим увеличением их установленной мощности, применяемый сегодня повсеместно.

Именно при возведении этих гидростанций началось применение сборных железобетонных плит-оболочек и армоконструкций. Верхневолжские гидроузлы положили начало созданию на отечественных заводах крупнейших поворотнолопастных турбин и мощных генераторов, изготовленных впоследствии для других гидростанций Волжско-Камского каскада.

Водосливные плотины Иваньковской ГЭС (высотой 30 м и объемом 1120 тыс. м³) и Рыбинской ГЭС (высотой 30 м и объемом 945 тыс. м³) стали наиболее крупными бетонными гидроизделиями того времени.

Иваньковская, Рыбинская и Угличская ГЭС были практически единственными источ-





никами электроэнергии для Москвы в годы Великой Отечественной войны.

Создание крупного Рыбинского водохранилища позволило увеличить гарантированные судоходные глубины на Средней Волге до 2,8 м.

Строительство четвертой ступени волжского каскада – Горьковской (Нижегородской) ГЭС, уникального в своем роде гидроооружения, отличающегося самой большой в Европе длиной напорного фронта – 13,3 км, было начато в 1948 году.

Поскольку гидроузел предстояло возводить на слое водонасыщенных тонкозернистых песков, залегающем между прослойками сарминских и уржумских глин, возникло немало проблем, многие из которых решались в практике строительства гидрооборужений впервые.

Расчеты показали, что при углублении строительного котлована горьковского гидроузла в результате выхода грунтовых вод начнется прогрессирующий вынос песков, который приведет к замыву котлована, просадке основания под перемычками и по-

ледующим их разрушениям. Чтобы избежать этого, была использована уникальная, редко применяемая технология глубинного понижения уровня грунтовых вод при помощи иглофильтров. По периметру почти двухкилометровой длины дамбы обволочения на расстоянии 1,5 метра друг от друга на глубину от четырех до семи метров в песок были погружены 1337 иглофильтров, соединенных с мощными вакуумнасосами магистральными трубопроводами. Это позволило подготовить ложе для кладки бетона в тело плотины.

Для борьбы с грунтовыми водами, не поддающимися откачке с применением иглофильтров, на участке котлована здания станции было решено применить малоиспытанный к тому времени в строительной практике способ замораживания грунта. Вокруг площадки котлована станции в особых галереях были проложены трубы замораживающей установки, в которые по вертикальным трубам на глубину 14 метров нагнетался охлаждающий состав. На создание мощного барьера из промороженного грунта в 1,5 метра шириной потребовалось

два года, и только после этого появилась возможность откачать скопившуюся на дне котлована воду, приступить к выемке грунта и заложить фундамент станции.

В апреле 1951 года в тело водосливной плотины гидроэлектростанции лег первый кубометр бетона. Для ускорения возведения сооружений гидроузла была разработана и применена новая технология строительства: блоки весом до 70 т, состоящие из армокаркаса, обнесенного опалубкой или плитами-оболочками, изготовленные на расположенной тут же монтажной площадке, сразу после установки на место заполнялись бетонной смесью.

Второго ноября 1955 года состоялся пуск первого гидроагрегата, последний – восьмой – дал ток в декабре 1956 года. 29 ноября 1961 года гидроузел был принят в промышленную эксплуатацию.

Попытка создания плотины на Волге, в районе Жигулей, была предпринята еще в начале XX века. Известно письмо епископа Самарского и Ставропольского Симеона графу Орлову-Давыдову, написанное в 1913 году: «Ваше сиятельство, призывая на Вас божью благодать, прошу принять архипастырское извещение: на Ваших потомственных исконных владениях прожекторы Самарского технического общества совместно с богоотступником, инженером Кржижановским (впоследствии академиком, одним из создателей плана ГОЭЛРО. – От сост.), проектируют постройку плотины и большой электростанции. Явите милость своим прибытием сохранить Божий мир в Жигулевских владениях и разрушить крамолу в зачатии».

В апреле 1918 года самарский инженер К.В. Богоявленский предложил, а в 1928 году обосновал «схему установки в районе Самарской Луки могучей гидростанции». В 1919 году созданная под его руководством комиссия по электрификации Волги в районе Самарской Луки провела инженерно-изыскательские работы на предмет изучения возможного строительства гидроузла из двух составляющих: плотины в районе Жигулевских Ворот длиной 2800 м

со станцией мощностью около 200 тыс. л. с. и станции в с. Переволоки мощностью около 500 тыс. л. с. В конце 1920-х – начале 1930-х годов проект ГЭС в районе Самарской Луки разрабатывался группой инженеров Энергетического института Академии наук СССР.

Во все схемы энергетического использования Средней и Нижней Волги, разрабатывавшиеся в довоенные годы, включались Куйбышевская (Жигулевская) и Камышинская гидроэлектростанции, гидротехнические сооружения которых располагались бы на скальных и полускальных грунтах. В начале 1930-х годов в научных кругах развернулась дискуссия о значении Самарского и Камышинского гидроузлов, а также об условиях и очередности их строительства. Проектно-изыскательские работы велись по обеим гидроэлектростанциям. По мнению профессора А.В. Чаплыгина, наибольший энергетический эффект и низкая себестоимость электроэнергии могли быть достигнуты при строительстве гидроузлов на участке



Волги между устьем Камы и Сталинградом (Волгоградом). При этом в первую очередь рекомендовалось построить два гидроузла – Камышинский и Самарский и получить при этом 18–20 млрд кВт/ч электроэнергии, а Сталинградский (Волгоградский) гидроузел «представлялся узлом весьма отдаленного времени» – как «менее эффективный».

Десятого августа 1937 года СНК СССР и ЦК ВКП(б) приняли Постановление №1339 «О строительстве Куйбышевского гидроузла на реке Волга и гидроузлов на реке Кама». По проекту гидроузел состоял из двух станций – Жигулевской в Красноглинском створе, установленной мощностью 2 млн кВт, и Переволокской – 1,4 млн кВт, с двумя линиями двухкамерных шлюзов, способных пропускать грузовые речные и морские суда с низкой осадкой. Отмечалось, что Куйбышевский гидроузел может давать по окончании строительства до 14,5 млрд кВт/ч электроэнергии в год. Уже в конце 1937 года развернулись работы по созданию подсобно-вспомогательной базы и устройству левобережной перемычки, были проведены исследования в опытном котловане и по намыву земляной плотины. Осенью 1940 года, в связи с осложнившейся международной обстановкой, строительство Куйбышевского гидроузла было приостановлено.

К планам сооружения Куйбышевской ГЭС вернулись после Великой Отечественной войны. В 1949 году возобновились проектно-изыскательские работы. 21 августа 1950 года было опубликовано правительственное постановление «О строительстве Куйбышевской гидроэлектростанции на реке Волге», которое гласило: «Придавая важное значение строительству Куйбышевской гидроэлектростанции на реке Волге, обеспечивающей снабжение электроэнергией промышленных предприятий городов Москвы, Куйбышева, Саратова и электрификацию железных дорог, орошение земель Заволжья и улучшение судоходства на реке Волге, Совет Министров Союза ССР постановил:

– Построить на реке Волге в районе г. Куйбышева гидроэлектростанцию мощностью около двух миллионов киловатт, с выработкой



электроэнергии около десяти миллиардов киловатт-часов в средний по водности год...

– Предусмотреть орошение одного миллиона гектаров земель Заволжья на базе использования электроэнергии Куйбышевской гидроэлектростанции.

– При строительстве Куйбышевской гидроэлектростанции предусмотреть сооружение по плотине дополнительного магистрального железнодорожного мостового перехода через реку Волгу...

В отличие от довоенного, в проекте предусматривалось строительство одной гидроэлектростанции. При этом створ сооружений был перенесен от с. Красной Глинки вверх по течению к г. Ставрополю (ныне Тольятти). Это было вызвано тем, что скальные породы в пределах Самарской Луки, как показали изыскания, представлены сильно трещиноватыми и кавернозными, а местами разрушенными до состояния муки известняками и доломитами, и в итоге было принято решение строить плотину на мягких грунтах – глинах и песках.

В составлении технического проекта Куйбышевской ГЭС, в проектировании гид-

роэлектростанции, ЛЭП и объектов, связанных с образованием водохранилища, наряду с «Гидропроектом» участвовало около 130 проектных и научно-исследовательских институтов и заводских конструкторских бюро со всей страны. Для строительства гидроэлектростанции была создана мощная строительная организация – Куйбышевгидрострой, которую возглавил видный советский гидростроитель И.В. Комзин. К работам по строительству гидротехнических сооружений и по подготовке зоны водохранилища было привлечено около 50 строительных и монтажных организаций.

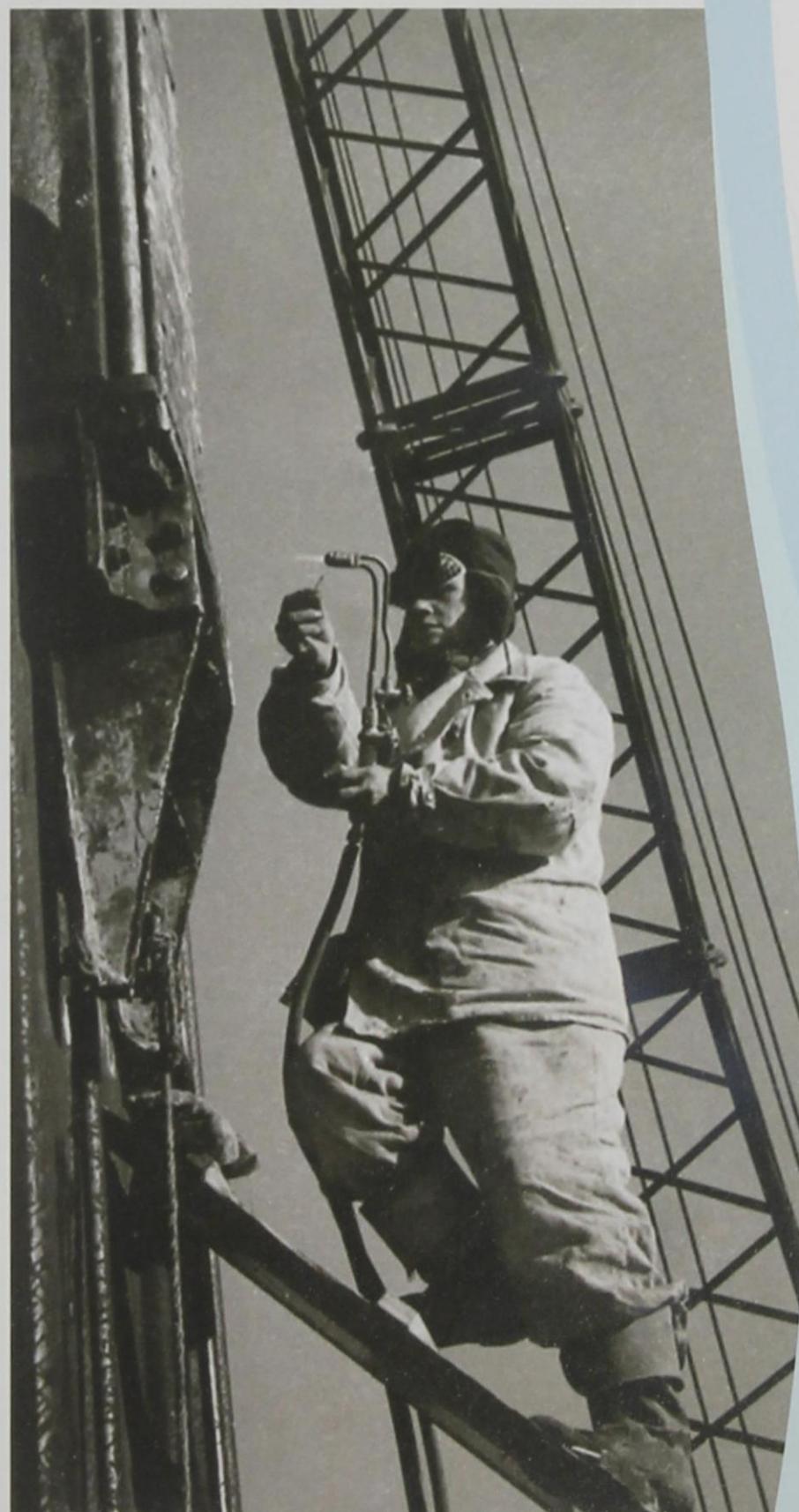
Строительство было начато в 1950 году. Уже в сентябре 1950 года на стройку поступили первые грузы из Донбасса, Сталинграда, Челябинска, Горького и десятков других городов Советского Союза, «потекла» техника: мощные краны, экскаваторы, скреперы, автосамосвалы грузоподъемностью до 25 тонн, землесосные снаряды производительностью 1000 кубометров грунта в час. В самое горячее время на сооружении гидроузла работало до 10 тыс. машин и механизмов.

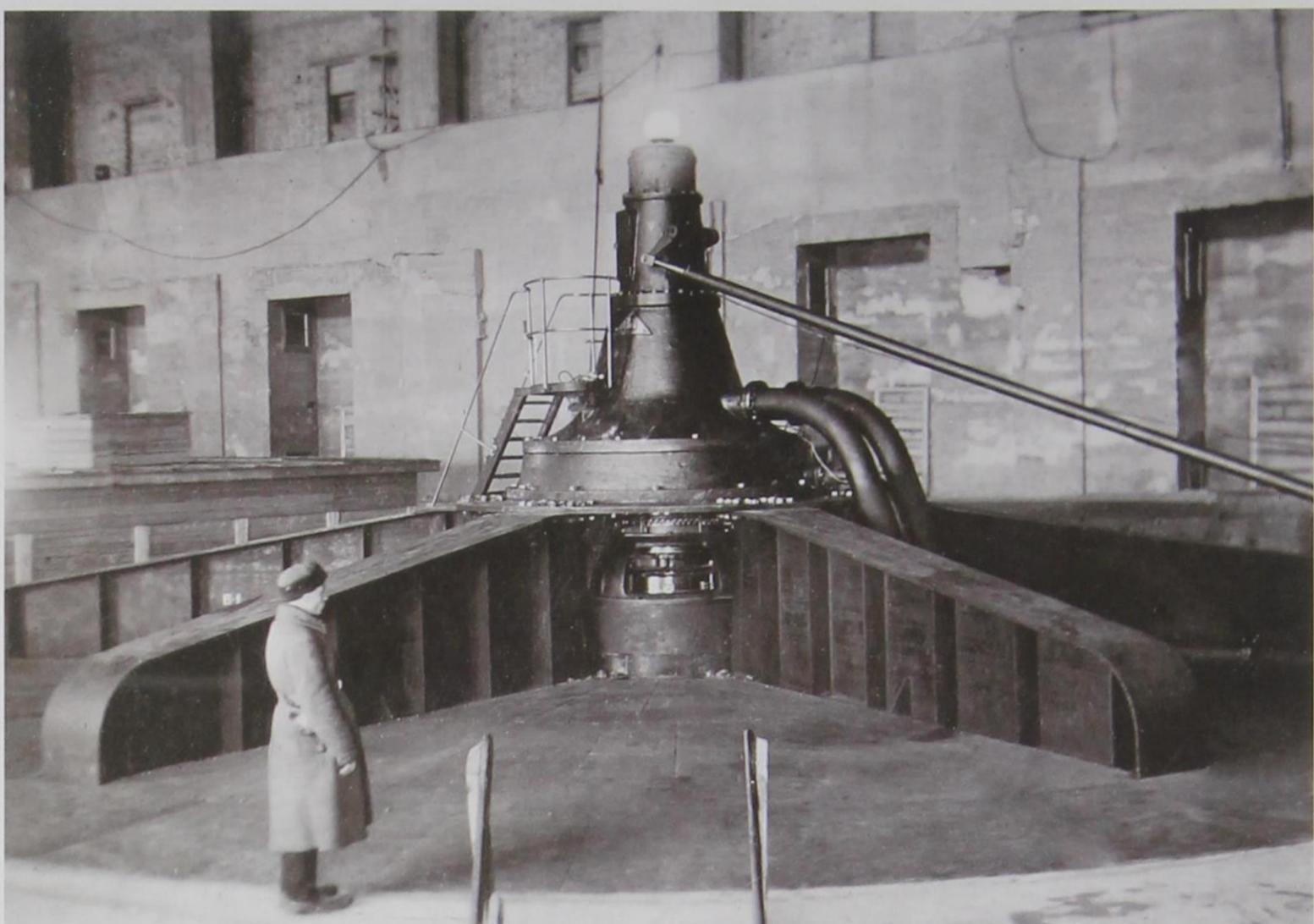
Строительство началось с возведения перемычек, ограждавших котлованы будущих гидросооружений от затопления Волгой. Под защитой перемычек в сухих котлованах возводилось здание ГЭС, бетонная водосливная плотина, судоходный шлюз и пойменный участок земляной плотины. Одновременно велись работы по устройству подводящих и отводящих каналов. Пропуск расходов воды в реке и судоходство в этот период осуществлялись через основное русло Волги, стесненное перемычками.

1955 год для гидростроителей был наиболее напряженным – на всех участках работали круглые сутки. В отдельные месяцы укладка бетона на строительстве Куйбышевской ГЭС достигала 395 тыс. кубометров, в августе 1955 года был побит мировой суточный рекорд – волжские гидростроители уложили 19,05 тыс. кубометров бетона в сутки. В ночь с 30 на 31 октября 1955 года состоялось перекрытие Волги, а затем началось затопление котлована. После пропуска весеннего паводка 1956 года водосливная

плотина Куйбышевского гидроузла была завершена. Куйбышевская ГЭС стала первым построенным на песчаных грунтах гидроузлом, рассчитанным на пропуск паводковых расходов воды до 70 тыс. м³/с.

Одновременно со строительством здания ГЭС здесь же, поблизости, на монтажной площадке велась укрупненная сборка деталей и узлов гидросилового оборудования. По мере готовности узлы устанавливались мостовыми кранами на место. Такой подход значительно сократил объем монтажных работ и сроки ввода турбин в действие. При возведении здания ГЭС – впервые при





строительстве отечественных гидроустро-
жий – использовались предварительно
напряженные сборные железобетонные
конструкции.

В конце декабря 1955 года дал промыш-
ленный ток первый агрегат, а в октябре
1957 года был введен в действие последний,
20-й агрегат Волжской ГЭС имени В.И. Ленина
(ныне Жигулевской ГЭС). 1 марта 1959 года
гидроузел был принят в промышленную экс-
плуатацию.

С вводом ГЭС на протяжении 900 км
по Волге и Каме улучшились условия
судоходства. На базе гидроузла с его огром-
ным водохранилищем и дешевой электро-
энергией были созданы благоприятные ус-
ловия для орошения огромных территорий.
Строительство плотины позволило сэконо-
мить значительные средства на сооружение
специальных мостов через Волгу.

При строительстве гидроузла одновре-
менно прокладывались линии электропе-
редачи напряжением 400 кВ Куйбышев–
Москва и – впервые в мировой практи-
ке – напряжением 500 кВ Куйбышев–Урал,
что позволило объединить энергосистемы

Центра, Поволжья и Урала и увеличило на-
дежность их работы.

Опыт возведения на глинистых и песча-
ных грунтах крупных бетонных напорных
гидроустроений (канала имени Москвы,
Свирских и Верхневолжских ГЭС) и получен-
ные к началу 1950-х годов результаты исследо-
ваний по проекту Куйбышевского гидроузла
(обосновавшие возможность строительства
на песчаном основании мощной бетонной
водосливной плотины – напором около
27 м с удельным расходом в нижнем бьефе
40 м³/сек на 1 пог. м) позволили спроектиро-
вать использование водных ресурсов Нижней
Волги с учетом строительства гидростанций
на мягких грунтах. Вместо одного – камышин-
ского – гидроузла институтом «Гидропроект»
было предложено построить два – волгоград-
ский и саратовский. Сооружение камышинс-
кого гидроузла было признано нецелесооб-
разным, поскольку падение Волги от куйбы-
шевского гидроузла до Волгограда не могло
быть эффективно использовано в одной
ступени, к тому же вызвало бы затопление
огромных территорий.

В первую очередь было намечено построить **Волгоградский (Сталинградский) гидроузел**, имеющий на тот момент более выгодные, по сравнению с Саратовским, водноэнергетические показатели.

Тридцать первого августа 1950 года было опубликовано постановление Совета Министров СССР о строительстве на реке Волге в створе выше г. Волгограда крупнейшей в Европе гидростанции мощностью 1,7 млн кВт с выработкой около 10 млрд кВт/ч электроэнергии в средний по водности год. Как и в отношении других волжских и камских гидроузлов, предусматривалось, что при сооружении Волжской гидроэлектростанции будут комплексно решены вопросы энергетики, водного, речного и железнодорожного транспорта и орошения.

Подготовительные работы были начаты в конце 1950 годов.

В декабре 1958 года были введены в эксплуатацию первые три гидроагрегата с диаметром рабочего колеса турбины 9,3 м. В 1959 году было смонтировано 9 гидроагрегатов и в течение 1960 года – остальные, кроме последнего, опытного. Создание напорного фронта гидроузла было завершено в течение 1959–1960 годов и 17 июня 1960 года водохранилище было наполнено до нормального подпорного уровня.

Последний, 22-й, агрегат вступил в строй в 1962 году. 21 апреля 1962 года гидроузел принят в промышленную эксплуатацию.

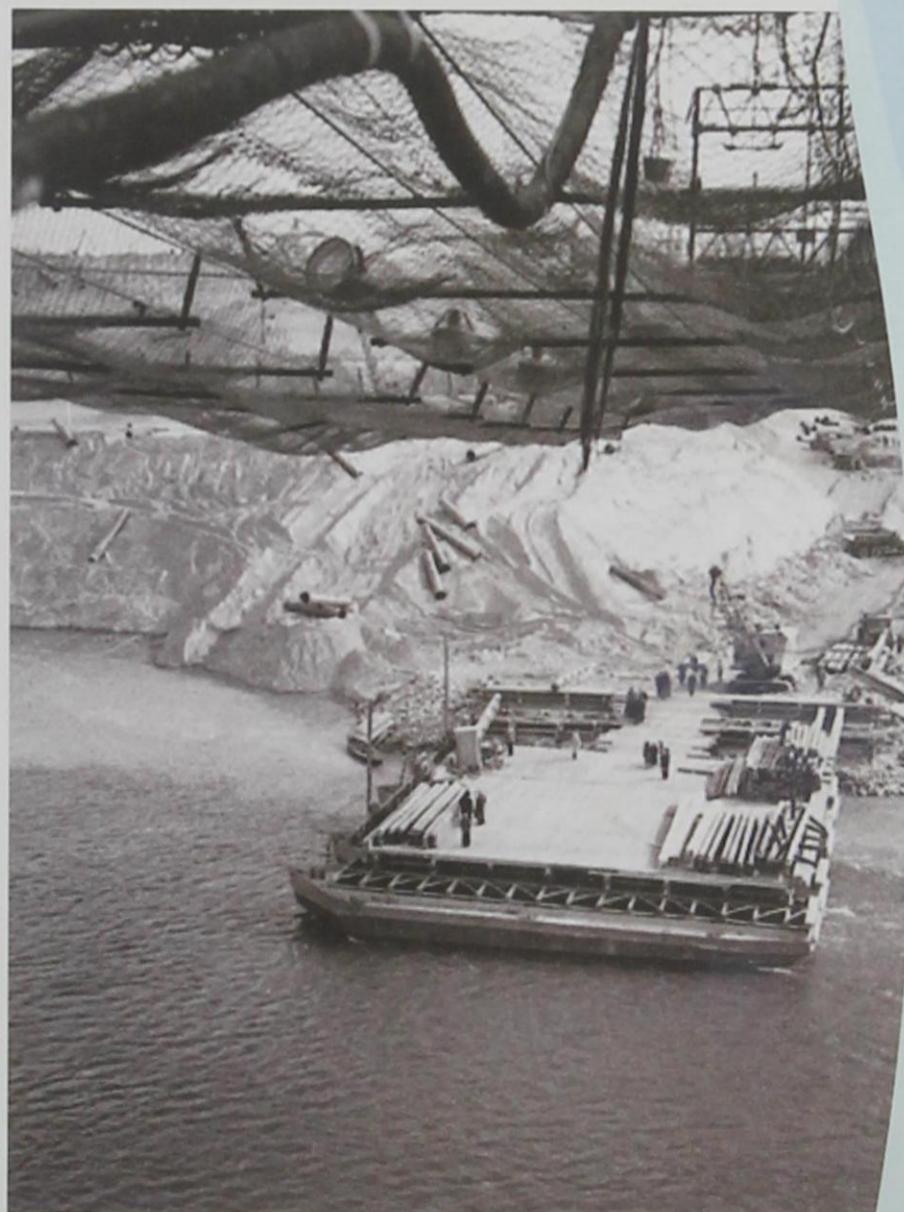
В сооружении ГЭС приняли участие 11 ведущих научно-исследовательских институтов страны. Академия наук СССР неоднократно проводила на строительстве заседания по конкретным вопросам гидротехнического строительства. Здесь впервые в практике гидростроительства применили сборный железобетон, использовали плиты-оболочки. Машинный зал ГЭС (длина свыше 730, ширина 24 и высота 27 метров) полностью выполнен из сборного железобетона. Арматурные металлоконструкции смонтированы крупными узлами весом до 40 тонн, гидроагрегаты и другое технологическое оборудование монтировалось крупными, весом до 730 тонн, элементами. При этом уровень комп-

лексной механизации земляных, бетонных и монтажных работ составил 97–100%.

При строительстве Волжской ГЭС впервые в стране разработаны и применены вибрационные машины (катки, погружатели, молоты), крупноблочные и крупнопанельные керамзитобетонные конструкции, гидровиброрурение скважин и многие другие новые в гидростроительстве механизмы и технологии.

Волжская ГЭС – первая гидроэлектростанция в мире, где была разработана быстродействующая система возбуждения гидрогенераторов с применением управляемых преобразователей.

Ввод самой мощной в Волжско-Камском каскаде гидроэлектростанции сыграл решающую роль в энергоснабжении Нижнего Поволжья и Донбасса и объединении между собой крупных энергосистем Центра, Поволжья и Юга России, связав их в единую энергетическую систему Европейской части страны.



Гидроузел позволил создать глубоко-водный путь на всем протяжении Нижней Волги – от Саратова до Астрахани.

Следующим этапом освоения энергетических ресурсов Волжско-Камского бассейна стало сооружение **Саратовской ГЭС** – седьмой ступени Волжского каскада. Строительство было начато в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 5 июня 1956 года и велось управлением «Саратовгэсстрой», выделившимся из «Куйбышевгидростроя», в тесном взаимодействии с проектировщиками – специалистами института «Гидропроект».

С декабря 1967 года по декабрь 1970 года были введены в эксплуатацию все 24 гидроагрегата. 26 ноября 1971 года Государственная комиссия подписала акт о приемке Саратовской ГЭС имени Ленинского комсомола в промышленную эксплуатацию.

При сооружении гидроузла впервые были использованы крупнейшие в мире вертикальные низконапорные поворотно-лопастные турбины с диаметром рабочего колеса 10,3 метра мощностью по 60 тыс. кВт и два опытных горизонтально-капсульных гидроагрегата мощностью 45 тыс. кВт каждый.

Основной особенностью строительства Саратовского гидроузла было применение в надфундаментной части ГЭС крупногабаритного сборного железобетона – около 5000 элементов (в общей сложности 538 тыс. куб. м), изготовление и монтаж которого производились здесь же, на строительстве, по единой поточной технологии. Монтаж крупногабаритных элементов осуществлялся при помощи трех специально созданных для Саратовской ГЭС крупнейших в стране козловых кранов грузоподъемностью по 220 т. Они охватывали все здание ГЭС и пути подачи железобетона и позволяли подавать блоки в любую точку сооружения.

Применение сборно-монолитных конструкций при возведении здания ГЭС позволило существенно уменьшить трудозатраты, сократить сроки и сэкономить сотни миллионов рублей. Как показал анализ результатов сооружения саратовского гидроузла, при-

менение сборного железобетона позволило значительно повысить уровень индустриализации и культуры строительного производства и стало крупным экспериментом в гидротехническом строительстве.

Камская ГЭС, расположенная в районе г. Перми, – исторически первая ступень Камского каскада – также строилась в два этапа.

По проекту 1937 года гидроузел включал в себя: электростанцию длиной 254 метра, водосливную плотину – 95 метров и парный однокамерный шлюз, предполагалось построить и установить семь агрегатов мощностью по 72 тыс. киловатт каждый.

В ноябре 1937 года вышел приказ Народного комиссариата тяжелой промышленности о консервации строительства, и в 1938 году работы прекратились – в связи с предложением группы специалистов о первоочередном строительстве Соликамской гидроэлектростанции и сложностью геологических условий в районе Камской ГЭС. Однако изыскательские и проектные работы по Соликамскому гидроузлу выявили еще больше проблем, и внимание проектировщиков «Большой Волги» было вновь обращено к Камской ГЭС как к более перспективной.

Предусматривалось расположить сооружения Камской гидроэлектростанции и водосливной плотины на песчано-глинистом основании. К разработке проекта были привлечены специалисты целого ряда научно-исследовательских институтов и заводских коллективов. К началу 1950-х годов, с учетом затруднений, возникших из-за неблагоприятных геологических условий створа гидроузла, коллектив инженеров во главе с профессором Б.К. Александровым создал уникальный для отечественной и мировой практики строительства гидростанций проект. По этому проекту машинный зал встроен в тело железобетонной водосливной плотины, которая состоит из 24 пролетов, в каждом установлен один гидроагрегат. Совмещение здания гидростанции и водосливной плотины позволило разрешить проблему разме-



КАМА ПЕРЕКРЫТА. МЕЧТА СТРОИТЕЛЕЙ СБЫЛАСЬ.

щения гидротехнических сооружений на небольшой глубине, не доходя до гипсонасыщенных пород; сократить сроки строительных работ; достигнуть экономии бетона и в целом удешевить строительство гидроузла.

Еще одна особенность Камской ГЭС: наряду с 23 вертикальными гидроагрегатами был применен экспериментальный агрегат с горизонтальным валом, который в результате спрямления проточного тракта турбины при меньших размерах рабочего колеса дает ту же мощность, что и вертикальный.

Строительство Камской ГЭС, начатое в 1949 году, в основном было завершено в 1956-м. Первые шесть агрегатов электростанции дали промышленный ток в 1954 году, последний, 24-й – в 1958 году. 7 июля 1962 года гидроузел принят в промышленную эксплуатацию.

Эксперимент по установке и эксплуатации горизонтального агрегата, впервые примененный в мировой практике, оказался ценным для российской энергетики и дал толчок дальнейшим поискам наиболее рациональ-

ных типов гидроагрегатов. Использование опыта Камской ГЭС дало большую экономию бетона при строительстве Жигулевской и Волжской гидроэлектростанций.

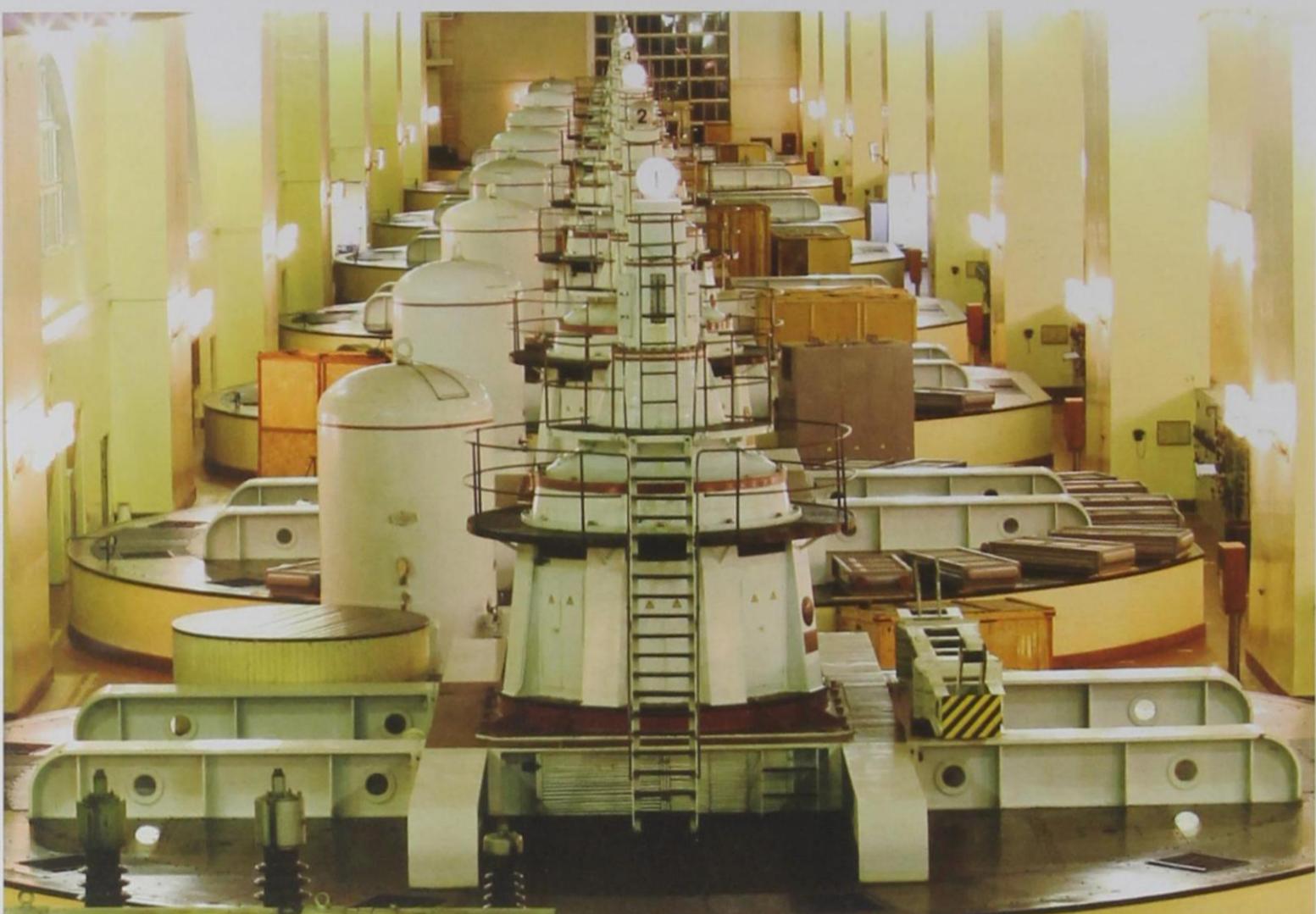
В середине 1950-х годов в 350 км ниже г. Перми, близ селения Сайгатка (ныне г. Чайковский) началось строительство второго камского гидроузла – Воткинской ГЭС.

По проектному заданию, установленная мощность должна была составить 540 тыс. кВт. Однако при разработке технического проекта по инициативе проектировщиков Ленинградского отделения института «Гидропроект», Воткинскгэсстроя, Пермэнерго и дирекции Воткинской ГЭС мощность гидростанции была увеличена до 1000 тыс. кВт, а прогрессивные технические и производственные решения позволили значительно уменьшить сметную стоимость строительства гидростанции.

Так, в целях экономии бетона было решено сделать водосливную плотину пустотелой конструкции с применением сборных эле-

104290-

ДАЛАКОВСКАЯ ОБЛАСТИНЕННАЯ
ЦЕНТРАЛIZОВАННАЯ
БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА



ментов (как и при строительстве Волжской ГЭС, это позволило сократить расход бетона на 1 пог. м длины плотины в два раза по сравнению с обычным типом); за счет перепланировки гидротехнического сооружения на 10 метров уменьшить ширину станции, а также толщину стен здания ГЭС и других вспомогательных сооружений, и вместо двухступенчатого судоходного шлюза построить одноступенчатый. При этом заметно сократились и объемы земляных работ.

Первые два агрегата гидростанции были введены в эксплуатацию в декабре 1961 года при промежуточной отметке водохранилища с напором 12 метров. В 1963 году был смонтирован и принят в эксплуатацию последний, десятый, гидроагрегат. 9 июля 1966 года Воткинская ГЭС, ставшая одним из узловых системообразующих пунктов сети электроснабжения Уральского региона, была принята в промышленную эксплуатацию.

С момента создания Воткинская ГЭС стала головным объектом и экспериментальной базой по внедрению вычислительной техники в энергетике – на гидростанции проводятся научно-исследовательские работы

по гидроэнергетическим установкам и устойчивости работы энергосистем.

В 1979 году пущены первые два гидроагрегата, а в 1989-м – 16-й агрегат **Нижнекамской ГЭС**. В связи с противодействием радикально настроенных «зеленых» и административными барьерами (а проблема гидроузла затрагивает интересы трех республик – Татарстана, Башкортостана и Удмуртии) многие работы по вводу в эксплуатацию второй очереди Нижнекамской ГЭС не были завершены. Гидроузел эксплуатируется на отметке в 63,3 метра – при НПУ 68 метров. Подъем уровня водохранилища до проектной отметки позволит ежегодно получать дополнительный прирост электроэнергии в объеме около одного миллиарда киловатт-часов, экономить 360 тыс. т условного топлива. В настоящее время завершается работа над проектом обоснования инвестиций достройки сооружений гидроэлектростанции и водохранилища, а также над проектом оценки воздействия предполагаемого подъема уровня воды на окружающую среду.

Наконец, в 1980 году был пущен первый агрегат Чебоксарской ГЭС, строительство которой началось в 1969 году. Поскольку уровень Чебоксарского водохранилища, также по не зависящим от гидроэнергетиков обстоятельствам, не удалось поднять до проектного (68 м), гидроузел, как и Нижнекамская ГЭС,

был введен в эксплуатацию при промежуточном уровне верхнего бьефа 63 м. Появление Чебоксарской ГЭС позволило увеличить выработку электроэнергии в энергосистеме в средний по водности год на 3,34 млрд кВт/ч и повысить энергоотдачу нижележащих ГЭС Волжского каскада на 190 млн кВт/ч.

Таблица 4. Основные характеристики гидроэлектростанций Волжско-Камского каскада

Название гидроузла	Мощность ГЭС (МВт)	Среднегодовая выработка (млн кВт/ч)
Иваньковский	30	130
Угличский	110	212
Рыбинский	330	1100
Горьковский	520	1513
Чебоксарский	1370	3340*
Куйбышевский	2400	10100
Саратовский	1360	5400
Волгоградский	2673	11100
Камский	483	1700
Воткинский	1020	2220
Нижнекамский	1248*	2540*
<i>Итого:</i>	11300	39355

*По проекту



Таким образом, за сорок лет XX столетия на Волге и Каме создан каскад из 11 крупных гидроузлов комплексного значения с общей мощностью 11 300 МВт с водохранилищами общей площадью 25 тыс. км² и объемом 186 км³. Одновременно в Волжско-Камском бассейне строились насосные станции, оросительные системы, защитные

дамбы, очистные сооружения, порты, причалы и тому подобное.

При строительстве гидроузлов Волжско-Камского каскада в целом выполнены колоссальные объемы строительных работ – около 700 млн м³ земляных и свыше 26 млн м³ бетонных и железобетонных, смонтировано 500 тыс. т. металлоконструкций и механизмов.

Таблица 5. Объемы работ при сооружении Волжско-Камских гидроузлов

Гидроузел	Иваньковский	Угличский	Рыбинский	Нижегородский	Чебоксарский
Земляные работы (млн м ³)	15,2	18,3	34,0	47,1	70,9
Выемка скальных пород (млн м ³)					
Каменные наброски, дренажи, фильтры (тыс. м ³)	200	985	1691	1214	1491
Бетон и железобетон (тыс. м ³)	545,3	793,0	1553,0	1415	2310
Металлоконструкции и механизмы (тыс. т)	6,8	14,5	36,2	28,8	46,0





Гидроузел	Жигулевский	Саратовский	Волжский	Камский	Воткинский	Нижнекамский
Земляные работы (млн м ³)	162,3	145,2	108,1	15,8	38,8	60,1
Выемка скальных пород (млн м ³)				0,26	2,20	
Каменные наброски, дренажи,фильтры (тыс. м ³)	3300	3941	2300	248	885	958
Бетон и железобетон (тыс. м ³)	7035	5474	3090	1143	1237	1917
Металлоконструкции и механизмы (тыс. т)	122,6	87	79,3	67,1	18,2	48,3



Значение волжско-камских водохранилищ для экономики региона

Таблица 6. Характеристика водохранилищ Волжско-Камского гидроэнергетического каскада

Гидроузел/ водохранилище	Площадь зеркала (км ²)	Длина (км)	Наиболь- шая ширина (км)	Наиболь- шая глубина (м)	Объем полный/ полезный (км ³)	Сра- ботка уровня	Год заполне- ния	Города, находящиеся на берегах
Иваньковский/ Иваньковское	330	120	10	18	1,1/0,8	4,5	1937	Тверь Дубна Конаково
Угличский/ Угличское	250	146	5	23,2	1,3/0,8	3,5	1940	Углич Калязин Кимры
Рыбинский/ Рыбинское	4550	112	56	30,4	25,4/16,7	4,0	1940–1949	Череповец Весьегонск Углич Пошехонье- Володарск, Рыбинск
Нижегородс- кий/ Горьковское	1570	430	16	22	8,5/2,8	2,0	1955–1957	Городец Заволжье Пучеж Юрьевец Кинешма Наволоки Плес Кострома Ярославль Тутаев Рыбинск
Чебоксарский/ Чебоксарское	2100*	335	16	35	12,6/5,4*	3,0	с 1982	Нижний Новгород, Чебоксары Новочебоксарск Дзержинск Кстово Балахна Лысково
Жигулевский/ Куйбышевское	6450	510	27	32	57,3/21	7,5	1955–1957	Казань Ульяновск Тольятти Чебоксары Сенгилей Димитровград Чистополь Зеленодольск Волжск
Саратовский/ Саратовское	1831	357	25	31	12,9/1,8	1,0	1967–1968	Самара Чапаевск Жигулевск Сызрань Хвалынск Балаково

Волгоградский/ Волжское	3120	540	17	40	31,4/8,3	3,0	1958–1960	Саратов Волгоград Волжский Камышин Дубовка
Камский/ Камское	1920	300	35	30	12,2/9,2	9,5	1954–1956	Пермь Добрянка Березники Усолье Соликамск
Воткинский/ Воткинское	1120	365	10	28	9,4/3,7	4,0	1962–1964	Пермь Краснокамск Нытва Оханская Чайковский
Нижнекамский/ Нижнекамское	2580/2704**	283	25	20	12,9/4,4	2,0	С 1978	Набережные Челны, Нижнекамск

* При НПУ 68 м

** При подпорном уровне 63,3 м / при НПУ 68 м

Волжско-Камский каскад относится к группе разветвленных каскадов многоотраслевого назначения и использования. С созданием каскада гидроузлов Волга и Кама превращены в непрерывную цепь водохранилищ, позволяющих регулировать сток в соответствии с экономическими потребностями и создающих благоприятные условия для судоходства, коммунального хозяйства, орошения земель, для борьбы с наводнениями и развития зон отдыха.

За счет спрямлений трассы судового хода на водохранилищах возросла ширина Волги и сократилась ее длина. Гарантированная глубина Камы и Волги от Твери до впадения в Каспий приблизилась к 4 м (до реконструкции в верховьях Волги она составляла 0,4–0,5 м, в низовьях – до 2 м). Все это позволило пропускать по Волге и Каме суда грузоподъемностью 2–5 тыс. т (до реконструкции 0,6–1,0 тыс. т), увеличить в 7 раз объем перевозок и снизить их себестоимость на 70%.

Создан непрерывный глубоководный путь на всем протяжении по Волге и Каме до Балтийского, Белого, Азовского, Черного и Каспийского морей. Волжский бассейн вошел в Единую глубоководную систему, которая в свою очередь входит в Большое водное кольцо Европы, образованное Волгой, Волго-Балтийским водным путем, Волго-Донским каналом, Черным морем, системой Рейн-Дунай, Северным и Балтийским морями.

Транспортный узел Москвы включен в единую сеть внутренних водных путей.

Водохранилища каскада общим полезным объемом 90 км³ и сеть рек, впадающих в них, обеспечивают водоснабжение населения городов и прилегающих районов, промышленных предприятий, служат бассейнами-охладителями для тепловых и атомных электростанций, являются основным источником питьевого и технического водоснабжения. Так, например, с вводом канала Волга–Москва население столицы России и Подмосковья потребляет в сутки в 4,5 раза больше воды, чем несла Москва-река во время межени в маловодные годы. Верхневолжские водохранилища обеспечивают более 60% потребности в воде столицы России.

Водохранилища Волги и Камы позволили обеспечить орошение и вовлечь в хозяйственное использование около 2,1 млн га земель в засушливых районах Заволжья и низовьях Волги.

Водохранилища каскада оказывают трансформирующее влияние на половодье. Так, в половодье 1979 года максимальный уровень Волги, по сравнению с возможным естественным, был снижен в створе Жигулевской ГЭС на 1,9 м, в створе Волжской ГЭС – на 1,3 м.

Водохранилища активно используются в рекреационных целях: живописные места по берегам волжских и камских водохранилищ предопределили создание десятков и сотен санаториев, домов отдыха, спортивных комплексов и туристических маршрутов. Так, в середине 1970-х годов в десятках пансионатов на берегах Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского водохранилищ ежегодно отдыхало около 85 тыс. человек.

В целом можно отметить, что экономика региона базируется преимущественно на энергетических и водохозяйственных основах, предоставляемых Волжско-Камским каскадом гидроэлектростанций. Экономическое влияние каскада фактически шире и захватывает Центр Европейской части России и Урал.

Социальные и экологические аспекты создания водохранилищ на Волге и Каме

Воздействие объектов гидроэнергетики на сложившуюся в бассейнах рек социальную обстановку прежде всего связывают с необходимостью переселения людей из зон затопления, подтопления и переработки берегов.

Действительно, при сооружении гидроузлов Волжско-Камского каскада из зоны затопления водохранилищами было переселено около 660 тыс. человек (всего

за период гидротехнического строительства в России – 880 тыс. человек), перенесено около 170 тыс. строений.

Разумеется, невозможно переоценить моральные потери людей, лишенных привычной обстановки, а зачастую и «малой родины». Однако при этом переселенцам компенсировалась значительная часть материальных расходов, связанных с переселением, выделялись участки для перенесенных домов, на берегах водохранилищ были построены сотни новых поселков, оснащенных современными инженерными коммуникациями и социально-культурными объектами. У сотен тысяч людей появились новые возможности для труда и повышения уровня жизни. Села и города, перенесенные из зоны затопления, получили перспективу развития.

Так, например, в связи с сооружением Жигулевской ГЭС и созданием на ее базе ряда крупных химических и машиностроительных предприятий, в том числе Волжского автомобильного завода, население Тольятти (некогда маленького провинциального волжского городка Ставрополя, основными занятиями жителей которого были хлебопашество, огородничество и рыбный промысел) за последние полвека выросло на два порядка, а сам город превратился в мощный индустриальный, научный и культурный центр.

Подсчитано: в результате создания водохранилищ в пределах водосбора Волги затоплено около 1,2 млн га сельскохозяйственных земель. При этом за счет дополнительных возможностей орошения и обвод-

Таблица 7. Площадь затоплений и число перенесенных строений

Гидроузел	Иваньковский	Угличский	Рыбинский	Нижегородский	Чебоксарский	Жигулевский	Саратовский	Волжский
Количество перенесенных строений	4668	3495	26754	15100	7700	51195	8176	18496
Площадь затопленных сельхозугодий (тыс. га)	20,5	12,6	256	66,6	54,2	277,8	116	136,4



нения создание Волжско-Камского каскада позволило вовлечь в сельскохозяйственный оборот почти в два раза больше земель, чем было затоплено водохранилищами. На примере Волжско-Камского каскада прослеживается общая тенденция отечественного гидростроительства – с совершенствованием технологий проектирования и строительства снижаются площади затоплений (с 78 га на 1 млн кВт установленной мощности в 1950- е годы до 6 га – в настоящее время).

К тому же при создании ряда водохранилищ на Волге и Каме – Камского, Горьковского, Саратовского, Чебоксарского – предусматривалась и выполнена инженерная защита ценных сельскохозяйственных земель, что заметно снизило возможный ущерб от затоплений. Так, например, при проектировании Чебоксарского водохранилища предусмотрена защита 15 тыс. га ценных сельскохозяйственных земель, защитными дамбами и берегоукреплением при заполнении водохранилища до НПУ 68 м будут защищены семь городов и 16 сел и деревень, сохранен ряд уникальных памятников истории и архитектуры.

Гидроузел	Камский	Воткинский	Нижнекамский
Количество перенесенных строений	12900	6641	13200
Площадь затопленных сельхозугодий (тыс. га)	68,1	73,3	118,22

Поскольку превышение уровня водохранилища чревато затоплением прибрежных зон, на которых размещены производственные и жилые объекты, все ГЭС каскада заключают с администрациями примыкающих к гидроузлам городов соглашения, предусматривающие оперативное представление информации о предполагаемом режиме



пропуска паводковых вод через гидросооружения станций, который определяется на основании метеопрогнозов Министерством природных ресурсов России и СО ЦДУ ЕЭС. В случае прогноза о возможном превышении контрольных показателей гидроузла у местных властей и хозяйствующих субъектов остается резерв времени для принятия необходимых решений. Соглашения действуют с начала перехода гидростанции в базовый режим работы и способствуют координации усилий для обеспечения безаварийного пропуска паводковых вод через гидросооружения гидростанций всего Волжско-Камского каскада.

Воздействие гидросооружений на окружающую среду объективно связано с созданием водохранилищ и изменением водного режима в бьефах гидроузлов.

Несомненно, зарегулирование стока Волги и Камы способствовало некоторому изменению гидробиоценозов и прибрежных наземных экосистем.

В то же время, как отмечают специалисты, волжские и камские гидроузлы служат сдерживающим фактором для дальнейшей трансформации экосистем, вызванных все возрастающей антропогенной нагрузкой на водные ресурсы (в Волжском бассейне она в восемь раз превышает нагрузку по стране в целом).

В этих условиях водохранилища Волжско-Камского каскада выполняют крайне важные функции. Большие массивы воды, сконцентрированные в водохранилищах, позволяют более полно разбавить загрязнения, поступающие в реки со сточными водами промышленных и коммунальных предприятий, с сельхозугодий и урбанизированных территорий. Из водной массы изымается и переводится в донные отложения огромное количество вредных ингредиентов (тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов, трудноразлагаемых органических соединений). В водохранилищах по сравнению с не зарегулированными реками качество воды заметно выше по таким показателям, как



и в 1961 году начал работу Волгоградский осетровый рыбоводный завод. В 1995 году ОАО «Волжская ГЭС» совместно с ФГУ «Нижневолжрыбвод» начало осуществлять программу по воспроизводству ценных пород рыб. На гидростанции была построена садковая линия для содержания взрослых производителей, затем начался эксперимент по выращиванию молоди осетра и белуги в производственных помещениях ГЭС. Сейчас на свободных площадях гидростанции действует установка с замкнутым водоснабжением, позволяющая реализо-

прозрачность, цветность, содержание взвешенных веществ, количество сапрофитных бактерий. Очевидно: если бы не было водохранилищ, значительный объем загрязняющих веществ вывел бы из строя нерестилища на Нижней Волге и нагульные площади осетровых рыб в Северном Каспии, а Волга и Кама при современных объемах загрязнений в летнюю и зимнюю межень превратились в сточные канавы.

Волжские и камские водохранилища представляют интерес для развития рыбного хозяйства. В настоящее время в водохранилищах Волжско-Камского каскада с учетом любительского лова добывается примерно 300 тыс. ц рыбы (в то время как при строительстве каскада прогнозировались годовые уловы свыше 10 млн ц). При этом потенциальная промысловая рыбопродуктивность, при условии проведения рыбоводных мероприятий, оценивается в 500 тыс. ц.

Так, например, для воспроизводства поголовья осетровых был построен







вать непрерывный цикл воспроизводства. И садковая линия, и рыбоводный комплекс стали частью Волгоградского осетрового рыбоводного завода, изменив структуру работы предприятия и значительно увеличив его мощность.

Используя постоянно возобновляемый ресурс – речную воду, гидроэлектростанции каскада являются экологически чистыми предприятиями. Волжские и камские гидростанции практически не производят выбросов вредных веществ в атмосферу (подсчитано: если производство электроэнергии на ГЭС заменить выработкой на теплоэлектростанциях, количество вредных выбросов увеличится на 20–25%) и не относятся к числу основных загрязнителей воды. Сброс нефтепродуктов в Волгу и Каму при возможных потерях через уплотнения рабочих колес турбин значительно ниже предельно допустимого и уменьшается из года в год,

а в ближайшие годы, в соответствии с принятой перспективной Программой технического перевооружения и реконструкции ГЭС каскада, рабочие колеса турбин на гидроэлектростанциях будут заменены на экологически чистые, полностью исключающие протечки масла в воду.

Разумеется, все это не решает кардинально проблем экологии Поволжья. Как считают эксперты, чтобы оздоровить ситуацию в Волжском бассейне, нужен целый комплекс социальных и технических решений, подкрепленных законодательством. Необходимо установить лимиты на использование водных ресурсов; выработать критерии оценки качества воды и донных осадков; ужесточить наказание за ненормативный сброс неочищенных сточных вод и другие экологические преступления, связанные с угрозой гидробиоценозам, наземным экосистемам и населению Волжского бассейна.





Волжско-Камский гидроэнергетический каскад: роль в энергообеспечении региона и в ЕЭС России. Перспективы развития

Роль волжских и камских гидростанций в энергообеспечении региона и в ЕЭС России

Используя постоянно возобновляемый природный источник энергии рек, с высоким коэффициентом полезного действия при преобразовании гидравлической энергии в электрическую (около 95%), гидроэлектростанции Волжско-Камского каскада выполнили приоритетную роль в формировании Единой энергетической системы России. Гидроэлектростанции каскада вырабатывают около 40 млрд кВт/ч электроэнергии в год (столько, сколько производилось всеми электростанциями Советского Союза в 1940 году), используемой в основном в пике нагрузки, что обеспечивает устойчивую работу Единой энергосистемы Европейской части России. Роль волжских и камских гидроэлектростанций в регулировании графика нагрузки возрастает по мере ввода в действие новых тепловых электростанций.

Гидроэлектростанции каскада стимулируют развитие транспортной инфраструктуры.

Электроэнергия, вырабатываемая гидроэлектростанциями на Волге и Каме, позволяет ежегодно экономить примерно 12–13 млн т условного топлива и около 30 млн т атмосферного кислорода, необходимого для его сжигания. Гидроэнергетика – высокоэффективный бизнес.

Дешевая гидроэнергия Волжско-Камского каскада, себестоимость которой в 4–5 раз ниже себестоимости электроэнергии, вырабатываемой на крупных тепловых электростанциях, позволила форсировать промышленное развитие Центральной России в целом и крупных регионов, расположенных на территории Волжского бассейна. Водные



Плотины на Волге и Каме:

- 1 – Иваньковская
- 2 – Угличская
- 3 – Рыбинская
- 4 – Нижегородская
- 5 – Чебоксарская
- 6 – Куйбышевская
- 7 – Саратовская
- 8 – Волгоградская
- 9 – Камская
- 10 – Вотkinsкая
- 11 – Нижнекамская

ресурсами каскада водохранилищ обеспечивают водоснабжение промышленности и бытовое потребление, стимулируют развитие орошающего земледелия.

Гидроэлектростанции Волжско-Камского каскада, работающие сегодня как единый технологический комплекс, занимают лидирующее положение среди ГЭС в Единой энергосистеме Европейской части России по внедрению новых форм и технологий управления, в том числе обеспечивающих максимально эффективное использование водных ресурсов, повышение надежности и качества электроснабжения. Особенно это касается управления производством, основанного на долгосрочных программах технического перевооружения и реконструкции.

За счет модернизации оборудования, замены гидроагрегатов на более современные на гидроэлектростанциях каскада продолжается наращивание мощностей. Так, в 1998 и 2002 годах на Рыбинской ГЭС

были заменены два гидроагрегата, в результате мощность гидростанции увеличилась на 16,4 МВт и составляет в настоящее время 346,4 МВт.

Значительное количество и низкая себестоимость вырабатываемой волжскими и камскими ГЭС экологически чистой электроэнергии позволяет ей быть конкурентоспособной в свободном секторе оптового рынка электроэнергии Европейской части России.

Перспективы развития Каскада

К настоящему времени создание каскада гидроэлектростанций на Волге и Каме практически завершено. С заполнением Чебоксарского и Нижнекамского водохранилищ до проектного уровня полезный объем всех водохранилищ на Волге и Каме достигнет 95 км³. Это даст возможность использовать для выработки электроэнергии до 95% стока.



Стоит отметить, что схемой освоения реки Волги, разработанной в середине XX столетия, намечалось строительство 13 гидроэлектростанций. Однако сооружение на Каме верхней ступени каскада – Верхнекамского гидроузла (входящего в состав предполагавшегося Камско-Печорско-Вычегодского комплекса сооружений северного питания Волги), а также Нижневолжского гидроузла (при строительстве которого предполагалось осуществить крупные мероприятия по улучшению сельскохозяйственного использования Волго-Ахтубинской поймы и обеспечению устойчивого рыбного хозяйства) учитывалось лишь в качестве возможной, но достаточно отдаленной перспективы.

Основные направления реформирования электроэнергетики РФ предусматривают перевод отрасли в режим устойчивого развития на базе применения прогрессивных технологий и рыночных принципов функционирования, обеспечение на этой основе надежного, экономически эффективного удовлетворения платежеспособного спроса на электрическую и тепловую энергию в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

В рамках реформирования российской электроэнергетики в декабре 2004 года была создана Федеральная гидрогенерирующая компания, конфигурация которой определена распоряжением председателя правительства Российской Федерации Михаила Фрадкова от 25 октября 2004 года. К моменту завершения своего формирования она объединит около 50 российских ГЭС общей установленной мощностью порядка 23 ГВт. В ее уставный капитал уже внесены акции восьми ГЭС Волжско-Камского каскада, а также 100% акций УК «ВоГЭК». Миссия компании предполагает как обеспечение надежной работы входящих в ее состав станций, так и комплексное развитие гидроэнергетической отрасли России.

В настоящее время ведется работа по созданию на базе ГЭС Волжско-Камского каскада хорошо управляемых, прибыльных и инвестиционно привлекательных предприятий, работающих как единый технологический комплекс, обеспечивающий потребителей качественной и экологически чистой электроэнергией, производимой с помощью передовых технологий; по созданию единого диспетчерского управления каскадом, которое позволит максимально эффективно ис-

пользовать энергию воды для производства электроэнергии.

Стратегические задачи, поставленные перед гидроэлектростанциями Волжско-Камского гидроэнергетического каскада:

1. Реализация долгосрочной программы реконструкции и технического перевооружения до 2015 года.

Программа предназначена для повышения надежности работы станций и их производительности и в конечном итоге более эффективного использования водных и энергетических ресурсов Волги и Камы посредством:

– полной замены основного гидроэнергетического оборудования всех ГЭС каскада на агрегаты с более высокими техническими и экологическими параметрами (в общей сложности планируется заменить 88 гидроагрегатов единичной мощностью 60–115 МВт);

– уменьшения или исключения сброса паводковых вод за счет увеличения единичной мощности гидроагрегатов, что, по расчетам специалистов, может привести к увеличению выработки электроэнергии на 30%.

Наряду с традиционными российскими поставщиками гидротурбинного оборудования (концерн «Силовые машины», ОАО «Тяжмаш» и ОАО «Турбоатом») в тенде-

ре на участие в программах реконструкции оборудования ГЭС Волжско-Камского каскада выразили готовность участвовать ведущие мировые производители – при условии размещения части заказов на предприятиях российского машиностроения.

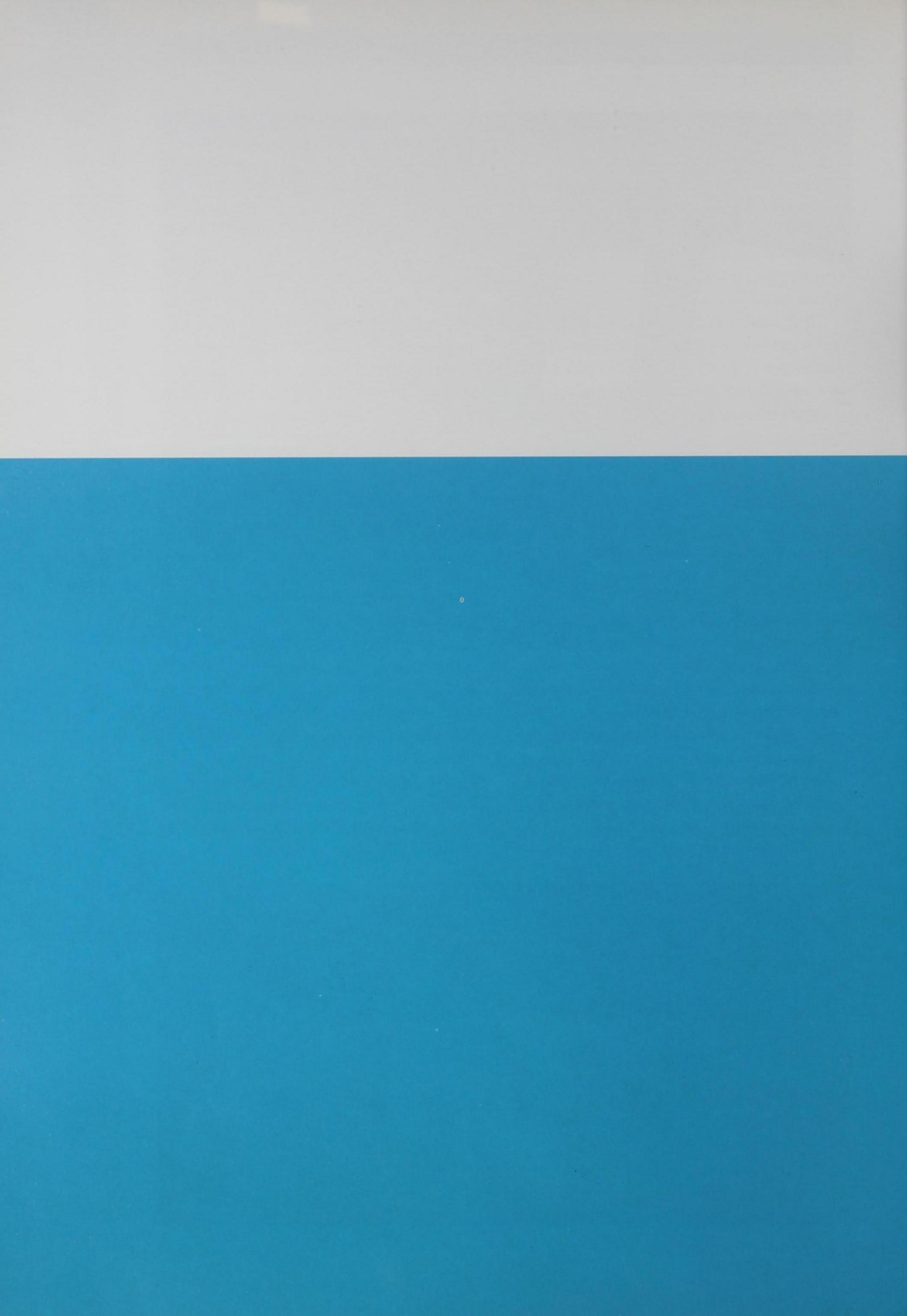
2. Дальнейшее развитие автоматизированной системы управления технологическими процессами на гидростанциях. Так, в настоящее время на гидроэлектростанциях внедряются системы управления активами и фондами предприятия, с успехом используемые крупнейшими мировыми энергетическими компаниями.

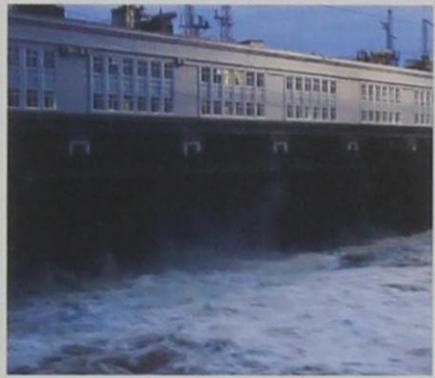
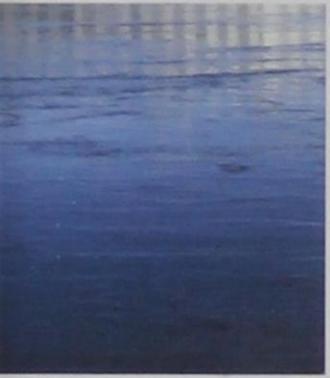
3. Повышение уровня эксплуатации оборудования гидроэлектростанций.

Все это позволит ГЭС Волжско-Камского каскада занять ведущие позиции в составе Федеральной гидрогенерирующей компании, стать экономически эффективными предприятиями, обеспечивающими потребителей качественной и экологически чистой электроэнергией, полученной с использованием новейших технологий.

Создаваемая на базе Волжско-Камского гидроэнергетического каскада структура управления гидроэнергетикой может стать одним из ключевых звеньев в решении задачи организации комплексного управления большими реками Европейской части России.



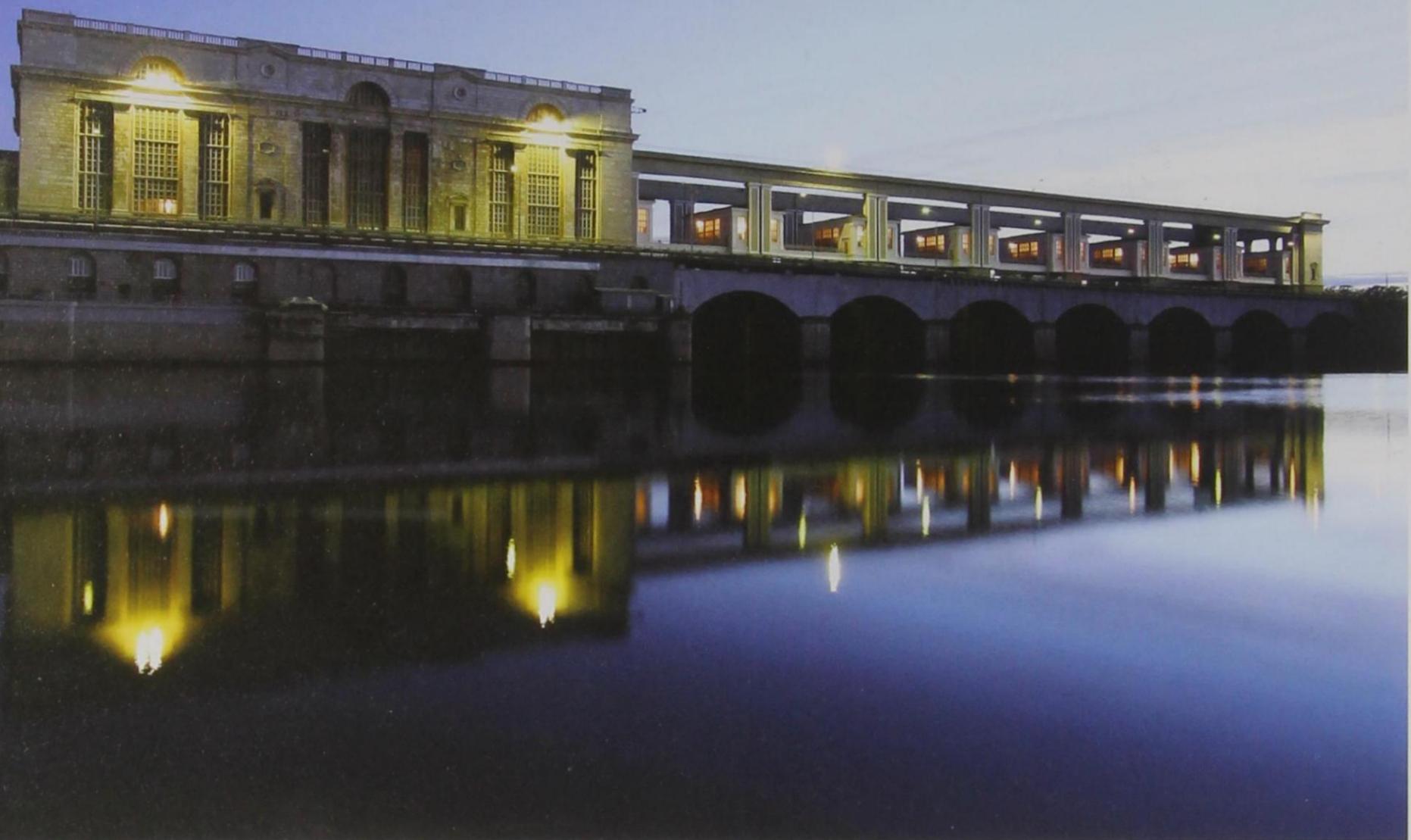




Приложение



Технические характеристики
и особенности гидроэлектростанций,
входящих в Волжско-Камский
гидроэнергетический каскад



Угличский гидроузел

(1935-1942)

Располагается у города Углича.

Состав сооружений:

- гидроэлектростанция
- водосбросная плотина
- однокамерный шлюз
- земляная плотина
- сопрягающие дамбы
- ОРУ 220 кВ

Длина водохранилища

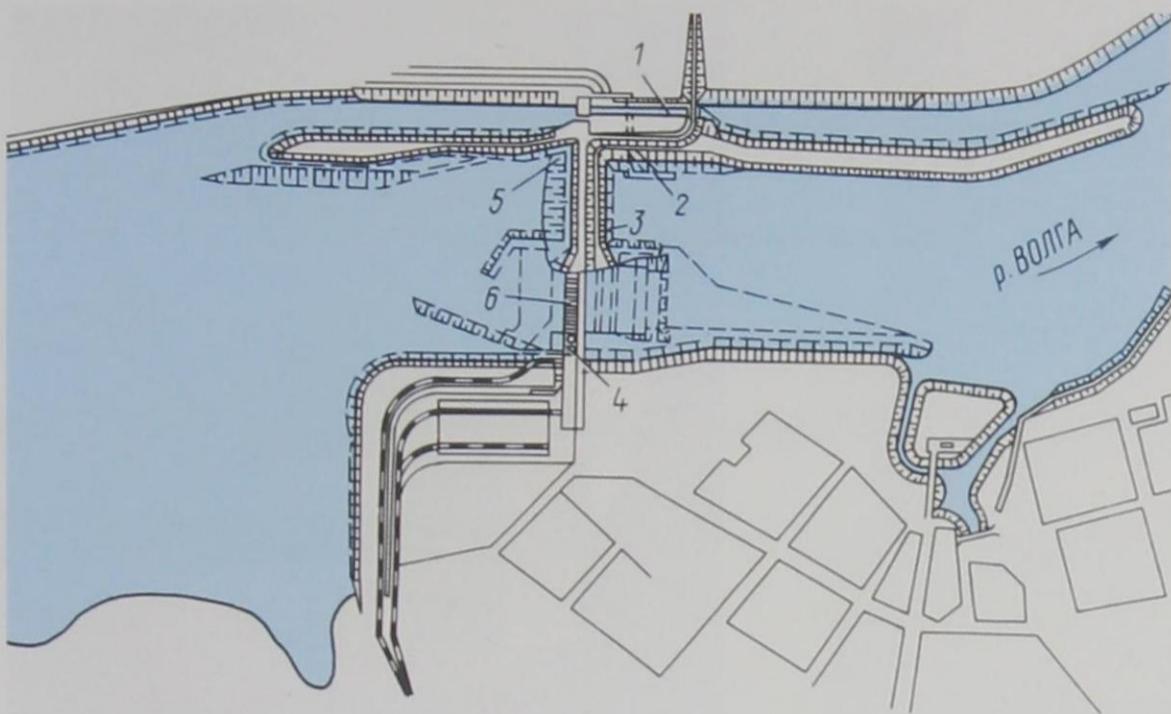
146 км

ширина

5 км

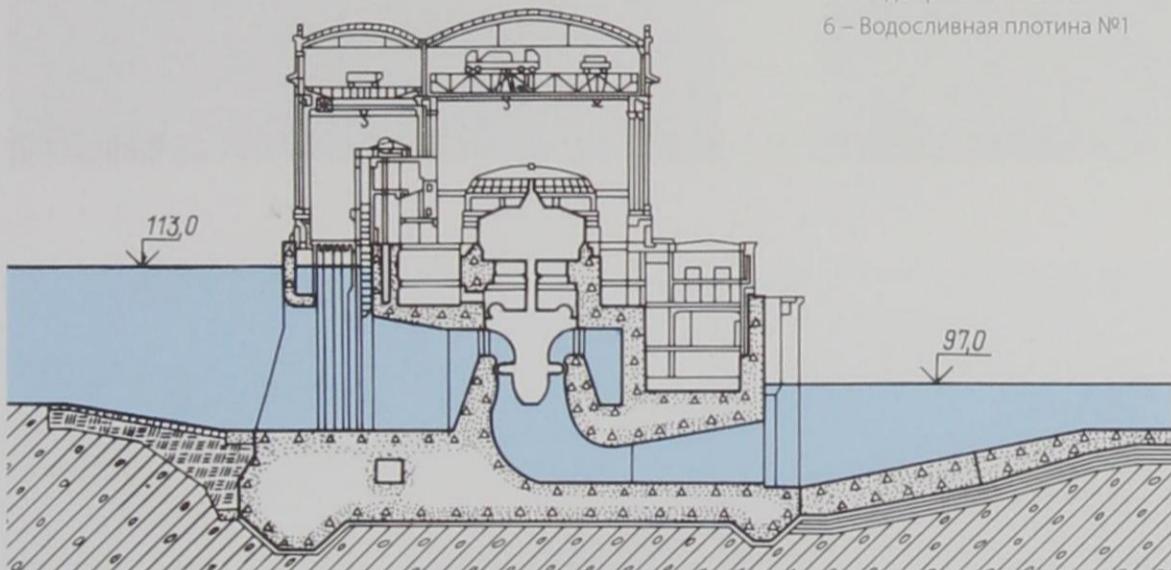
глубина

23,2 м



Угличская ГЭС – план сооружений:

- 1 – Судоходный шлюз
- 2 – Водовыпуск шлюза
- 3 – Земляная плотина №4
- 4 – Здание ГЭС
- 5 – Водоприемник шлюза
- 6 – Водосливная плотина №1



Поперечный разрез Угличской ГЭС

Площадь водосбора	60043 км ²
Среднемноголетний сток (с учетом забора части стока в канал им. Москвы)	10,8 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 113 м	249 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	1,245 и 0,8 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	11600 м ³ /с
Длина напорного фронта	2 км
Максимальный статический напор	16 м

Русловая плотина длиной 310 м и наибольшей высотой 27 м.

Гидроэлектростанция оборудована двумя поворотно-лопастными турбинами максимальной мощностью по 65 МВт с диаметром рабочего колеса 9 м и генераторами зонтичного исполнения мощностью по 55 МВт.

Установленная мощность при расчетном напоре 13 м

$55 \times 2 = 110$ тыс. кВт

Обеспеченная мощность

8,8 тыс. кВт

Среднегодовая выработка

240 млн. кВт. ч

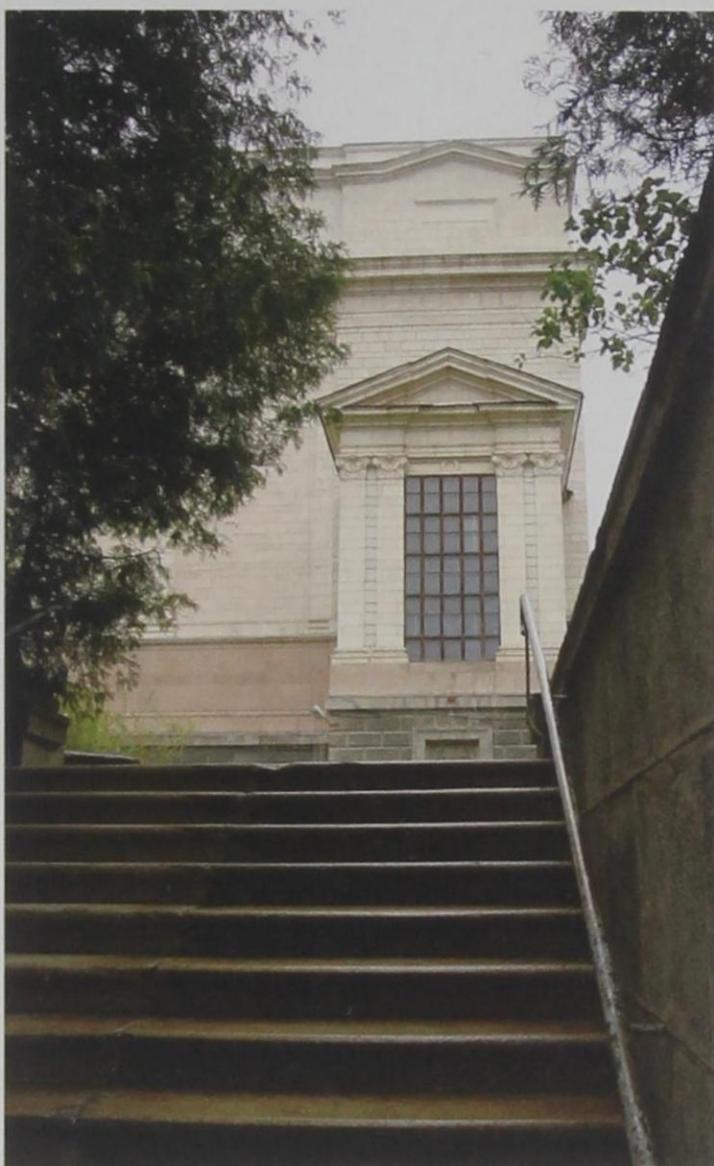
Напряжение ЛЭП

5x220 и 1x35 кВ

Питание однокамерного шлюза 30x290 м осуществляется непосредственно из водохранилища, минуя подходной канал, через донные галереи под стенкой падения верхней головы, то есть с лобовым поступлением воды в камеру. Опорожнение шлюза производится через днище секции камеры и галереи в нижний бьеф бетонной плотины.

Водосбросная плотина длиной 179 м имеет 7 пролетов по 19,8 м: верхние – водосливные и ледосбросные высотой 5 м и нижние – водопропускные высотой 4 м. Плотина рассчитана на пропуск 11600 м³/с воды. Удельный расход на рисберме 60 м³/с.







Рыбинский гидроузел

(1935-1950)

Располагается в черте города Рыбинска.

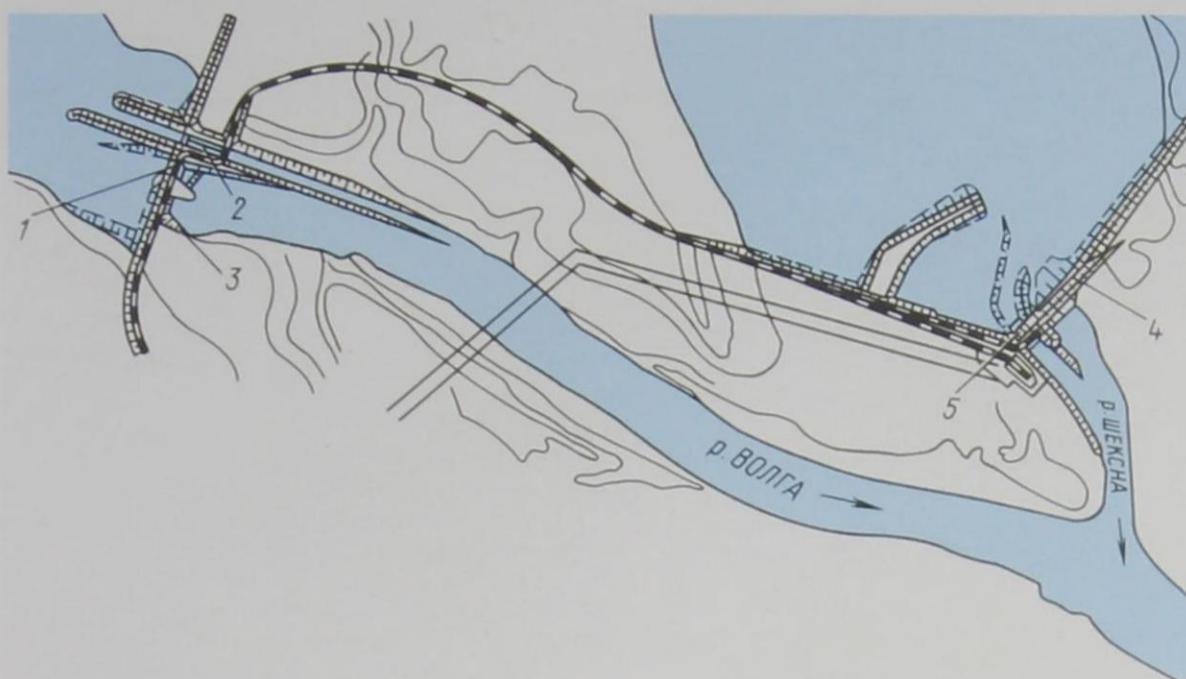
Включает сооружения, возведенные в двух створах на реках Волге и Шексне.

Состав сооружений:

- шекснинский створ – гидроэлектростанция
- земляная плотина
- левобережная дамба длиной 3398 м
- и правобережная сопрягающая дамба длиной 2637 м
- ОРУ 220 и 110 кВ
- Волжский створ – водосбросная плотина
- земляная плотина
- двухкамерный одноступенчатый шлюз
- и сопрягающие сооружения

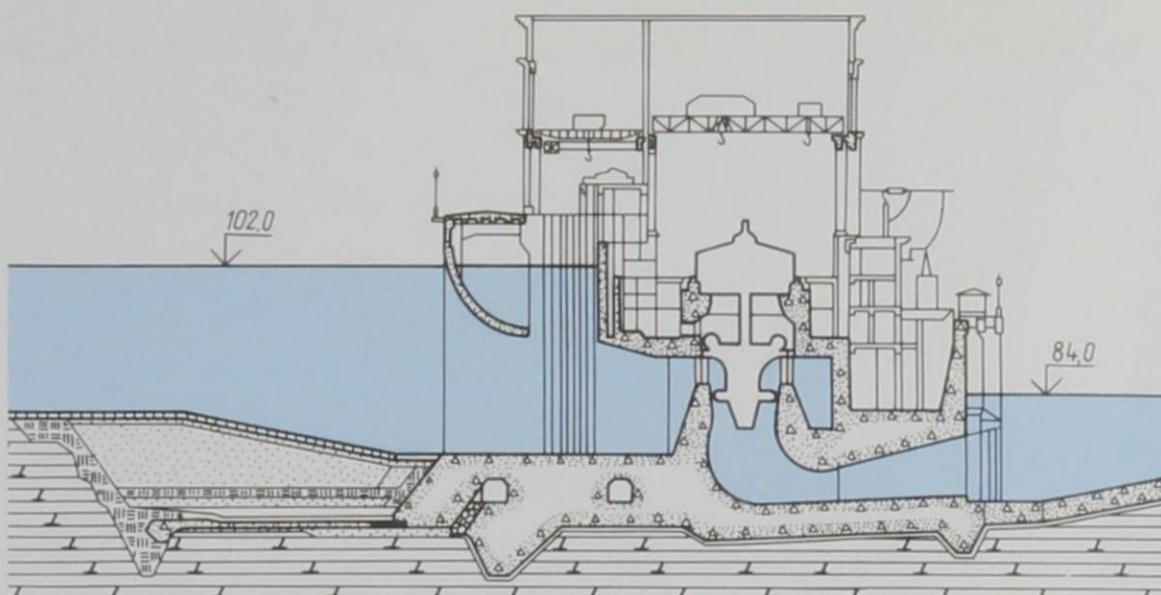
Общим верхним бьефом волжского и шекснинского гидроузлов служит Рыбинское водохранилище, позволяющее осуществлять многолетнее регулирование стока Волги.

Длина водохранилища	112 км
ширина	56 км
глубина	до 30,4 м



Рыбинская ГЭС – план сооружений:

- 1 – Водосбросная плотина №2
- 2 – Судоходный 2-х ниточный шлюз.
- 3 – Земляная плотина №3
- 4 – Земляная плотина №5
- 5 – Здание ГЭС



Разрез по оси гидроагрегата Рыбинской ГЭС

Площадь водосбора	150500 км ²
Среднемноголетний сток	35,2 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 102 м	4550 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	25,4 и 16,7 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	9150 м ³ /с
Длина напорного фронта	8 км
Максимальный статический напор	18 м





Русловая плотина Волжского створа длиной 524 м и высотой 27 м.
В Шекснинском створе земляная плотина длиной 470 м и наибольшей высотой 35 м. Левобережная и правобережная земляные дамбы общей длиной 6035 м.

На ГЭС установлено шесть синхронных генераторов зонтичного исполнения – четыре мощностью по 55 и два по 65 МВт с поворотно-лопастными турбинами максимальной мощностью по 79 МВт диаметром 9 м.

Установленная мощность при расчетном напоре 15,5 м

346,4 тыс. кВт

Обеспеченная мощность

40 тыс. кВт

Среднегодовая выработка

935 млн. кВт·ч

Напряжение ЛЭП

4x220 и 2x110 кВ

Наполнение и опорожнение камеры шлюза 31x290 м производится через 16 поперечных донных выпусков. Донные выпуски соединены с водопроводными галереями. В отдельном блоке, расположенном сбоку шлюза на участке перепуска обеих ниток шлюзов, водопроводные галереи сообщаются между собой посредством галерей и затворов перепуска. Тем са-

мым расход воды на шлюзование уменьшается вдвое, а выработка электроэнергии на гидроэлектростанции увеличивается на 20 млн. кВт·ч. за навигацию. Водосбросная плотина длиной 104 м имеет восемь донных отверстий размером 8,5 x 5,0 м каждое. Плотина рассчитана на пропуск 5800 м³/с воды. Удельный расход через плотину равен 85,5 м³/с.





Нижегородский гидроузел

(1948-1957)

Расположен у города Городца.

Состав сооружений:

- гидроэлектростанция
- водосбросная плотина
- 7 земляных плотин
- 3 дамбы общей длиной 18600 м
- двуихамерный двухступенчатый шлюз с разъездным бьефом
- аванпорт
- ОРУ 110 и 220 кВ.

Длина водохранилища

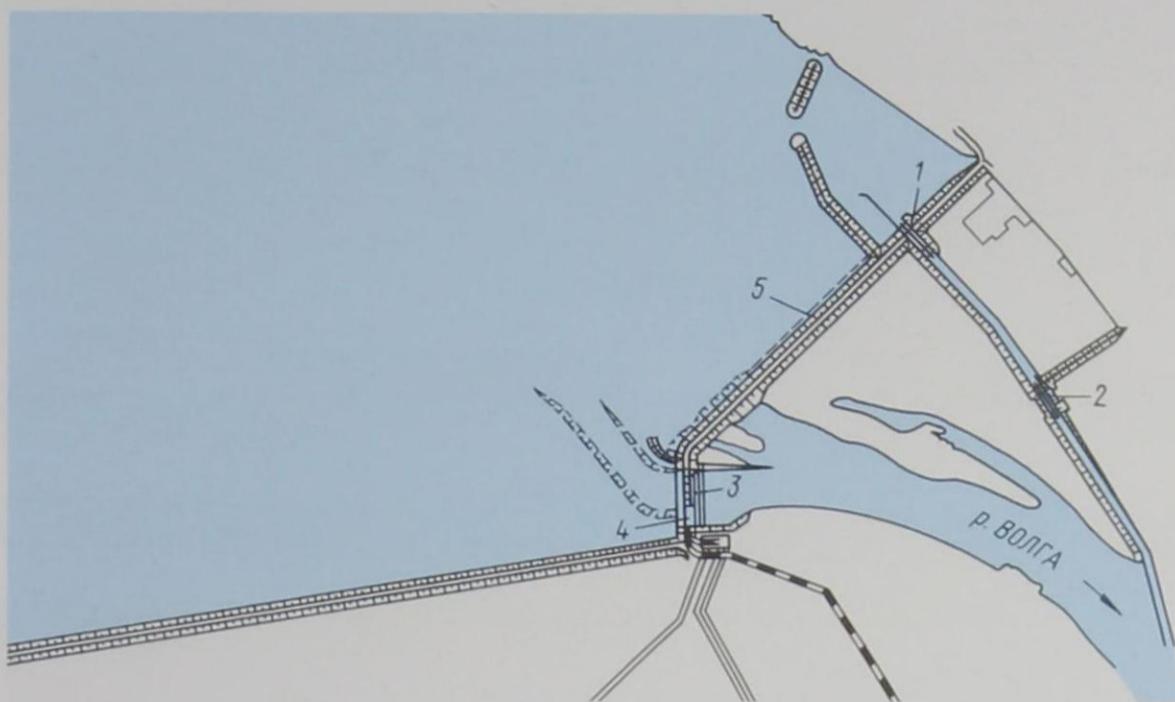
430 км

ширина

16 км

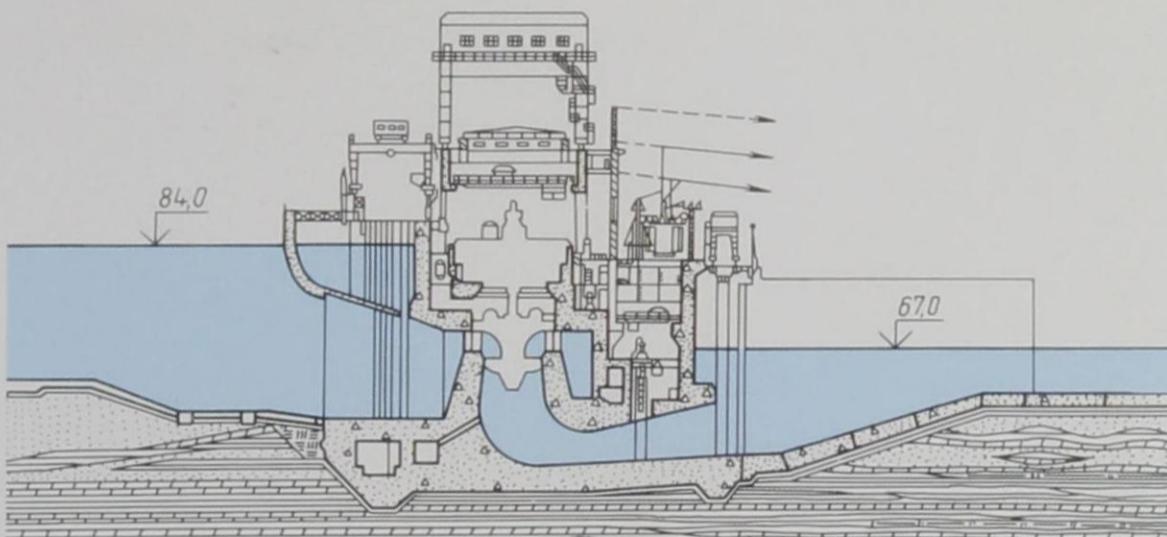
глубина

до 22 м



План сооружений Нижегородского гидроузла:

- 1 – шлюз
- 2 – шлюз
- 3 – водосливная плотина
- 4 – гидроэлектростанция
- 5 – земляная плотина



Разрез по оси гидроагрегата Нижегородской ГЭС

Площадь водосбора	227900 км ²
Среднемноголетний сток	52,5 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 84 м	1591 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	8,5 и 2,78 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	14800 м ³ /с
Длина напорного фронта	13 км
Максимальный статический напор	17 м

Русловая плотина намыта из мелкозернистых песков. Общее протяжение земляных плотин и дамб – 18600 м.

Гидроэлектростанция оборудована восемью поворотно-лопастными турбинами с диаметром рабочего колеса 9 м и вертикальными синхронными генераторами мощностью по 65 МВт.

Установленная мощность при расчетном напоре 14 м

$65 \times 8 = 520$ тыс. кВт

Обеспеченная мощность

115 тыс. кВт

Среднегодовая выработка

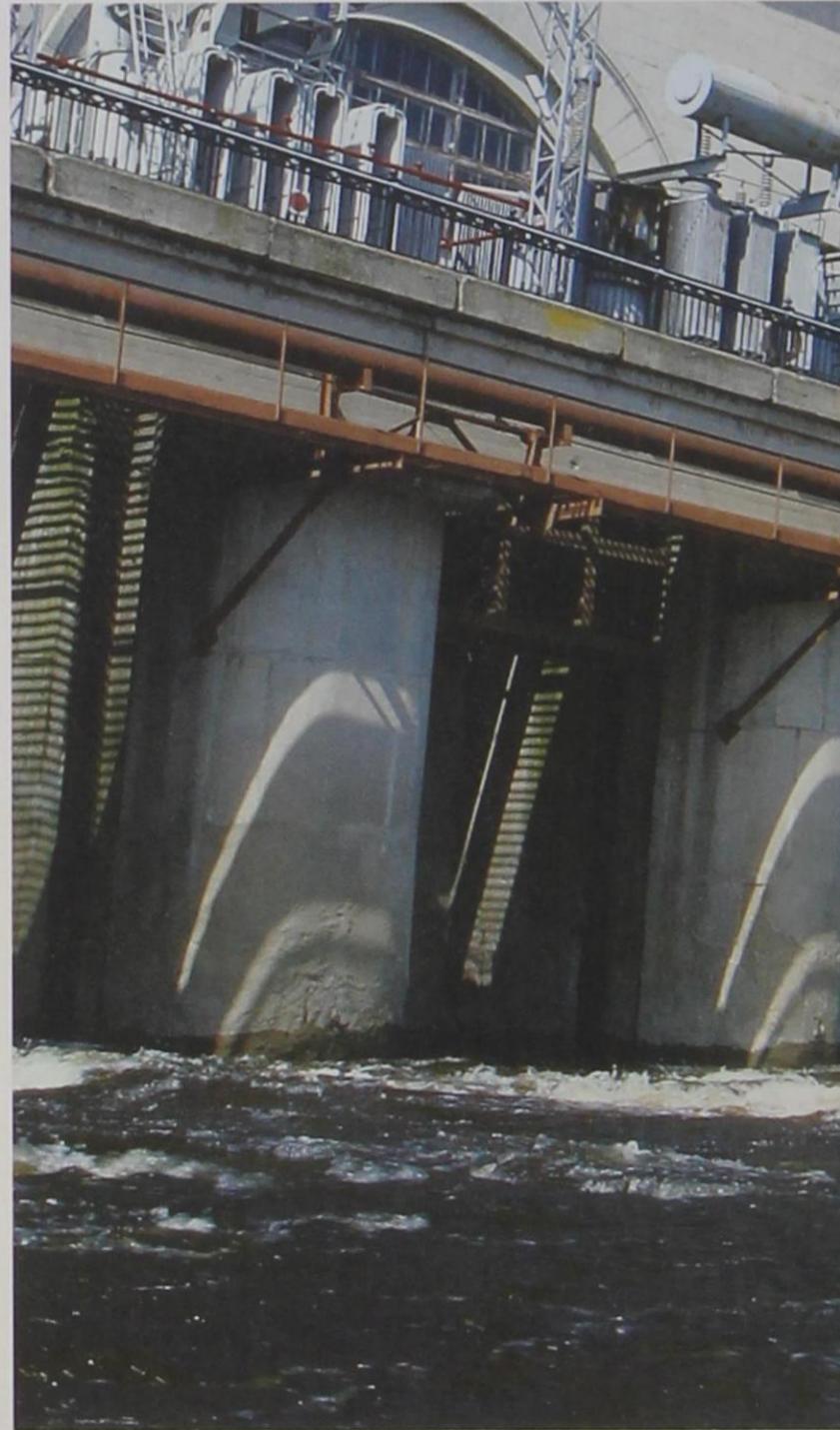
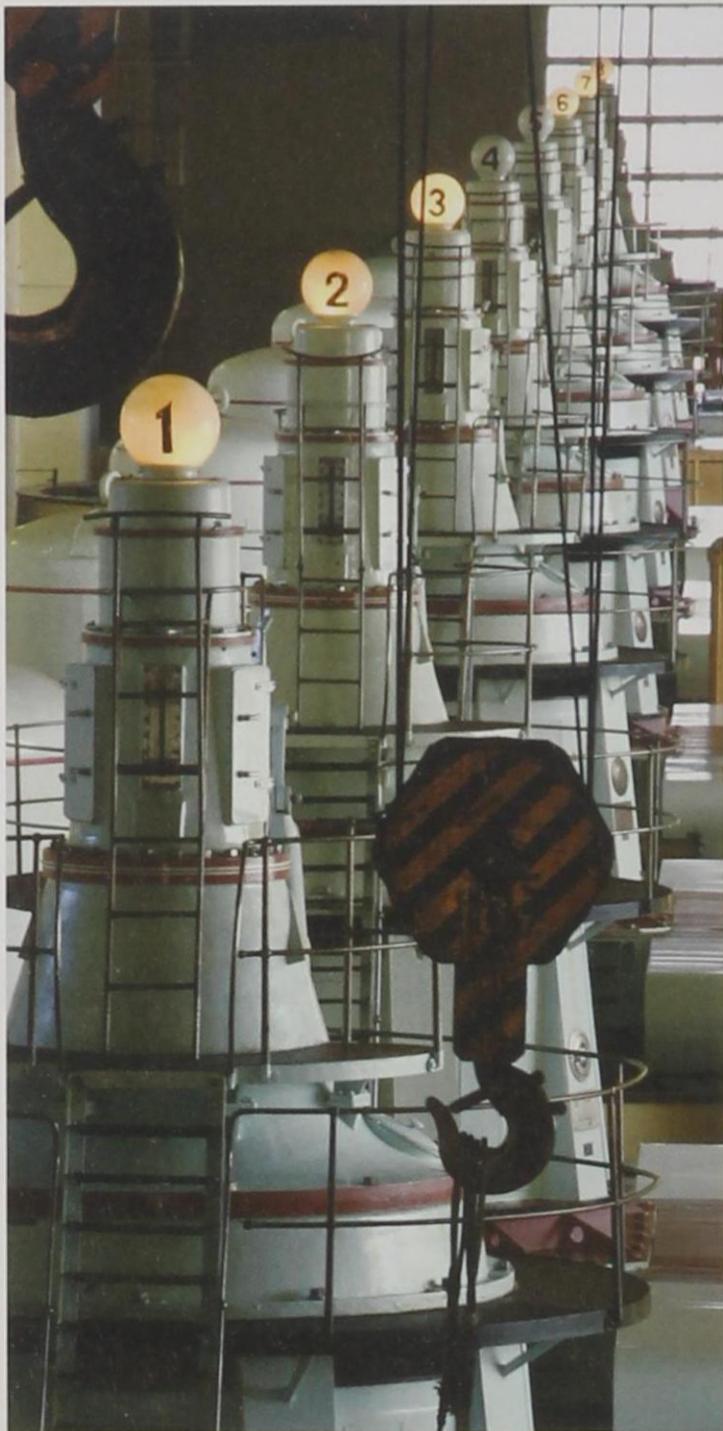
1513 млн. кВт·ч

Напряжение ЛЭП

3x220 и 6x110 кВ

Система питания двухкамерного двухступенчатого шлюза с разъездным бьефом головная с лобовым наполнением из-под рабочих ворот. Опорожнение через короткие обводные галереи в нижней голове. Объем сливной призмы – 70 тыс. м³. Время наполнения камеры – 12 мин и опорожнения – 13 мин.

Водосбросная плотина длиной 286 м имеет двенадцать пролетов шириной по 20 м и рассчитана на пропуск 13270 м³/с воды.







Куйбышевский (Жигулевский) гидроузел

(1949-1957)

Расположен выше города Самары.

Состав сооружений:

- гидроэлектростанция совмещенного типа
длиной 700 м
- сороудерживающее сооружение длиной 633,3 м
- водосбросная плотина
- земляная плотина
- грязеспуск длиной 59 м
- двухступенчатый двухкамерный шлюз
с межшлюзовым бьефом
- причальные сооружения
- ОРУ 500, 220 и 110 кВ

Длина

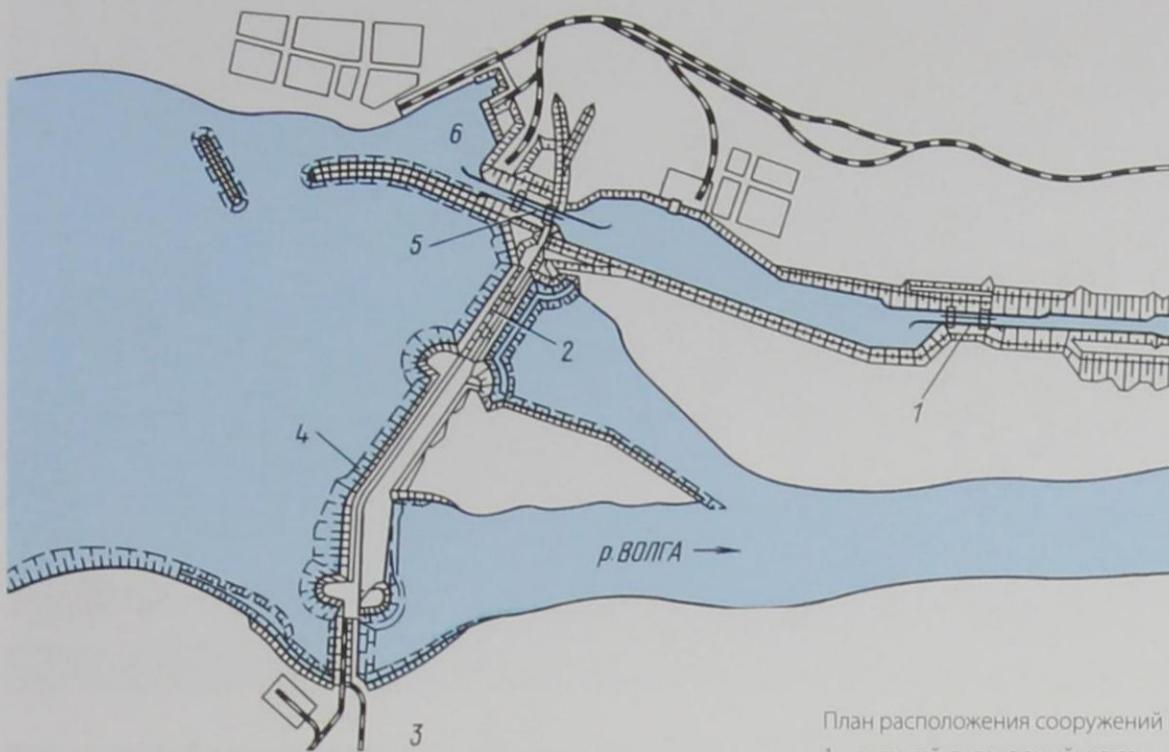
510 км

ширина

27 км

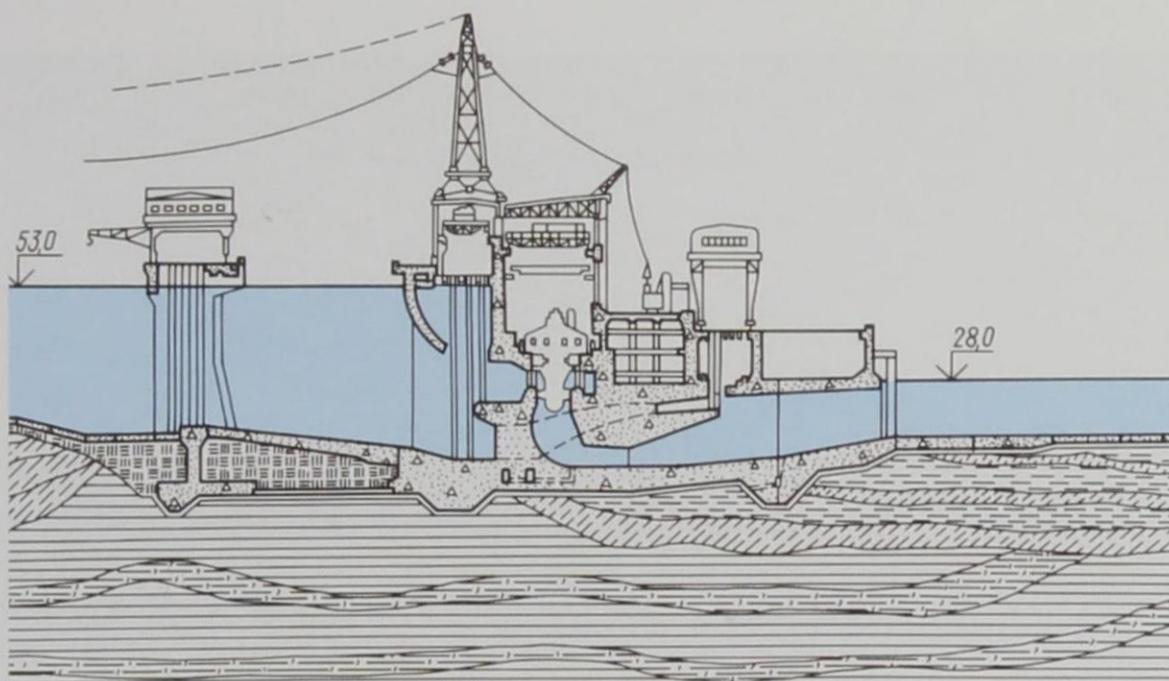
глубина

до 32 м



План расположения сооружений Куйбышевского гидроузла:

- 1 – нижний судоходный шлюз
- 2 – водосливная плотина
- 3 – здание ГЭС
- 4 – земляная плотина
- 5 – верхний шлюз
- 6 – порт



Разрез по оси гидроагрегата Жигулевской ГЭС

Площадь водосбора	1200000 км ²
Среднемноголетний сток	241 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 53 м	6150 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	57,3 и 21 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	67000 м ³ /с
Длина напорного фронта	5,5 км
Максимальный статический напор	30 м

Земляная плотина длиной 2802,5 м и наибольшей высотой 45 м. Пойменная часть плотины имеет длину 1300 м. Почти все земляные плотины и дамбы – намывные.

Двухкамерный двухступенчатый шлюз 30x290 м с межшлюзовым бьефом длиной 3820 м и шириной от 200 до 600 м. Шлюзы имеют распределительную систему питания. Водозабор осуществляется через глубинные водоприемники, примыкающие к крайним устремам верхних голов. Опорожнение камер производится в нижние подходные каналы.

Здание ГЭС состоит из десяти двухагрегатных секций с донными водосбросами над отсасывающими трубами. В машинном зале размещено 20 гидроагрегатов мощностью по 120 МВт с поворотно-лопастными турбинами диаметром рабочего колеса 9,3 м и генераторами зонтичного исполнения.

Гидроэлектростанция, совмещенная с донными водосбросами (40 отверстий), рассчитана на пропуск 29600 м³/с воды, в том числе через донные водосбросы 18000 м³/с.

В левом устое станции расположен грязепуск с про-летом шириной 10,5 м. Пропускная способность грязепуска – 315 м³/с.

Установленная мощность при расчетном напоре 22,5 м

120x20=2400 тыс. кВт

Обеспеченная мощность

807 тыс. кВт

Среднегодовая выработка

10900 млн. кВт. ч

Напряжение ЛЭП

6x110, 6x220 и 4x500 кВ





Водосливная бетонная плотина длиной около 1000 м имеет 38 водосливных пролетов шириной по 20 м, перекрываемых плоскими затворами, рассчитана на пропуск 40300 м³/с воды. В целом пропускная

способность сооружений гидроузла, достигающая 85000 м³/с, является рекордной для гидроузла, возведенного на песчаных и глинистых грунтах.





Саратовский гидроузел

(1956-1971)

Расположен у города Балаково Саратовской области.

Состав сооружений:

- гидроэлектростанция
- совмещенная с донными водосбросами и рыбопропускными устройствами
- земляная плотина
- дамбы
- двухкамерный одноступенчатый шлюз
- ОРУ 500, 220 и 35 кВ

Длина водохранилища

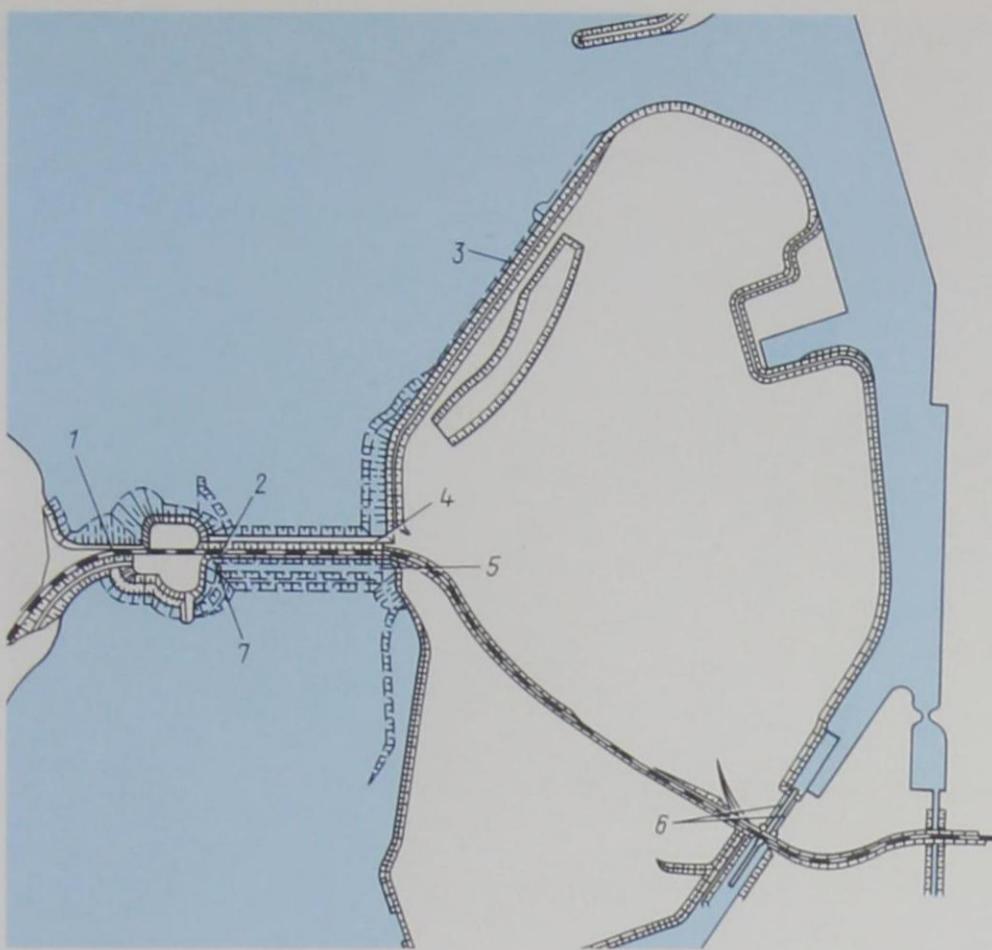
357 км

ширина

25 км

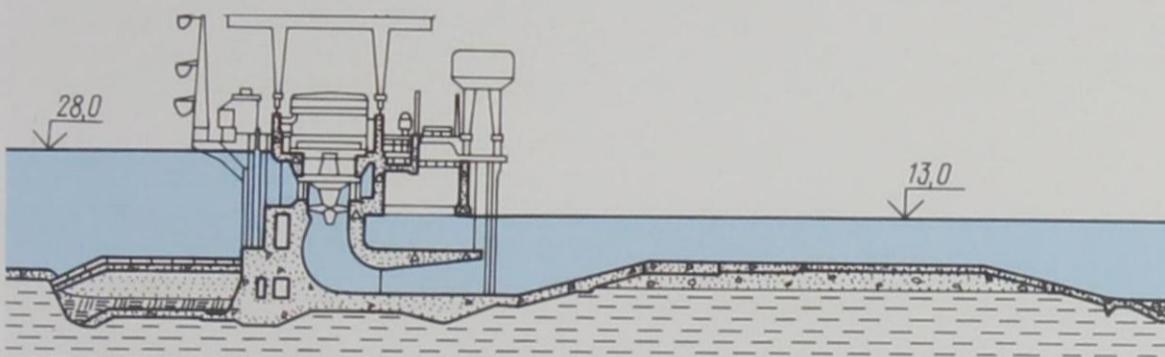
глубина

до 31 м

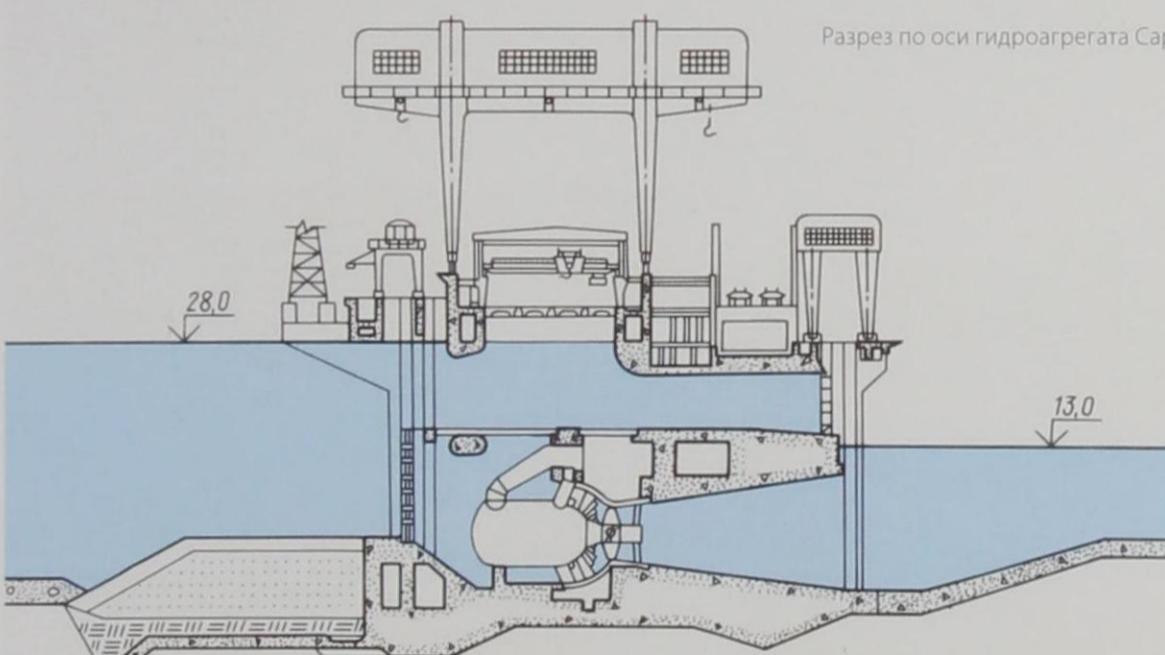


План сооружений Саратовского гидроузла:

- 1 – русловая плотина
- 2 – рыбоподъемник
- 3 – левобережная дамба
- 4 – гидроэлектростанция
- 5 – левобережный водосброс – рыбоход
- 6 – шлюз
- 7 – правобережный водосброс – рыбоход



Разрез по оси гидроагрегата Саратовской ГЭС



Разрез по оси горизонтального гидроагрегата Саратовской ГЭС

Площадь водосбора	1280000 км ²
Среднемноголетний сток	247 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 28 м	1831 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	12,87 и 1,75 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	64000 м ³ /с
Длина напорного фронта	2,4 км
Максимальный статический напор	15 м

Саратовская ГЭС является самой низконапорной станцией на Волге.
Русловая земляная плотина длиной 1260 м и наибольшей высотой 40 м.



Дамбы общей длиной 14000 м и наибольшей высотой 23 м.

Машинный зал длиной 990 м и шириной 21,9 м, правобережная и левобережная монтажные площадки длиной по 63 м. Левобережная монтажная площадка совмещена с водосбросом.

В машинном зале установлен двадцать один вертикальный гидроагрегат с поворотно-лопастными турбинами (диаметр рабочего колеса 10,3 м) и синхронными генераторами мощностью по 60 МВт и два горизонтальных капсулных гидроагрегата (диаметр рабочего колеса 7,5 м) с генераторами мощностью по 45 МВт. Расстояние между осями агрегатов – 45 м.

Установленная мощность при расчетном напоре 9,7/10,6* м

$60 \times 21 + 45 \times 2 + 10 = 1360$ тыс. кВт

Обеспеченная мощность

416 тыс. кВт

Среднегодовая выработка

5400 млн. кВт·ч

* Для горизонтальных агрегатов.

Напряжение ЛЭП

3x500, 6x220 и 1x35 кВ

Гидроэлектростанция длиной 1214 м (включая монтажные площадки и рыбоподъемник контейнерного типа с рыбонакопительным лотком и гидроагрегатом собственных нужд мощностью 10 тыс. кВт) имеет дон-

ные водосбросы. В секциях с вертикальными агрегатами размещено 42 отверстия и в секции с горизонтальными агрегатами – 2 отверстия размером 8,6 x 12 м каждое. Отдельной водосливной плотины нет.





Под монтажными площадками устроено 7 водосбросов-рыбоходов размером 8,6 x 12 м каждое. Удельный расход на рисберме – 57 м³/с.

Система питания двухкамерного одноступенчатого шлюза 30x290 м головная с лобовым наполнением из-под рабочих ворот.



Волгоградский гидроузел

(1951-1962)

Расположен в нижнем течении Волги, севернее города Волгограда.

Состав сооружений:

- гидроэлектростанция совмещенного типа длиной 736,4 м
- сороудерживающее сооружение длиной 822,9 м
- водосбросная плотина
- рыбоподъемник
- двухкамерный двухступенчатый шлюз
- межшлюзовая ГЭС
- земляные, русловые и пойменные плотны
- дамбы аванпорта длиной 3000 м
- ОРУ 500, 400, 220 и 110 кВ

Длина водохранилища

540 км

ширина

17 км

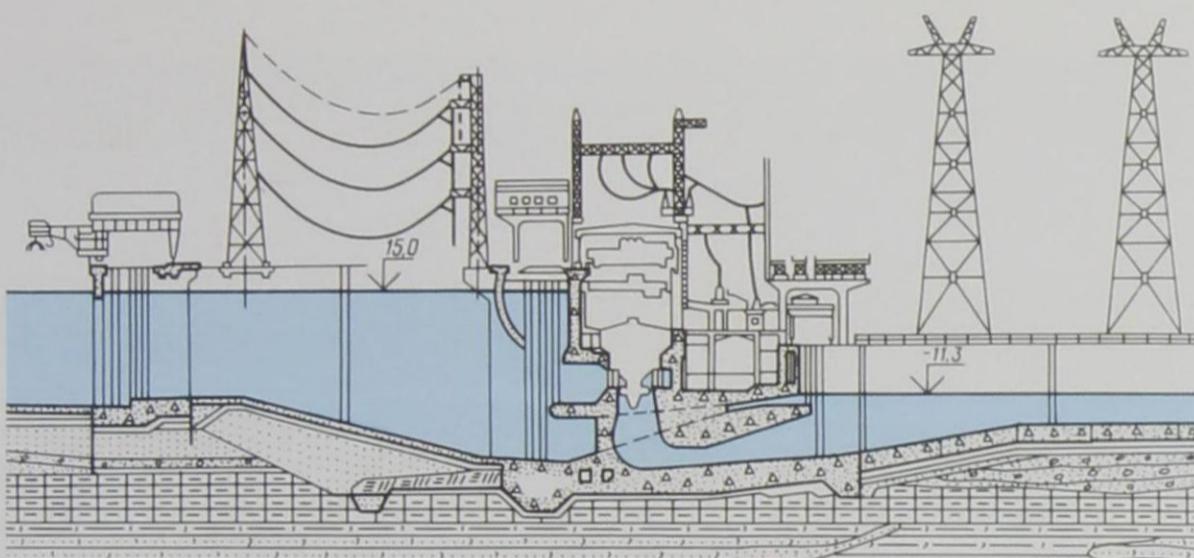
глубина

до 40 м



План сооружений Волгоградского гидроузла:

- 1 – земляная плотина
- 2 – гидроэлектростанция
- 3 – рыбоподъемник
- 4 – водоотливная плотина
- 5 – межшлюзовая ГЭС
- 6 – шлюз



Разрез по оси гидроагрегата Волжской ГЭС

Площадь водосбора	1352000 км ²
Среднемноголетний сток	251 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 15 м	3117 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	31,45 и 8,25 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	59500 м ³ /с
Длина напорного фронта	4,9 км
Максимальный статический напор	27 м

Водохранилище рассчитано на суточное регулирование с недельным циклом. В паводковый период гидроэлектростанция работает в базисе графика электрической нагрузки энергосистемы, а излишки воды сбрасываются через водосливную плотину.

Здание ГЭС совмещенного типа состоит из одиннадцати агрегатных секций по два гидроагрегата в каждой, оборудовано двадцатью двумя гидроагрегатами мощностью по 120 МВт. Каждый гидроагрегат состоит из вертикальной поворотнолопастной турбины (диаметр рабочего колеса 9,3 м) и вертикального гидрогенератора зонтичного типа.

В гидроэлектростанции имеются 44 отверстия донного водосброса. Суммарный расход воды одного гидроагрегата и двух донных водосбросов составляет 1450 м³/с; при этом средний удельный расход воды на рисберме – 48,5 м³/с на 1 пог. м.

Установленная мощность при расчетном напоре 22,5м

$120 \times 22 + 11 \times 3 = 2673$ тыс. кВт

Обеспеченная мощность

820 тыс. кВт

Среднегодовая выработка

11100 млн. кВт·ч

Напряжение ЛЭП

1x110 5x200 2x500 и 1x±400 кВ



Сороудерживающие решетки вынесены из здания ГЭС и установлены в отдельном сооружении. Это позволило снизить потери напора за счет уменьшения скорости течения воды, а также исключить необходимость остановки турбин для очистки решеток.

Шлюз двухкамерный двухступенчатый. Система питания распределительная, через донные водопроводные галереи с частичным боковым сбросом.

Земляные намывные плотины общей длиной 3249 м и наибольшей высотой 47 м (русловая длиной 1193 м, пойменная длиной 803 м, левобережная длиной 1253 м).

Для использования энергии воды, сбрасываемой из водохранилища в нижний подходный канал для привлечения рыбы к шлюзам, сооружена межшлюзовая ГЭС – 2 агрегата по 11 тыс. кВт.

Водосбросная плотина, включая рыбоподъемник, длиной 724,6 м и высотой 44 м имеет 27 пролетов

ширина по 20 м и рассчитана на пропуск 30800 м³/с воды. Особенностью конструкции является устройство пустотелых водосливов из сборномонолитного железобетона. Удельный расход воды на рисберме равен 43,7 м³/с.

Первый пролет плотины, примыкающий к зданию ГЭС, оборудован сдвоенными затворами для сброса поверхностного мусора. Во втором пролете расположен рыбоподъемник, предназначенный для пропуска рыбы, главным образом осетра и сельди, идущей из Каспийского моря вверх по Волге для нереста. Рыбоподъемник оборудован гидроагрегатом мощностью 11 тыс. кВт и имеет два рыбоходных лотка со стороны нижнего бьефа и один со стороны верхнего бьефа.

Суммарная водопропускная способность сооружения – 63060 м³/с (максимальный расход воды, отмеченный в 1926 году у Волгограда, – 59000 м³/с).





Камский гидроузел

(1949-1958)

Расположен у г. Перми при впадении в Каму реки Чусовой.

Состав сооружений:

- совмещенная гидроэлектростанция
- русловая и пойменная земляные плотины общей длиной 1828 м
- шестиступенчатый двухкамерный шлюз
- ОРУ 220 и 110 кВ

Длина водохранилища

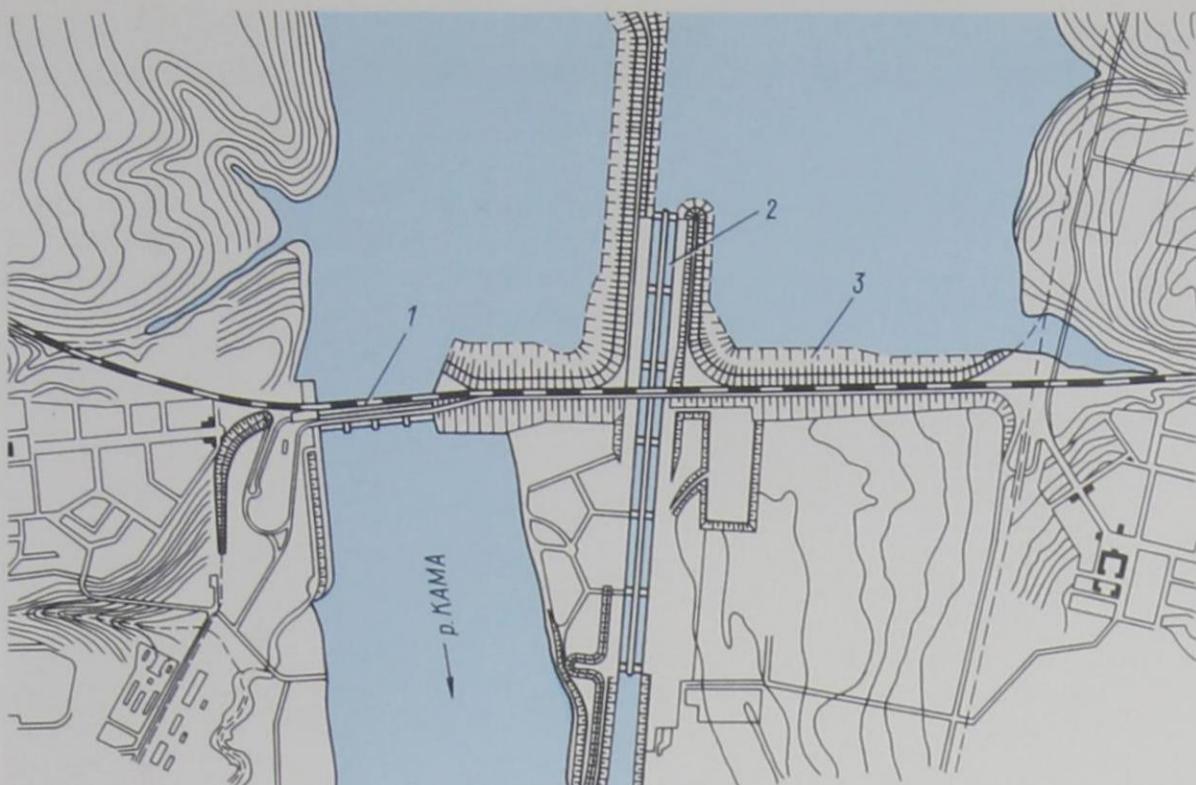
300 км

ширина

35 км

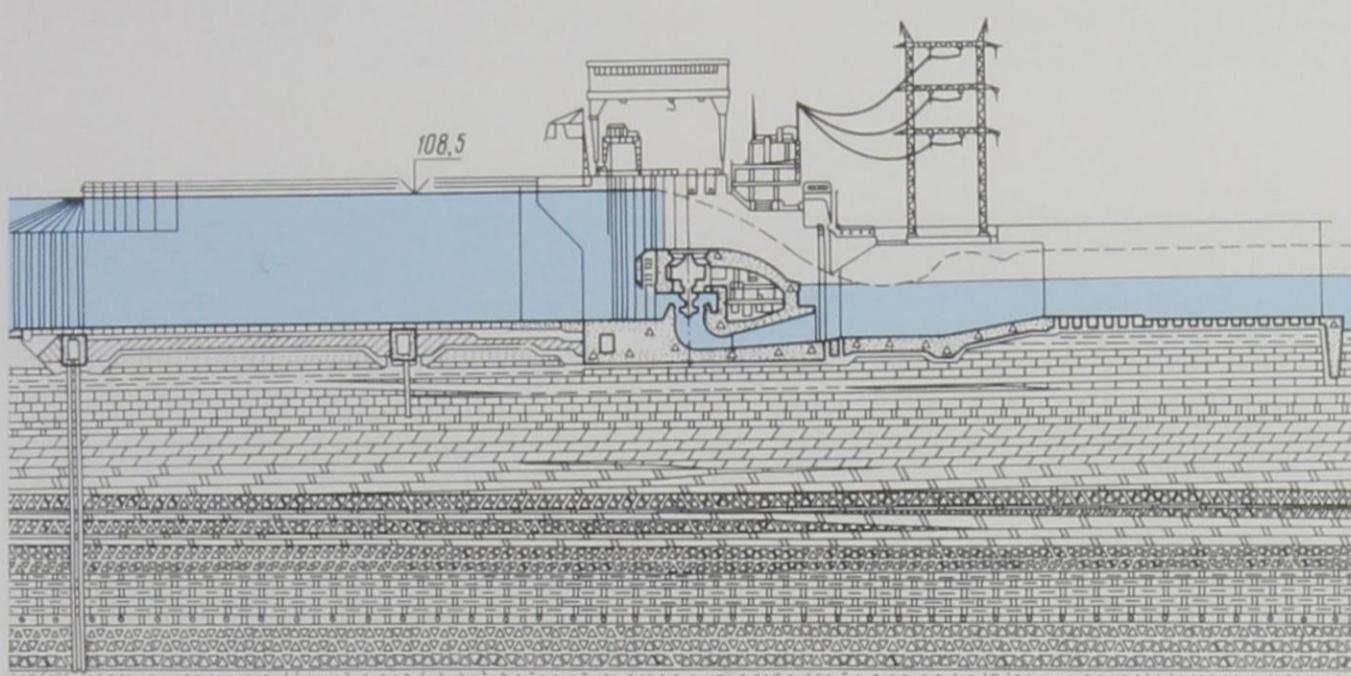
глубина

до 30 м



План сооружений Камского гидроузла:

- 1 – совмещенная гидроэлектростанция
- 2 – шлюз
- 3 – земляная плотина



Разрез по оси гидроагрегата Камской ГЭС

Площадь водосбора	167200 км ²
Среднемноголетний сток	51,5 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 108,5 м	1915 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	12,2 и 9,2 км ³
Площадь затопленных сельхозугодий	68,1 тыс. га
Количество перенесенных строений	12900
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	19000 м ³ /с
Длина напорного фронта	2,5 км
Максимальный статический напор	22 м

Совмещение гидроэлектростанции с водосливной плотиной сократило фронт бетонных сооружений на 190 м, а увеличение числа агрегатов позволило поднять основание фундаментной части на 13 м, то есть заложить ее на водонепроницаемой песчано-глинистой толще коренных пород. Для увеличения надежности и долговечности работы сооружений в основании выполнены противофильтрационные устройства, завесы, вертикальный и горизонтальный дренажи.

Гидроэлектростанция, совмещенная с поверхностным водосливом, оборудована двадцатью четырьмя гидроагрегатами мощностью по 21 МВт, из них двадцать три гидроагрегата с турбинами диаметром 5 м вертикальные и один – опытный горизонтальный полупрямоточный с прямой отсасывающей трубой и турбиной диаметром 4,5 м.

Установленная мощность при расчетном напоре 15 м

$21 \times 23 = 483$ тыс. кВт

Обеспеченная мощность

85 тыс. кВт

Среднегодовая выработка

1700 млн. кВт·ч

Напряжение ЛЭП

10x110 и 3x220 кВ

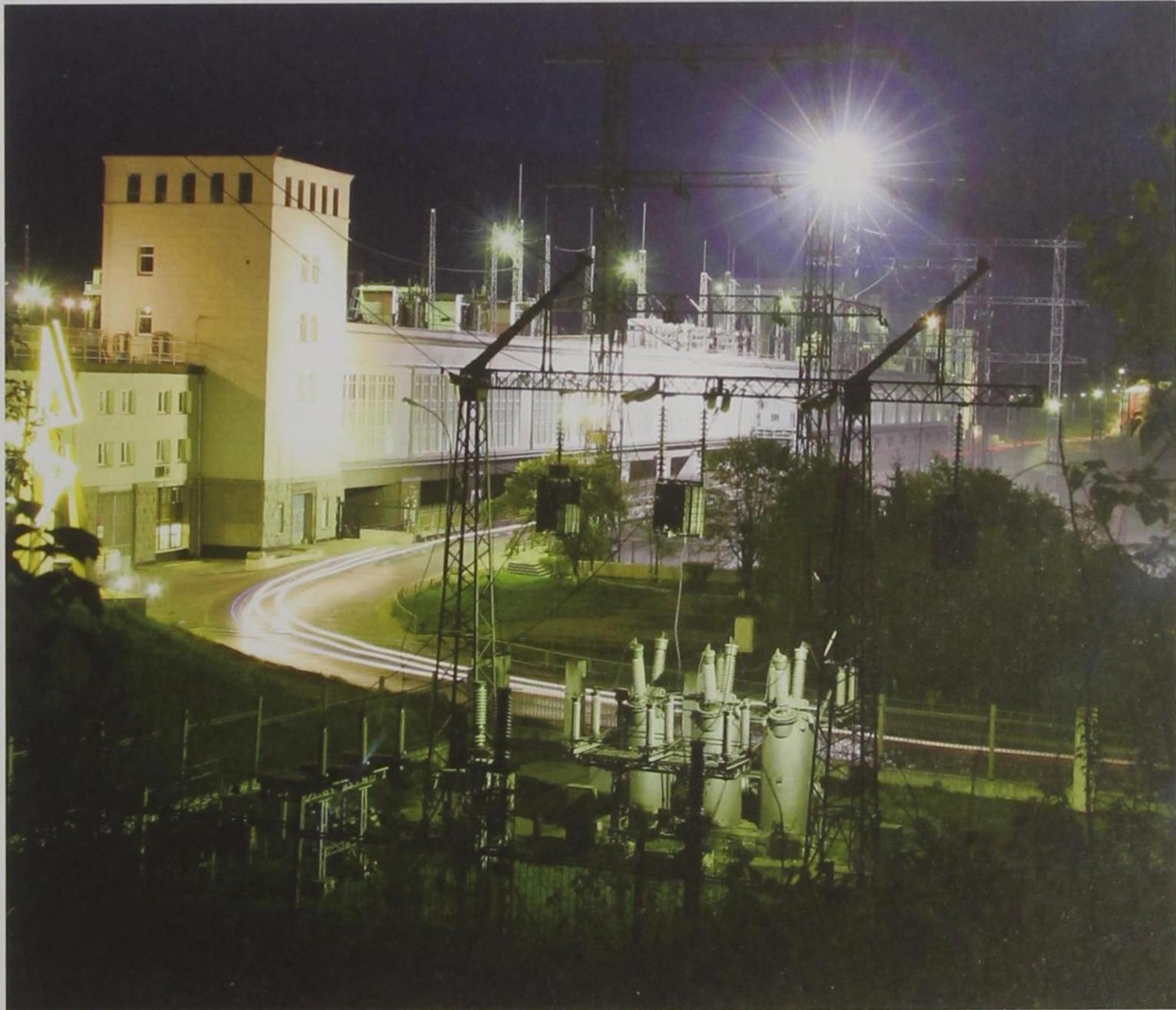
Русловая земляная плотина длиной 650 м и наибольшей высотой 35 м, пойменная земляная плотина длиной 1166 м и наибольшей высотой 19 м.

Шестиступенчатый двухкамерный шлюз 30x230 м расположен между русловой и пойменной плотинами. Система питания клинкетная.





Гидроэлектростанция длиной 386 м, совмещенная с поверхностным водосливом, имеющим 24 пролета шириной по 12 м. Водосброс рассчитан на пропуск 16020 м³/с воды. Удельный расход на рисберме – 57 м³/с.





Воткинский гидроузел

(1955-1965)

Расположен на реке Кама у г. Чайковского.

Состав сооружений:

- здание ГЭС длиной 297,3 м
- водосливная бетонная и земляная плотины
- судоходный одноступенчатый двухкамерный шлюз с низовым подходным каналом и защитной дамбой в верхнем бьефе
- ОРУ 500, 220 и 110 кВ

Длина водохранилища

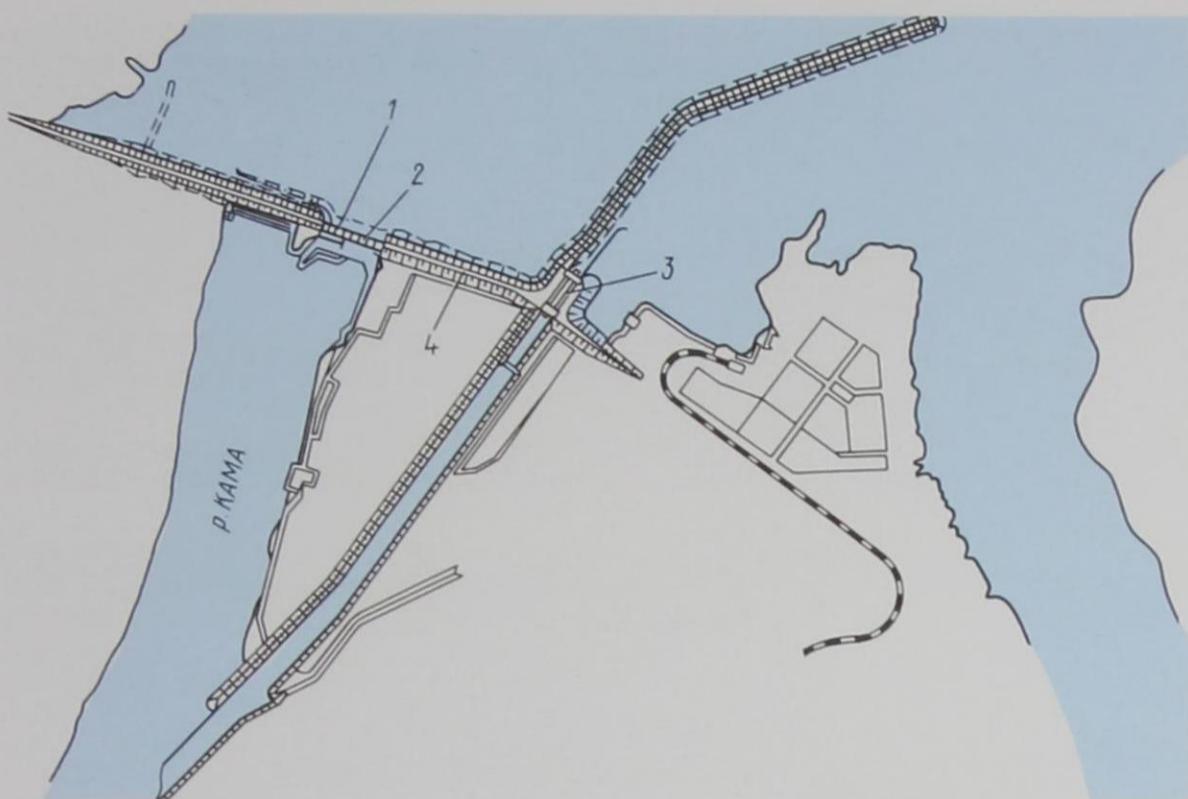
365 км

ширина

10 км

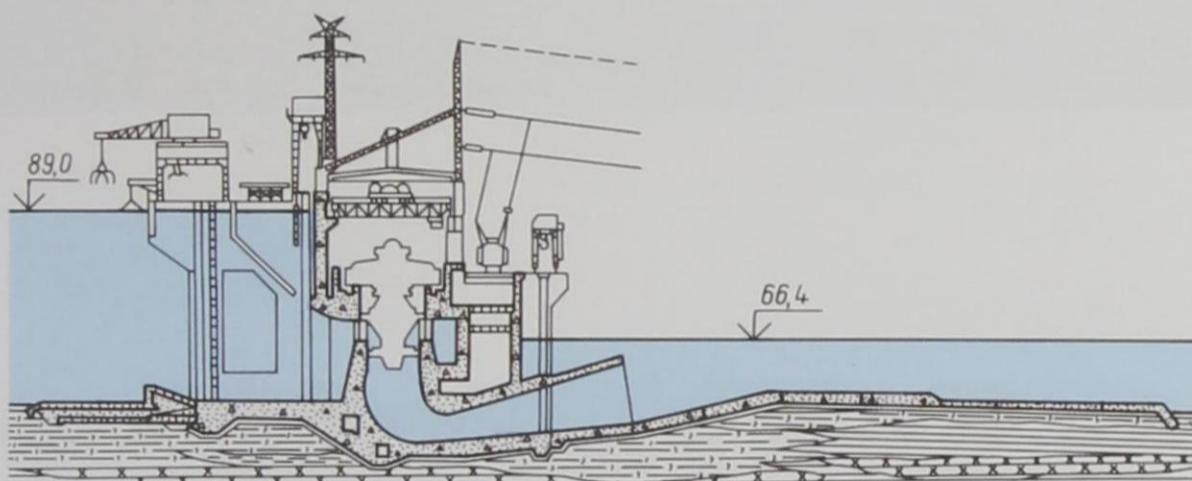
глубина

до 28 м



План сооружений Воткинского гидроузла:

- 1 – водосборная плотина
- 2 – гидроэлектростанция
- 3 – шлюз
- 4 – земляная плотина



Разрез по оси гидроагрегата Воткинской ГЭС

Площадь водосбора	181500 км ²
Среднемноголетний сток	53,73 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 89 м	1120 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	9,4 и 3,7 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	19500 м ³ /с
Длина напорного фронта	5,37 км
Максимальный статический напор	23 м
Земляные плотины общей длиной наибольшей высотой	4770 м 35,5 м

Гидроэлектростанция руслового типа имеет длину здания 273 м. В здании ГЭС установлено два гидроагрегата с поворотно-лопастными турбинами и трехфазными генераторами зонтичного исполнения мощ-

ностью по 110 и восемь гидроагрегатов по 100 МВт. Машинный зал длиной 269 м, шириной 22,5 м, монтажная площадка длиной 28,3 м. Расстояние между осями агрегатов – 26 и 28,5 м.

Установленная мощность при расчетном напоре 17,5 м

$110 \times 2 + 8 \times 100 = 1020$ тыс. кВт

Обеспеченная мощность

183 тыс. кВт

Среднегодовая выработка

2220 млн. кВт·ч

Напряжение ЛЭП

10x110, 5x220 и 3x500 кВ

Однокамерный двухниточный шлюз. Система питания распределительная. Время наполнения или опорожнения камеры – 13 мин. Объем сливной призмы – 230 тыс.м³.

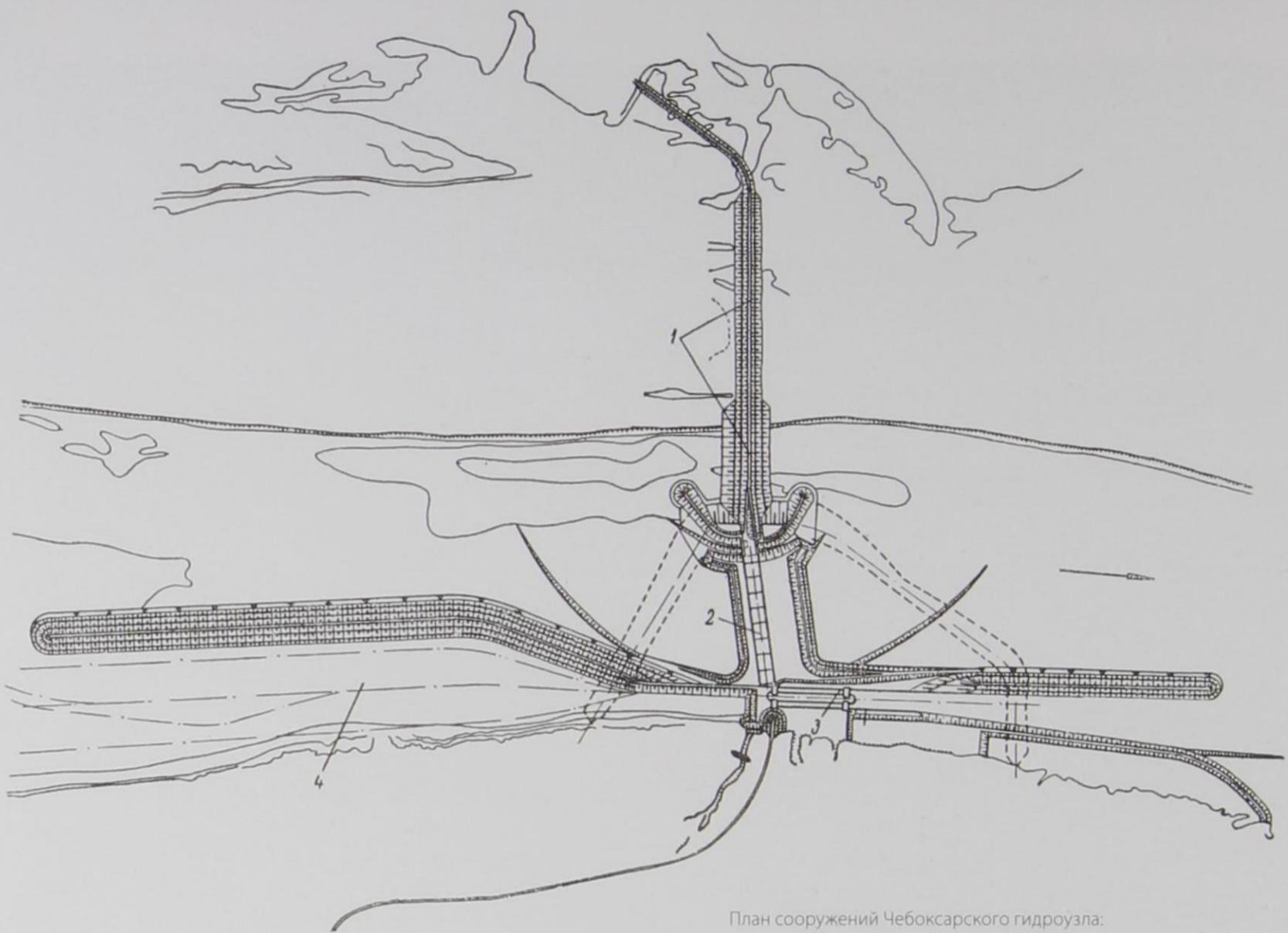
Земляные плотины общей длиной 4770 м и наибольшей высотой 35,5 м намыты из песчано-гравийного грунта.





Водосбросная плотина длиной 191 м имеет 8 про-летов шириной по 20 м и рассчитана на пропуск 10960 м³/с воды. Удельный расход на рисберме – 58 м³/с. Особенностью плотины является пустотелая конструкция водослива, в пределах которой фунда-ментная плита заменена тонкой анкерной плитой, пригруженной грунтом.





План сооружений Чебоксарского гидроузла:

- 1 – земляная плотина
- 2 – водосливная плотина
- 3 – шлюз
- 4 – гидроэлектростанция

Чебоксарский гидроузел

(1968-1989)

Расположен у города Чебоксары в долине Волги, где русло шириной 1 км разделяется островом на две протоки: левую – судоходную и правую – несудоходную. Бетонные сооружения гидроузла расположены у правого берега реки Волги. Здание ГЭС и водосливная плотина повернуты в плане под углом 99°

к оси шлюза со стороны нижнего бьефа. Поэтому сбрасываемый поток от ГЭС и водосливной плотины направляется от судоходной трассы в сторону левого берега, что улучшает условия входа судов в нижний подходной канал.

Состав сооружений:

гидроэлектростанция,
совмещенная с водосбросами
водосбросная плотина
земляная плотина
двухкамерный одноступенчатый судоходный
шлюз с нижним подходным каналом
и ограждающей дамбой
ограждающая дамба аванпорта
ОРУ 500 и 220 кВ

Длина водохранилища

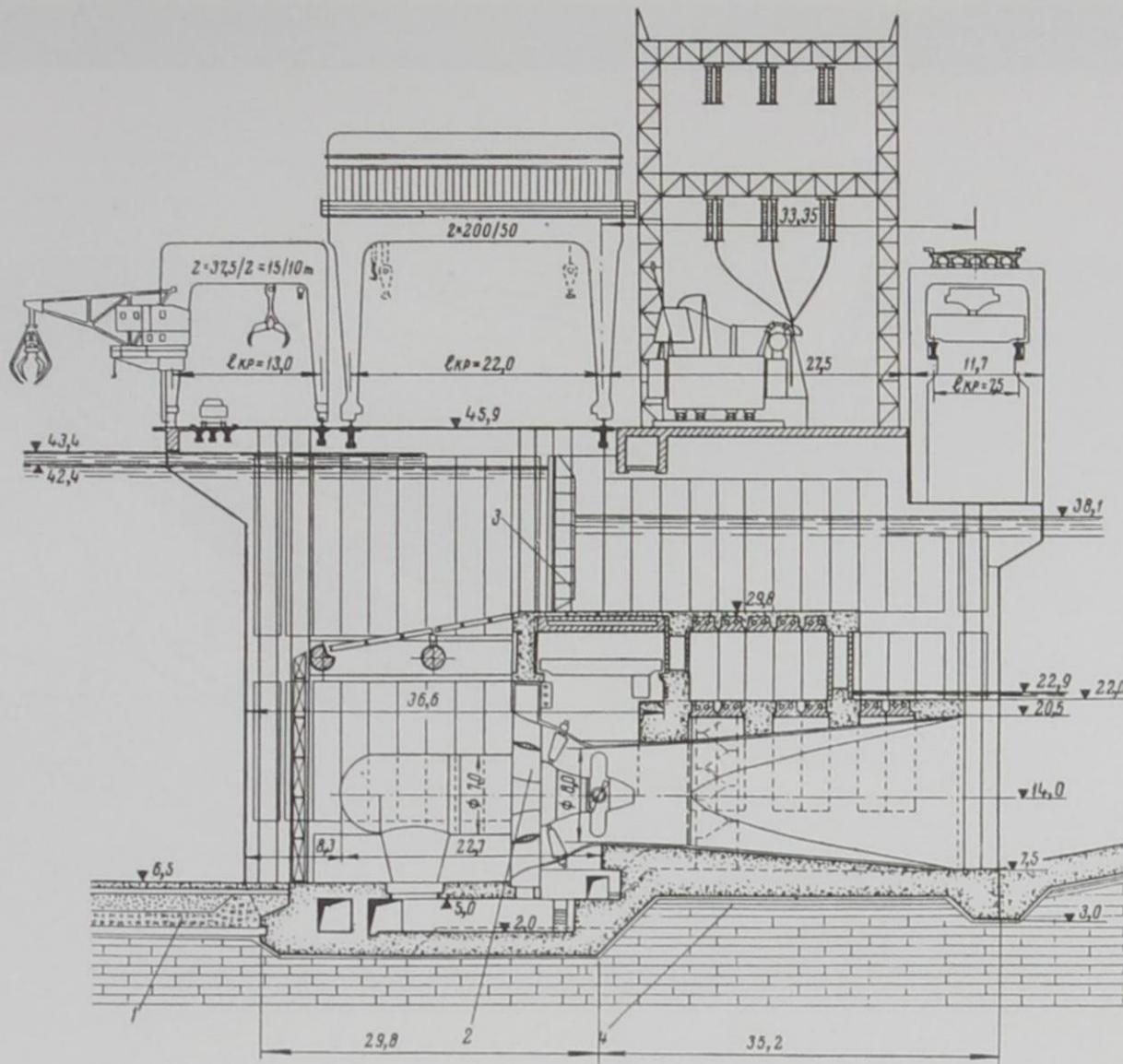
335 км

ширина

16 км

глубина

до 35 м



Здание ГЭС совмещенного типа. Поперечный разрез:

- 1 – анкерный понур
- 2 – агрегат капсульного типа
- 3 – затвор водосливного отверстия
- 4 – обратный фильтр

Площадь водосбора	604000 км ²
Среднемноголетний сток	110,6 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 68 м	2100 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	12,6 и 5,4 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,01%)	48000 м ³ /с
Длина напорного фронта	3,9 км
Максимальный статический напор	18,9 м

Земляная русловая плотина длиной 980 м и наибольшей высотой 42 м намыта из песчаных грунтов. Протяженность пойменного участка земляной плотины – 2375 м и наибольшая высота – 20 м.

В здании длиной 548,5 м установлено 17 гидроагрегатов с поворотно-лопастными турбинами диаметром

10 м и синхронными гидрогенераторами зонтичного исполнения мощностью по 78 МВт.

Здание ГЭС состоит из девяти двухагрегатных секций.

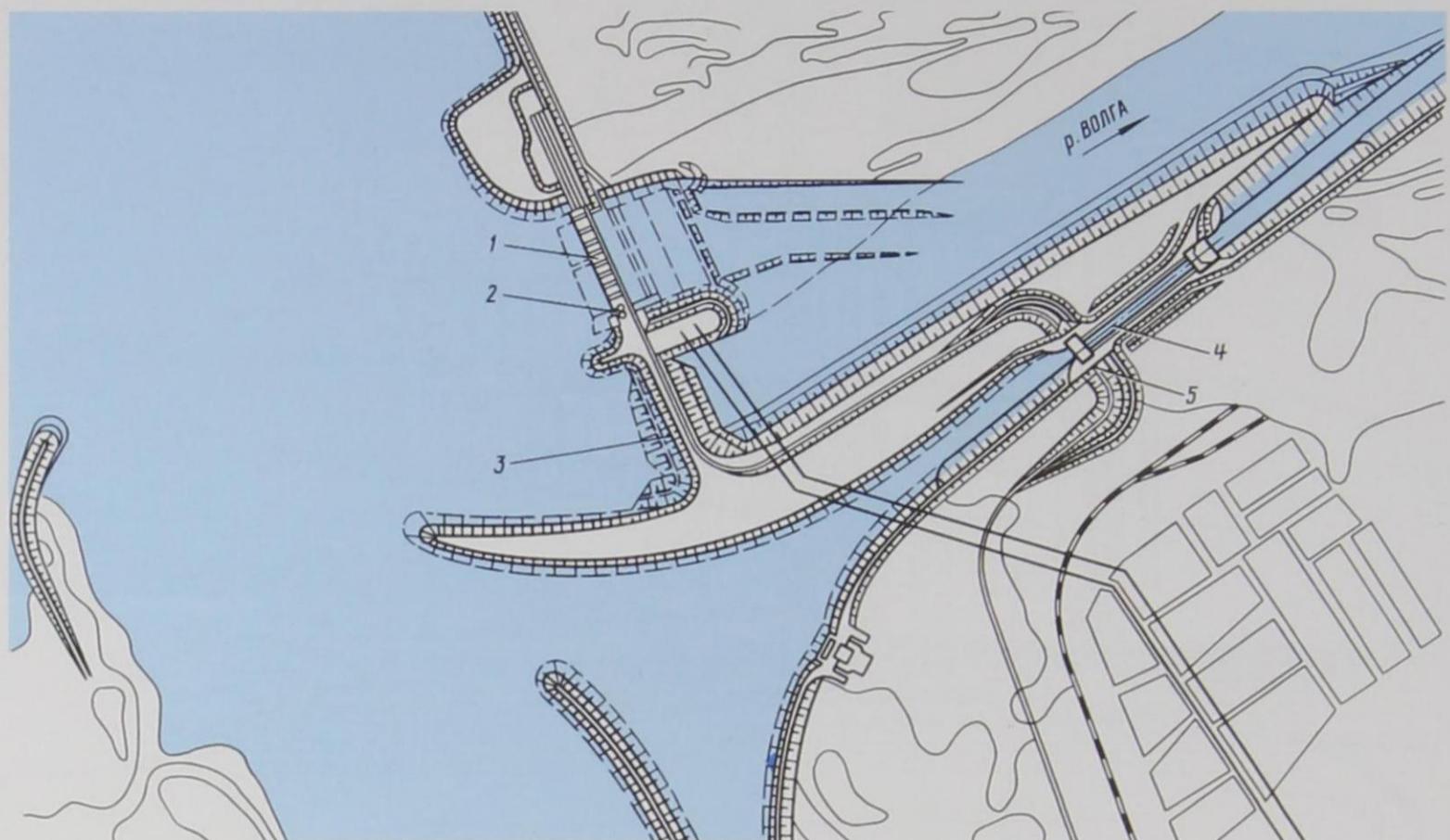
В каждой секции имеется по два донных диффузорных водосброса. Здание ГЭС имеет анкерный понур.

Установленная мощность	78x17=1370 тыс. кВт
Среднегодовая выработка при НПУ 68 м	3340 млн кВт·ч

Одноступенчатый двухкамерный шлюз 30x290 м расположен у правого берега и сопряжен со зданием ГЭС земляной вставкой длиной около 90 м. Мостовые переходы магистральных дорог проходят по сооружениям верхних голов, служебных дорог – по нижним головам. Кроме шлюза с причалами в подходах, в состав судоходных сооружений входят аванпорт и нижний подходной канал.

Для улучшения условий отстоя судов в низовом подходном канале 50 % расхода опорожнения камер сбрасывается за пределы судового хода в отводящий канал ГЭС.

Водосливная плотина длиной 144,5 м имеет шесть пролетов шириной по 20 м и рассчитана на пропуск 14000 м³/с воды при форсированном уровне верхнего бьефа на 2,2 м. При этом удельный расход на рисберме достигает 97 м³/с.



План сооружений Иваньковского гидроузла:

- 1 – водосбросная плотина
- 2 – гидроэлектростанция
- 3 – земляная плотина
- 4 – однокамерный шлюз

Иваньковский гидроузел

(1933–1937)

Располагается выше устья правобережного притока Волги – реки Дубны.

Состав сооружений:

- гидроэлектростанция
- водосбросная плотина
- земляная плотина
- zemlyana damba длиной 8210 м
- однокамерный шлюз
- ОРУ 110 и 35 кВ

Длина водохранилища

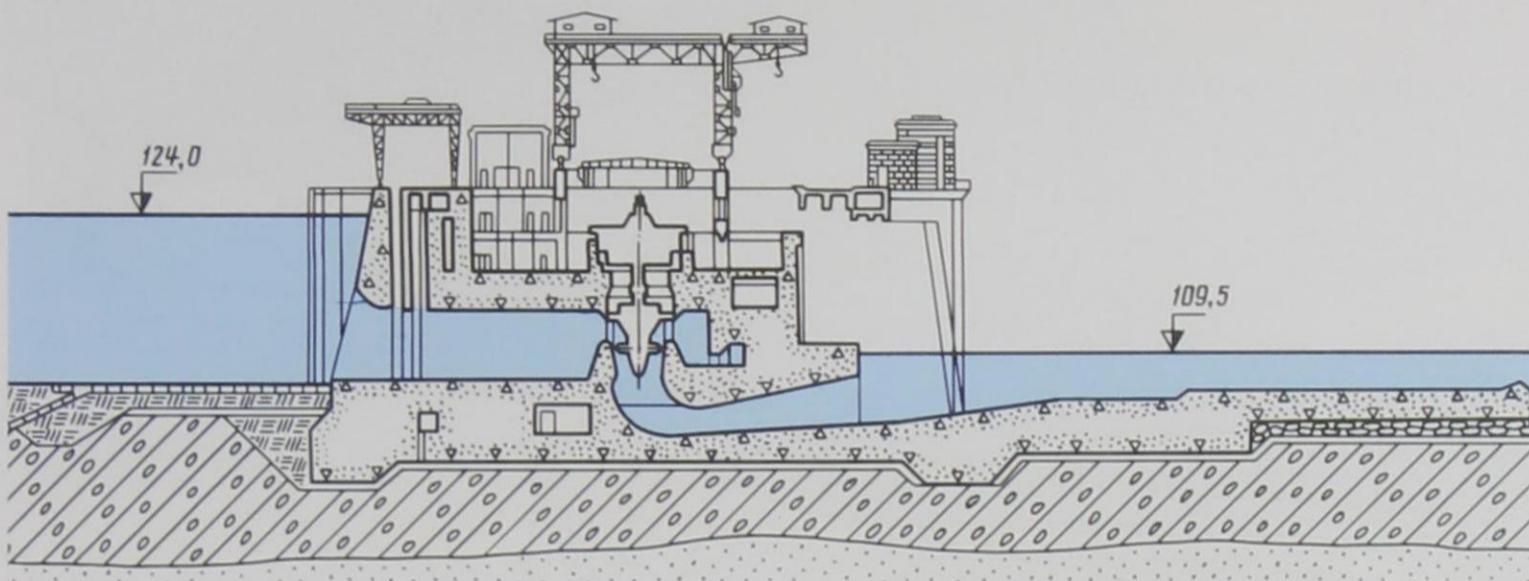
120 км

ширина

10 км

глубина

до 18 м



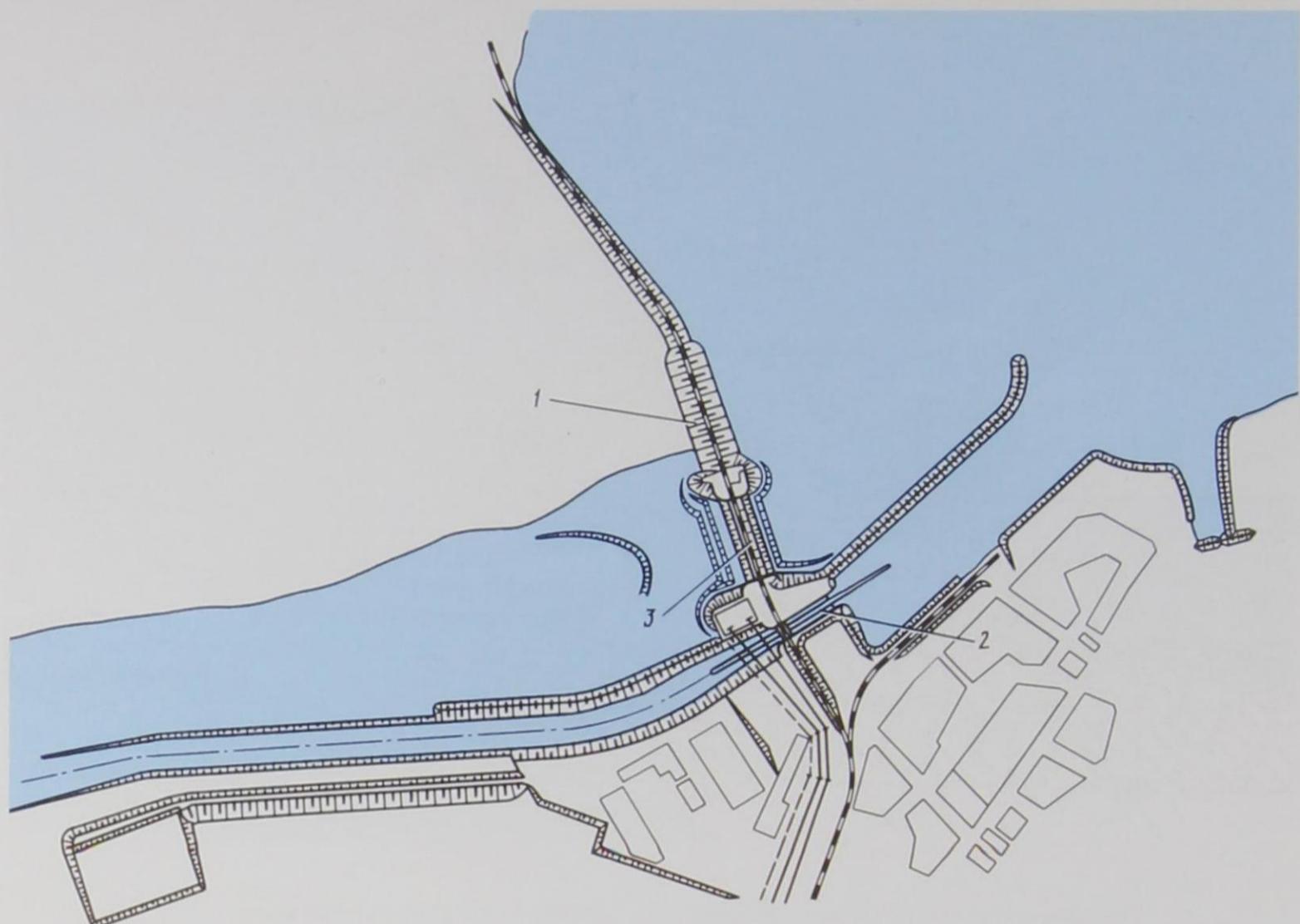
Разрез по оси гидроагрегата Иваньковской ГЭС

Площадь водосбора	40570 км ²
Среднемноголетний сток	9,63 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 124 м	327 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	1,12 и 0,81 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	7350 м ³ /с
Длина напорного фронта	7 км
Максимальный статический напор	14,5 м

Водосбросная плотина длиной 216 м имеет восемь пролетов по 20 м (четыре пролета с повышенным водосливом и четыре пролета с поверхностными и донными отверстиями). Плотина рассчитана на пропуск 7000 м³/с воды.

Установленная мощность при расчетном напоре 13 м	15x2=30 тыс. кВт
Обеспеченная мощность	5,9 тыс. кВт
Среднегодовая выработка	120 млн. кВт

Однокамерный шлюз 32x297 м.
Земляная плотина длиной 350 м и наибольшей высотой 22,5 м.



План сооружений Нижнекамского гидроузла:

- 1 – Земляные русловая и пойменная плотины
- 2 – Судоходный 2-х ниточный шлюз
- 3 – Здание ГЭС совмещенного типа

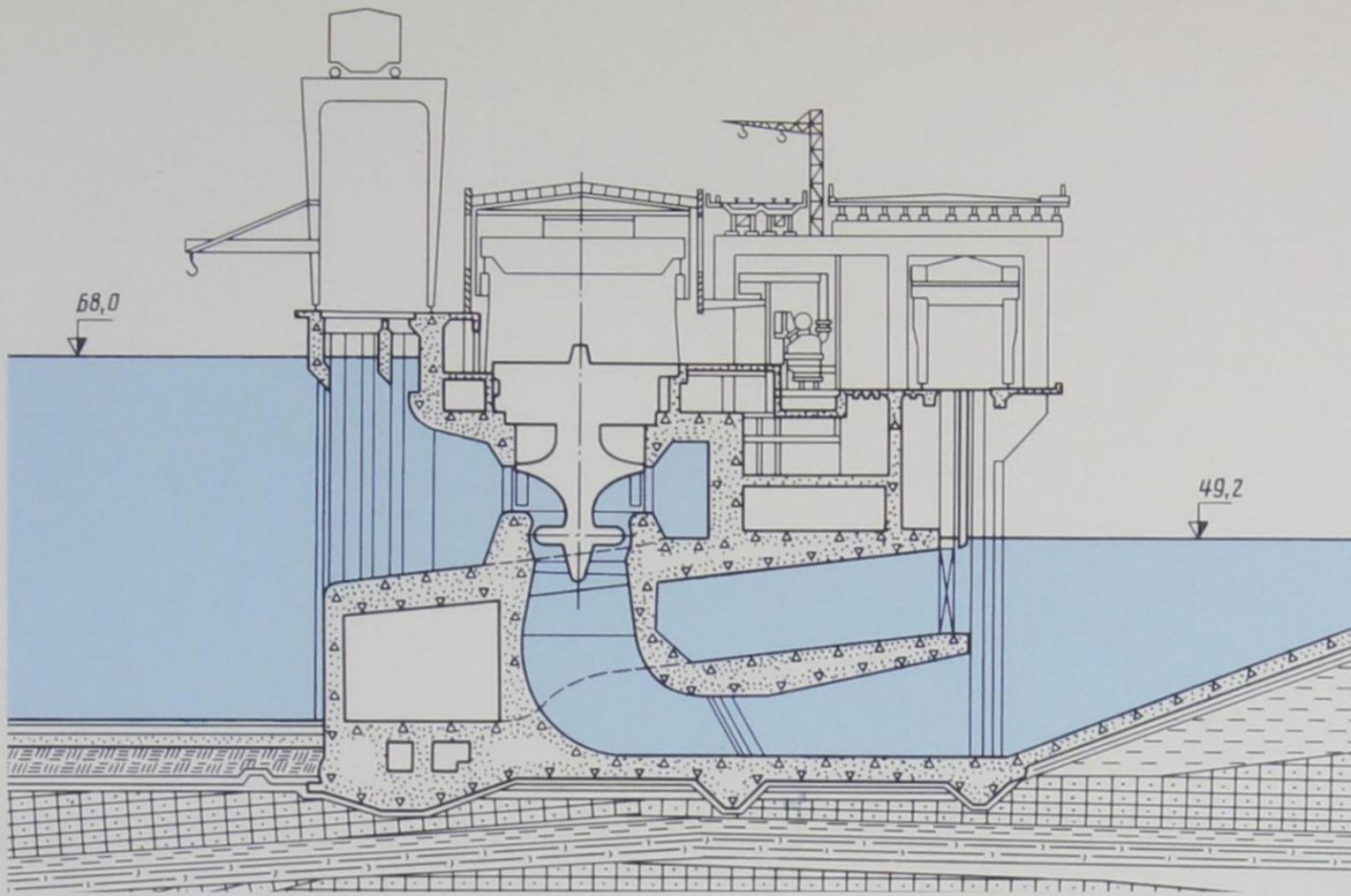
Нижнекамский гидроузел

(1963-1988)

Нижнекамский гидроузел расположен у г. Набережные Челны.

Состав сооружений:

- здание ГЭС, совмещенное с водосбросами
- водосбросная плотина
- земляные плотины
- судоходные сооружения
- автодорожный и железнодорожный переходы
- ОРУ 500 кВ



Разрез по оси гидроагрегата Нижнекамской ГЭС

Длина водохранилища	283 км
Площадь водосбора	368000 км ²
Среднемноголетний сток	89,3 км ³
Площадь водохранилища при НПУ 68 м	2704 км ²
Полная и полезная емкость водохранилища	13,6 и 4,6 км ³
Расчетный максимальный сбросной расход через сооружения (0,1%)	31920 м ³ /с
Длина напорного фронта	3,9 км
Максимальный статический напор	18,8 м

Здание ГЭС совмещенного типа с диффузорными водосбросами над отсасывающими трубами.
В машинном зале длиной 486 м установлено 16 вертикальных поворотно-лопастных турбин диаметром 10 м и синхронные генераторы мощностью по 78 МВт.

Установленная мощность при НПУ 68 м	78x16=1248 тыс. кВт
Обеспеченная мощность	208 тыс. кВт
Среднегодовая выработка проектная	2540 млн. кВт·ч
Напряжение ЛЭП	4x500 кВ

Земляная плотина длиной 2976 м и наибольшей высотой 30 м.

Одноступенчатый двухкамерный шлюз 30x300 м. Система питания головная.

Водосбросная плотина длиной 76,2 м имеет 3 пролета шириной по 20 м и рассчитана на пропуск 6190 м³/с воды.

104290 - 2
БАЛАКОВСКАЯ ОБЪЕДИНЕНИЯ
ЦЕНТРАЛIZОВАННАЯ
БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА

Волжско-Камский
гидроэнергетический каскад

Консультанты: А.Е. Асарин
 В.С. Серков
 В.М. Семенков
 В.Я. Шайтанов
 В.С. Эмма

Координатор: Р.А. Ивлев

Фотографии: В.В. Коротун
 А.А. Капитонов

А.Н. Терелюк
Компания
«Альваспецстрой»

© Составление и оформление
Фонд «Юбилейная Летопись», 2005
www.rusletopis.ru

δ/4