



РусГидро

# **ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГИЯ. ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОССИИ**

УДК 627.8  
ББК 31.57  
В64

В64 Возобновляемая энергия. Гидроэлектростанции России. Справочник. М.И. Дворецкая, А.П. Жданова, О.Г. Лушников, И.В. Слива/под общей ред. к. т. н., проф. В.В. Берлина. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. — 224 с.: ил.

ISBN 978-5-7422-6139-1

В справочном издании «Возобновляемая энергия. Гидроэлектростанции России», подготовленном ПАО «РусГидро» и Ассоциацией «Гидроэнергетика России», приведены основные технические характеристики, описание сооружений, история проектирования, строительства и последующей работы всех ГЭС и ГАЭС России мощностью более 10 МВт, находящихся в эксплуатации по состоянию на начало 2018 года. Издание содержит фотографии и чертежи гидроэнергетических объектов. Целью настоящего издания является популяризации гидроэнергетики как ведущей энергетической отрасли России, сохраняющей лидирующие позиции в мире. Книга рассчитана на специалистов, учащихся высших и средних специальных учебных заведений электроэнергетического профиля, а также на широкий круг читателей, интересующихся историей и современным состоянием гидроэнергетической отрасли России.

ББК 31.57

ISBN 978-5-7422-6139-1

© ПАО «РусГидро», 2018  
© НТФ «Энергопрогресс», 2018  
© Ассоциация «Гидроэнергетика России», 2018  
© Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого, 2018

---

## Уважаемые читатели, коллеги!

---



Председатель правления —  
генеральный директор ПАО «РусГидро»

**Н. Г. Шульгинов**

К наиболее ярким научно-промышленным достижениям нашей страны, таким как пилотируемая космонавтика и использование атомной энергии, можно без всякого преувеличения отнести создание гидроэнергетической отрасли. Гидроэнергетика России имеет богатую более чем столетнюю историю, начинавшуюся с небольших станций, построенных при рудниках: Зырянской ГЭС (1892 г., Алтай) и Ныгринской ГЭС (1896 г., Иркутская область). Особый импульс развития гидроэнергетики получила во второй половине XX века. Именно тогда были введены в строй флагманы энергетики нашей страны: Саяно-Шушенская, Красноярская, Братская, Усть-Илимская, Волжская и Жигулевская ГЭС. Благодаря строительству гидроэлектростанций началось стремительное развитие промышленности и инфраструктуры всех регионов России и особенно Сибири.

С линий электропередачи, протянувшихся от ГЭС на реках Волге и Каме, началось создание Единой энергетической системы СССР. И по сегодняшний день благодаря своим уникальным маневренным возможностям ГЭС и ГАЭС активно используются для целей регулирования и резервирования мощности в энергосистеме страны.

Кроме своего прямого назначения — производства электроэнергии — гидроэнергетика решает дополнительно ряд важнейших для общества и государства задач: создание систем питьевого и промышленного водоснабжения, развитие судоходства, сооружение ирригационных систем в интересах сельского хозяйства, рыборазведение, регулирование стока рек, позволяющее осуществлять борьбу с паводками и наводнениями, обеспечивая безопасность населения.

Россия сохраняет статус ведущей гидроэнергетической державы и сегодня, занимая пятое место в мире

по суммарной установленной мощности и выработке энергии гидроэлектростанций. Несмотря на тяжелый для отечественной энергетики конец прошлого века, удалось сохранить богатые традиции и отечественную школу гидротехников, проектировщиков и гидростроителей, потенциал энергомашиностроительного комплекса. Свидетельством этому являются проводимые масштабные программы по техническому перевооружению и реконструкции гидроэлектростанций и ввод в эксплуатацию Богучанской, Бурейской ГЭС и ряда гидроэлектростанций на Северном Кавказе.

ГЭС России — один из символов нашей великой державы, гордость и зачастую свидетельство трудового подвига людей, которые их построили. У каждой гидроэлектростанции свое, особое место в истории и экономическом развитии нашей страны.

Это издание рассказывает об уникальности каждой гидроэлектростанции и истории их строительства.

Помимо этого, очень хочется обратить внимание читателей на то, что гидроресурсы являются возобновляемым и наиболее экологичным источником энергии, использование которого позволяет значительно уменьшить вредные выбросы в атмосферу тепловыми электростанциями и сохранять запасы углеродородного топлива для будущих поколений.

По своему гидроэнергетическому потенциалу Россия занимает второе место в мире. Строительство новых ГЭС особенно значимо для социально-экономического развития Сибири и Дальнего Востока, где большая часть энергетического потенциала рек не освоена и ждет новых гидростроителей.

Уверен, что гидроэнергетика и в будущем будет продолжать играть важнейшую роль в обеспечении промышленного развития и энергетической безопасности России.

---

# Введение

---

Гидроэнергетика — одна из самых древних сфер деятельности человека. Со времен первых гидроустановок Вавилона, построенных более четырех тысячелетий назад, до наших дней задачи по самостоятельному освоению гидроэнергетического потенциала рек могут решать только страны с развитой наукой, технологиями и экономикой. Россия сохраняет лидирующие позиции в списке государств, которые имеют самые высокие показатели по мощности и выработке электроэнергии на ГЭС.

Справочное издание «Гидроэлектростанции России» подготовлено Ассоциацией «Гидроэнергетика России» по инициативе ПАО «РусГидро» и содержит подробную информацию о всех эксплуатируемых в Российской Федерации ГЭС и ГАЭС мощностью более 10 МВт, а также краткую информацию о малых ГЭС мощностью менее 10 МВт. В отличие от предыдущих справочных изданий в области гидроэнергетики, в которых главное внимание уделялось технической информации, в настоящем издании также приведены основные сведения об истории создания, периоде эксплуатации ГЭС и их роли в развитии экономики России.

Гидроэнергетика является важнейшей частью энергетического комплекса России. Общая мощность гидроэлектростанций Российской Федерации превышает 50 ГВт, что составляет около 20% общей мощности всех электростанций страны. Из пяти самых мощных электростанций России всех типов — три ГЭС: Саяно-Шушенская (6,4 ГВт), Красноярская (6 ГВт) и Братская (4,5 ГВт).

Гидроэлектростанции вырабатывают около 17% всей электроэнергии России, что составляет практически весь объем электроэнергии, выработанной на основе возобновляемых источников электроэнергии в нашей стране.

По сути технологического процесса производства электроэнергии гидроэлектростанции являются экологически чистыми источниками: не загрязняют водную среду и атмосферу вредными веществами, не потребляют атмосферного кислорода. От показателей выработанной на ГЭС электроэнергии непосредственно зависят объемы выработки тепловых электростанций, что ежегодно предотвращает сжигание больших объемов органического топлива (около 60 млн тонн условного топлива), а также выброс в атмосферу большого количества парниковых газов и загрязняющих веществ. Себестоимость производства электроэнергии на ГЭС значительно ниже, чем на тепловых и атомных электростанциях, что способствует снижению цен на электроэнергию. Очень важна общесистемная роль гидроэлектростанций. Благодаря способности гидроагрегатов ГЭС быстро сбрасывать и набирать мощность гидроэлектростанции создают в энергосистемах

условия для наиболее экономичной работы тепловых и атомных станций, покрывая пиковую часть графиков нагрузки с наиболее высокой стоимостью электроэнергии, и обеспечивают надежность энергоснабжения в случае аварийных ситуаций.

Помимо перераспределения речного стока во времени для выработки электроэнергии водохранилища гидроэлектростанций обеспечивают надежное водоснабжение большого числа населенных пунктов и промышленных предприятий, орошение засушливых земель, защиту от наводнений. Чрезвычайно важна роль водохранилищ ГЭС для обеспечения работы водного транспорта. Только благодаря построенным гидроэлектростанциям существует крупнотоннажное судоходство на реках Волге и Каме, обеспечивающее самую существенную долю грузооборота речного транспорта в России.

В ряде регионов России (Магаданской области, большинстве республик Северного Кавказа) гидроэнергетика обеспечивает более 90% всей вырабатываемой электроэнергии. Около половины всех мощностей гидроэлектростанций России сосредоточено на реках Сибири, в первую очередь на Енисее и его крупнейшем притоке — Ангаре. Концентрация мощных гидроэлектростанций позволила создать здесь крупные территориально-промышленные комплексы с энергоемкими предприятиями, такими как алюминиевые заводы, химические и горно-обогатительные комбинаты и др.

Общий валовой (теоретический) гидроэнергетический потенциал РФ определен в объеме 2900 млрд кВт·ч годовой выработки электроэнергии, или 170 тыс. кВт·ч на 1 км территории. Потенциал крупных и средних рек составляет 2400 млрд кВт·ч, или 83% гидропотенциала. Это основной фонд гидроэнергетических ресурсов, на котором базируется строительство ГЭС — важный элемент развития электроэнергетики.

Технически возможный уровень использования гидроэнергетического потенциала составляет около 70% от валового, т. е. общий технический потенциал гидроэнергетики России составляет 1670 млрд кВт·ч годовой выработки (без малых рек).

Экономический потенциал как приемлемая для практического использования часть гидроэнергоресурсов (с учетом экономической целесообразности, условий хозяйственного освоения территорий и природоохранных факторов) был оценен в начале 1960-х гг. на основе обобщения многочисленных проектных материалов предыдущих лет и определен в 850 млрд кВт·ч годовой выработки в целом по России (без малых рек). При этом размещение экономических гидроэнергоресурсов по территории РФ резко неравномерно: порядка 80% приходится на восточные регионы страны (Сибирь, Дальний Восток) и только 20% — на ев-

ропейские. Из потенциала европейской части России 30% — это районы Поволжья, 40% — районы Севера и Северного Кавказа.

Развитие гидроэнергетики России имеет значительные перспективы — в целом в стране освоено около 20% экономического гидроэнергетического потенциала, в том числе на Дальнем Востоке — 6%. Особенностью гидротехнических объектов, строительство которых предполагается в обозримой перспективе, является их перемещение в малоосвоенные регионы страны: в Сибирь, на Дальний Восток, на Север Европейской части, в горные и предгорные районы Кавказа.

В Европейской части страны наиболее перспективным видится строительство новых ГЭС в Северо-Кавказском регионе, где имеющийся значительный и хорошо изученный гидроэнергетический потенциал может быть использован преимущественно деривационными гидроэлектростанциями, без затопления значительных площадей земель и переселения жителей. В Сибири возможно освоение потенциала верховьев Оби и Енисея, а также Нижней Ангары. Определена техническая возможность строительства гидроэлектростанции мощностью не менее 12 ГВт с крупнейшим в мире по полезному объему водохранилищем на реке Нижняя Тунгуска. На Дальнем Востоке со времен СССР существуют проектные проработки строительства крупных гидроэлектростанций на реках Витиме, Алдане и его правобережных притоках Учуре, Тимптоне, Мае и притоках Амура.

С 1970-х гг. прорабатываются проекты строительства ряда гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), в первую очередь в Европейской части России. Можно ожидать, что запланированный на ближайшие 10–15 лет ввод в эксплуатацию значительных мощностей маломаневренной тепловой и атомной генерации, а также ветряных и солнечных электростанций повысит востребованность накопителей энергии для регулирования и обеспечения надежной работы энергосистемы, прежде всего ГАЭС. Строительство ГАЭС является сегодня одним из очевидных мировых трендов развития энергетики.

В последние годы повысился интерес к малой гидроэнергетике (гидроэлектростанциям мощностью менее 25 МВт) как генерации, оказывающей минимальное воздействие на окружающую среду. Государством приняты специальные меры по повышению инвестиционной привлекательности и стимулированию строительства малых ГЭС, обеспечивающие окупаемость их сооружения.

В то же время с учетом существующего состояния электроэнергетической отрасли и сложившихся тенденций в экономике страны приоритетом для российской гидроэнергетики на ближайшие годы является не только строительство новых ГЭС, но и модернизация существующих энергообъектов, возраст большинства из которых превышает 50 лет.

Ведущие российские компании, имеющие в своем составе ГЭС, в настоящее время осуществляют масштабные программы по их техническому перевоору-

жению и ремонту оборудования, что в свою очередь увеличивает надежность и установленную мощность гидроэлектростанций.

В качестве исходных материалов при подготовке справочника были использованы данные, полученные от эксплуатирующих ГЭС компаний и организаций, материалы ранее вышедших изданий, таких как «Большие плотины России» (2010), «Гидроэлектростанции России» (1998), «Гидроэлектростанции Советского Союза» (1978), информация которых была актуализирована и дополнена с использованием современных источников: деклараций безопасности гидротехнических сооружений, правил использования водных ресурсов, ряда публикаций исторического характера. Коллектив, создававший справочное издание «Гидроэлектростанции России», выражает глубокую признательность большому числу специалистов-гидроэнергетиков всей России, оказавших неоценимую помощь при подготовке издания.

*Мощность гидроэлектростанций дана по состоянию на начало 2018 года. Необходимо учитывать, что многие ГЭС проходят модернизацию с заменой гидросилового оборудования, в результате чего их установленная мощность в последующие годы может увеличиться.*

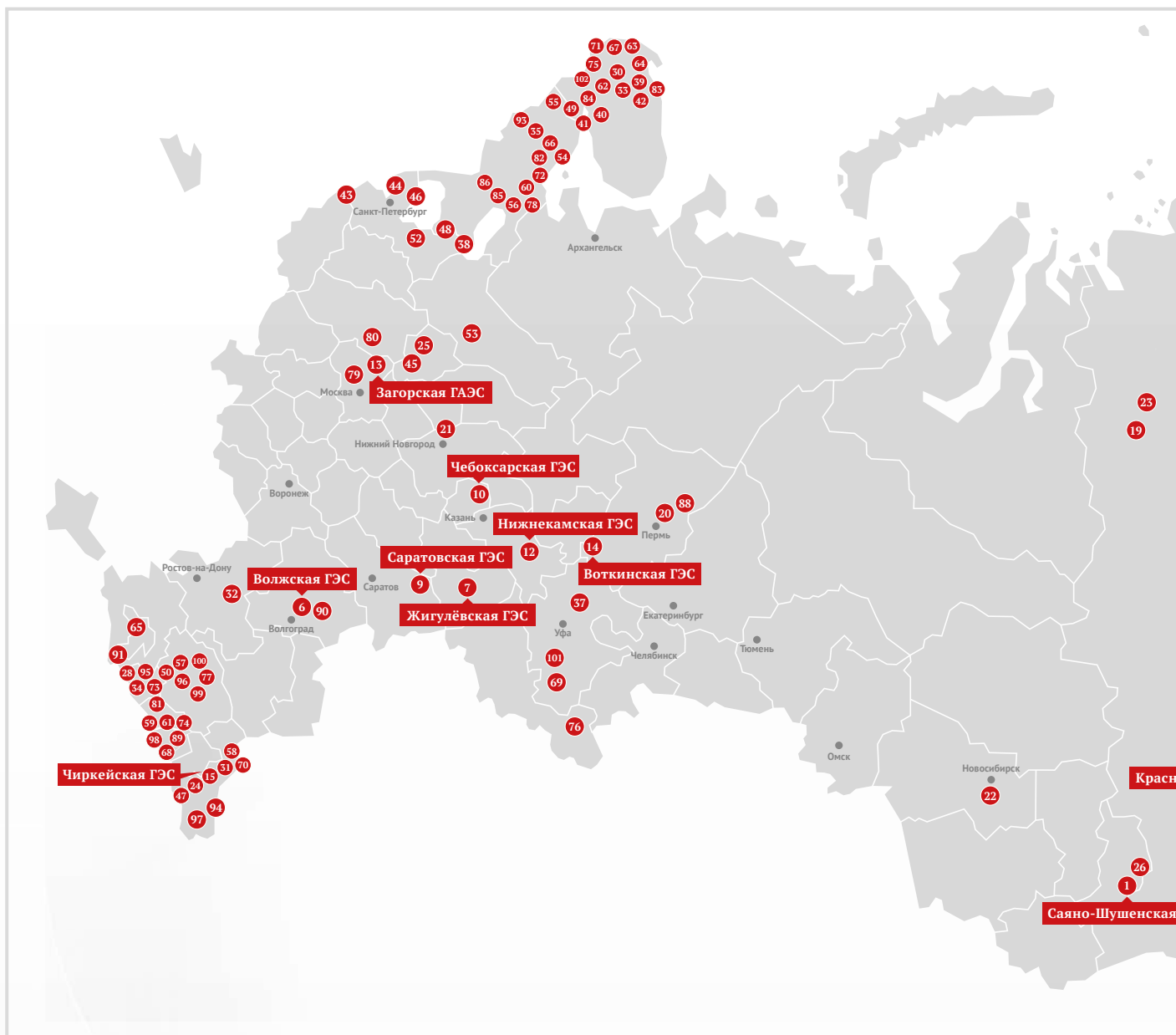
*Среднемноголетняя выработка для гидроэлектростанций, эксплуатируемых продолжительное время, указывается фактическая за период эксплуатации. Для гидроэлектростанций, построенных в последние 20 лет, указывается проектная выработка.*

*В графе «Плотины» при наличии в составе сооружений гидроузла нескольких плотин указывается наиболее крупная из них, приводится ее название.*

*Расчетный максимальный сбросной расход, если не указано иное, приведен при отметке нормального подпорного уровня, суммарно через водосбросные сооружения и гидроагрегаты. В том случае, если при полном открытии водосбросных сооружений гидроагрегаты останавливаются в связи с падением напора ниже допустимых значений, сбросной расход указывается без учета пропускной способности гидроагрегатов.*

*Площадь и полный объем водохранилищ приводятся с учетом площади и объема включенных в состав водохранилищ озер, если не указано иное. Если в состав гидроузла входят несколько водохранилищ, указываются параметры наиболее крупного из них, название водохранилища приводится в сноске.*

*Отметки нормального подпорного уровня водохранилищ и иные высотные отметки даны в Балтийской системе высот.*



- 1 Саяно-Шушенская ГЭС (6400 МВт)
- 2 Красноярская ГЭС (6000 МВт)
- 3 Братская ГЭС (4500 МВт)
- 4 Усть-Илимская ГЭС (3840 МВт)
- 5 Богучанская ГЭС (2997 МВт)
- 6 Волжская ГЭС (2671 МВт)
- 7 Жигулевская ГЭС (2467 МВт)
- 8 Бурейская ГЭС (2010 МВт)
- 9 Саратовская ГЭС (1403 МВт)
- 10 Чебоксарская ГЭС (1370 МВт)
- 11 Зейская ГЭС (1330 МВт)
- 12 Нижнекамская ГЭС (1205 МВт)
- 13 Загорская ГАЭС (1200 МВт)
- 14 Воткинская ГЭС (1020 МВт)
- 15 Чиркейская ГЭС (1000 МВт)
- 16 Колымская ГЭС (900 МВт)
- 17 Вилуйская ГЭС (680 МВт)

- 18 Иркутская ГЭС (662,4 МВт)
- 19 Курейская ГЭС (600 МВт)
- 20 Камская ГЭС (552 МВт)
- 21 Нижегородская ГЭС (552 МВт)
- 22 Новосибирская ГЭС (480 МВт)
- 23 Усть-Хантайская ГЭС (451 МВт)
- 24 Ирганайская ГЭС (400 МВт)
- 25 Рыбинская ГЭС (356,4 МВт)
- 26 Майнская ГЭС (321 МВт)
- 27 Нижне-Бурейская ГЭС (320 МВт)
- 28 Зеленчукская ГЭС-ГАЭС (300 МВт)
- 29 Светлинская ГЭС (277,5 МВт)
- 30 Верхне-Тулумская ГЭС (268 МВт)
- 31 Миатлинская ГЭС (220 МВт)
- 32 Цимлянская ГЭС (211,5 МВт)
- 33 Серебрянская ГЭС-1 (201 МВт)
- 34 Кубанская ГЭС-2 (184 МВт)

- 35 Кривопорожская ГЭС (180 МВт)
- 36 Усть-Среднеканская ГЭС (168 МВт)
- 37 Павловская ГЭС (166,4 МВт)
- 38 Верхне-Свирская ГЭС (160 МВт)
- 39 Серебрянская ГЭС-2 (156 МВт)
- 40 Нива ГЭС-3 (155,5 МВт)
- 41 Князегубская ГЭС (152 МВт)
- 42 Верхне-Териберская ГЭС (130 МВт)
- 43 Нарвская ГЭС (124,8 МВт)
- 44 Светогорская ГЭС (122 МВт)
- 45 Угличская ГЭС (120 МВт)
- 46 Лесогорская ГЭС (118 МВт)
- 47 Гозатлинская ГЭС (100 МВт)
- 48 Нижне-Свирская ГЭС (99 МВт)
- 49 Иовская ГЭС (96 МВт)
- 50 Кубанская ГЭС-3 (87 МВт)
- 51 Мамаканская ГЭС (86 МВт)



- |                                 |                                     |                                   |
|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 52 Волховская ГЭС (86 МВт)      | 69 Юмагузинская ГЭС (45 МВт)        | 86 Пальеозерская ГЭС (25 МВт)     |
| 53 Шекнинская ГЭС (84 МВт)      | 70 Гельбахская ГЭС (44 МВт)         | 87 Толмачевская ГЭС-2 (24,8 МВт)  |
| 54 Путкинская ГЭС (84 МВт)      | 71 Раякоски ГЭС (43,2 МВт)          | 88 Широковская ГЭС (23,8 МВт)     |
| 55 Кумская ГЭС (80 МВт)         | 72 Выгостровская ГЭС (40 МВт)       | 89 Гизельдонская ГЭС (22,8 МВт)   |
| 56 Ондская ГЭС (80 МВт)         | 73 Кубанская ГЭС-1 (37 МВт)         | 90 Межшлюзовая ГЭС (22 МВт)       |
| 57 Кубанская ГЭС-4 (78 МВт)     | 74 Зарагижская ГЭС (30,6 МВт)       | 91 Краснополянская ГЭС (21,6 МВт) |
| 58 Чирюртская ГЭС-1 (72 МВт)    | 75 Янискоски ГЭС (30,2 МВт)         | 92 Толмачевская ГЭС-3 (18,4 МВт)  |
| 59 Кашхатау ГЭС (65,1 МВт)      | 76 Ириклинская ГЭС (30 МВт)         | 93 Юшкозерская ГЭС (18 МВт)       |
| 60 Маткожненская ГЭС (63 МВт)   | 77 Егорлыкская ГЭС (30 МВт)         | 94 Гергебильская ГЭС (17,8 МВт)   |
| 61 Аушигерская ГЭС (60 МВт)     | 78 Палакоргская ГЭС (30 МВт)        | 95 Кубанская ГАЭС (15,9 МВт)      |
| 62 Нива ГЭС-2 (60 МВт)          | 79 Сходненская ГЭС (29 МВт)         | 96 Сенгилеевская ГЭС (15 МВт)     |
| 63 Борисоглебская ГЭС (56 МВт)  | 80 Ивановская ГЭС (28,8 МВт)        | 97 Гунибская ГЭС (15 МВт)         |
| 64 Нижне-Туломская ГЭС (56 МВт) | 81 Баканская ГЭС (27 МВт)           | 98 Головная ГЭС (15 МВт)          |
| 65 Белореченская ГЭС (48 МВт)   | 82 Беломорская ГЭС (27 МВт)         | 99 Егорлыкская ГЭС-2 (14,2 МВт)   |
| 66 Подужемская ГЭС (48 МВт)     | 83 Нижне-Териберская ГЭС (26,5 МВт) | 100 Свистухинская ГЭС (11,76 МВт) |
| 67 Хевоскоски ГЭС (47 МВт)      | 84 Нива ГЭС-1 (26 МВт)              | 101 Нугушская ГЭС (11,25 МВт)     |
| 68 Эзминская ГЭС (45 МВт)       | 85 Кондопожская ГЭС (25,6 МВт)      | 102 Кайтакоски ГЭС (11,2 МВт)     |

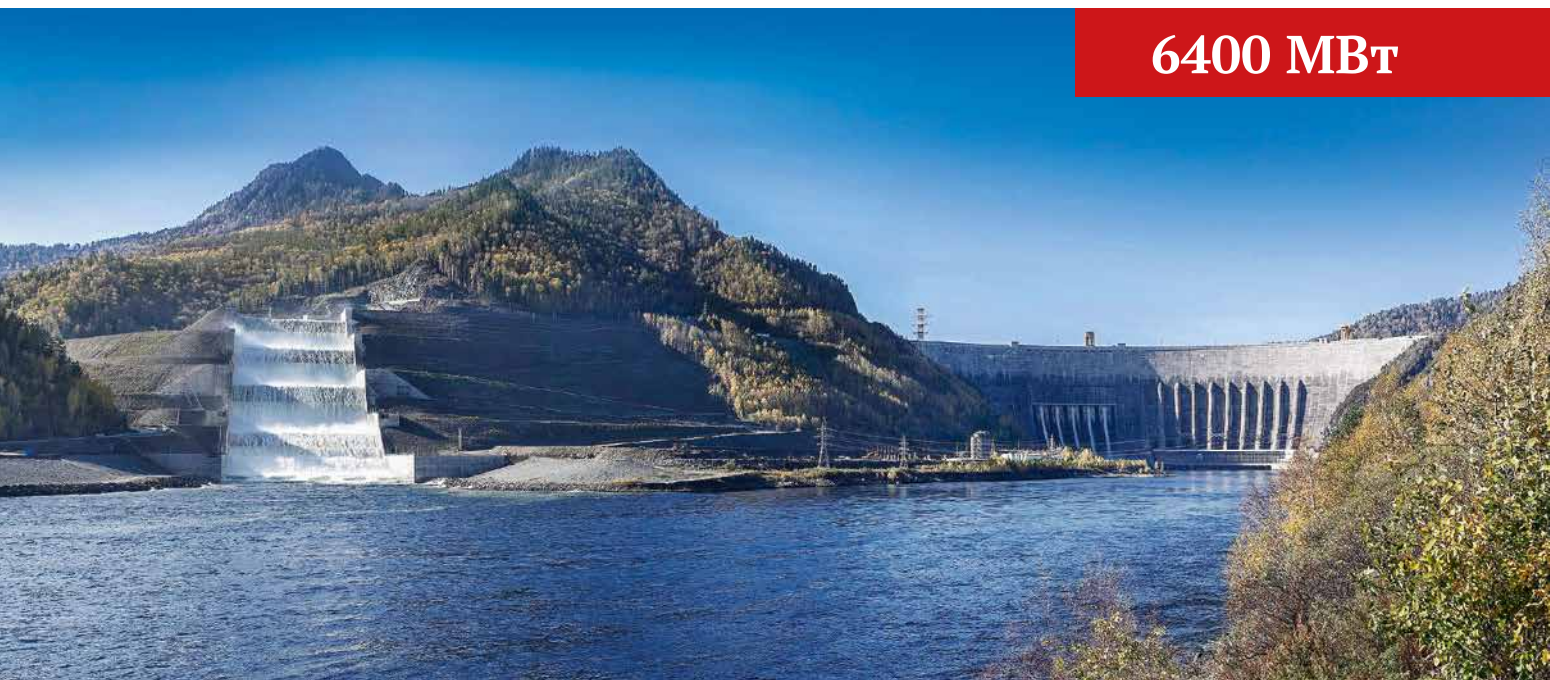




# ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОССИИ

мощностью более 10 МВт





## Саяно-Шушенская ГЭС

Саяно-Шушенская ГЭС (СШГЭС) расположена на р. Енисее в Республике Хакасия, возле пос. Черемушки (часть сооружений станции, в частности береговой водосброс, находятся на территории Красноярского края). СШГЭС является верхней ступенью каскада ГЭС на р. Енисее и крупнейшей гидроэлектростанцией России. Уникальная арочно-гравитационная плотина Саяно-Шушенской ГЭС — самая высокая в России. Станция эксплуатируется филиалом ПАО «РусГидро» — «Саяно-Шушенская ГЭС имени П. С. Непорожного».

В 1956–1960 гг. Институтом «Ленгидроэнергопроект» была разработана схема гидроэнергетического использования Верхнего Енисея, в которой установлена целесообразность использования падения реки в районе Саянского коридора одной мощной ГЭС, что позволяло создать водохранилище емкостью, достаточной для сезонного регулирования. В 1961 г. были начаты изыскательские работы. Проектное задание СШГЭС было утверждено в 1965 г. и предусматривало сооружение ГЭС с 12 гидроагрегатами мощностью по 530 МВт. В техническом проекте, утвержденном в 1971 г., количество гидроагрегатов было уменьшено до 10 с одновременным увеличением их мощности.

Подготовительный этап строительства Саяно-Шушенской ГЭС начался в 1963 г. Работы на основных сооружениях ГЭС развернулись 12 сентября 1968 г. с отсыпки перемычек котлована первой очереди. После осушения котлована 17 октября 1970 г. в основные сооружения станции был уложен первый кубометр бетона, а 11 октября 1975 г. — перекрыта р. Енисей.

Первый гидроагрегат Саяно-Шушенской ГЭС (с временным рабочим колесом) был пущен 18 декабря 1978 г., последний — 25 декабря 1985 г. К 1988 г. строительство станции было в основном завершено, в промышленную эксплуатацию Саяно-Шушенский гидроэнергетический комплекс был принят в 2000 г. В 2005 г. началось строительство берегового водосброса, необходимость которого была обоснована снижением отметок НПУ и ФПУ водохранилища. Сооружение берегового водосброса было завершено в 2011 г.

17 августа 2009 г. на Саяно-Шушенской ГЭС произошла авария с человеческими жертвами. В 2014 г. восстановление и комплексная реконструкция станции были в основном завершены, при этом были заменены все гидроагрегаты, силовые трансформаторы, построено современное распределительное устройство КРУЭ 500 кВ.

Саяно-Шушенская ГЭС является самым мощным источником покрытия пиковых нагрузок в единой энергосистеме страны. Гидроэлектростанция — основа и источник энергоснабжения Саянского территориально-производственного комплекса, включающего в себя крупные алюминиевые заводы, ряд промышленных и горнодобывающих предприятий.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

СШГЭС является высоконапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения включают в себя арочно-гравитационную плотину с водосбросом, береговой водосброс и здание ГЭС.

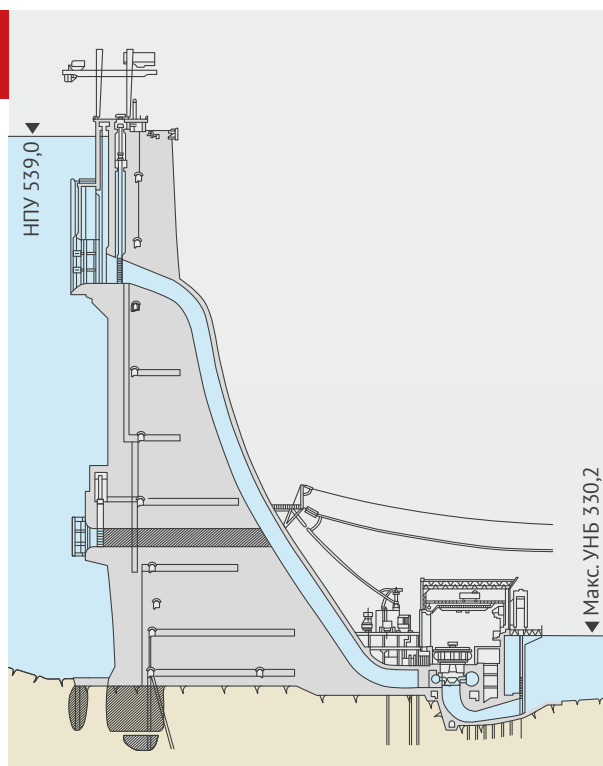
Уникальная бетонная арочно-гравитационная плотина имеет высоту 242,0 м и длину 1074,4 м, ее устойчивость и прочность обеспечиваются действием собственного веса (на 60%) и частично упором верхней арочной части в берега (на 40%). В ее стационарной части размещены 10 водоприемников ГЭС, переходящих в турбинные водоводы диаметром 7,5 м, идущие вначале в теле плотины, а затем по ее низовой грани. В водосбросной части плотины находятся водоприемники 11 лотков-водосбросов. Водосбросы состоят из трубчатой закрытой части, проходящей в теле плотины и частично на ее низовой грани, и открытой части длиной около 150,0 м на низовой грани плотины. Из лотков вода сбрасывается в бетонный водобойный колодец. Пропускная способность водосброса 12 760 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 13 090 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Береговой водосброс расположен на правом берегу, его сооружения включают в себя входной оголовок, два безнапорных тоннеля длиной 1121,9 м и сечением 10,0 × 12,0 м каждый, пятиступенчатый перепад и отводящий канал. Пропускная способность водосброса 3540 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 3800 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В приплотинном здании ГЭС размещены 10 гидроагрегатов мощностью по 640 МВт, оборудованных радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 194,0 м). Выдача электроэнергии Саяно-Шушенской ГЭС в энергосистему производится с КРУЭ 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 21 840 млн кВт·ч.



Работа берегового водосброса



## Саяно-Шушенская ГЭС

Установленная мощность, МВт	6400
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	21 840
<b>Месторасположение:</b> Республика Хакасия, городской округ Саяногорск	
<b>Водный объект:</b> р. Енисей	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1978
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> бетонная арочно-гравитационная	
<b>Максимальная высота, м</b>	242,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1074,4
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	19 610

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	30,71
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	14,71
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	608
<b>Отметка НПУ, м</b>	539,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	10×640 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	194,0



6000 МВт



## Красноярская ГЭС

Красноярская ГЭС расположена на р. Енисей в Красноярском крае, возле г. Дивногорска и является нижней ступенью Енисейского каскада ГЭС. Вторая по установленной мощности гидроэлектростанция России. В состав сооружений гидроузла входит единственный в России судоподъемник. Станция эксплуатируется АО «Красноярская ГЭС».

Первые изыскательские работы с целью определения возможности строительства на р. Енисей крупных ГЭС были проведены еще в начале 1930-х гг. Масштабные изыскания в районе будущей Красноярской ГЭС начались в 1954 г., причем изначально рассматривались два створа — Красноярский и Шумихинский. В 1955 г. государственной комиссией был выбран Шумихинский створ. Проектирование Красноярской ГЭС велось Институтом «Ленгидропроект», проектное задание станции мощностью 4000 МВт с гравитационной бетонной плотиной было утверждено 23 марта 1957 г.

Подготовительные работы на месте строительства Красноярской ГЭС начались в 1956 г. В начале 1959 г. стройка оказалась на грани остановки: по предложению Н.С. Хрущева было принято решение о резком снижении темпов гидроэнергетического строительства в стране, и Красноярская ГЭС осталась без финансирования. В уже утвержденный проект с целью его удешевления были внесены кардинальные изменения: плотина стала массивно-контрфорсной (что позволяло добиться существенной экономии бетона), мощность ГЭС была увеличена до 5000 МВт. В таком виде проект был заново утвержден в 1960 г.

8 августа 1959 г. с отсыпки перемычек котлована первой очереди начались работы на основных сооружениях Красноярской ГЭС. В 1960 г. строительство возглавил А.Е. Бочкин, ранее руководивший возведением Иркутской ГЭС. По его инициативе проект был вновь пересмотрен, слишком сложная в сооружении контрфорсная плотина была заменена на гравитационную и мощность станции увеличена до 6000 МВт. Окончательный технический проект Красноярской ГЭС был утвержден в 1967 г.

Первый бетон на строительстве Красноярской ГЭС был уложен 10 августа 1961 г., перекрытие р. Енисей состоялось 25 марта 1963 г. Усилия руководства стройки дали результаты: в эффективности станции больше не возникало сомнений, Красноярская ГЭС получила необходимое финансирование. Первый гидроагрегат был пущен 3 ноября 1967 г., последний — 16 декабря 1971 г. В промышленную эксплуатацию станция принята 26 июля 1972 г. На момент завершения строительства Красноярская ГЭС была крупнейшей гидроэлектростанцией мира, имевшей к тому же самые мощные гидроагрегаты.

Красноярская ГЭС работает в базовом режиме нагрузки, основным потребителем ее электроэнергии является Красноярский алюминиевый завод. За время эксплуатации станция выработала более 800 млрд кВт·ч электроэнергии. Также Красноярская ГЭС играет важную роль в обеспечении надежного водоснабжения и защиты от наводнений. На Красноярской ГЭС реализуется масштабная программа модернизации.

По состоянию на начало 2018 г. были полностью реконструированы все гидрогенераторы, а также заменены генераторные выключатели и оборудование распределительных устройств. Начата замена рабочих колес гидротурбин.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Красноярская ГЭС является высоконапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения гидроузла включают в себя гравитационную бетонную плотину, здание ГЭС и судоподъемник.

Гравитационная бетонная плотина имеет длину 1072,5 м и максимальную высоту 128,0 м. В стационарной части плотины размещены 24 водоприемника, а также турбинные водоводы диаметром 7,5 м, расположенные открыто на низовой грани плотины.

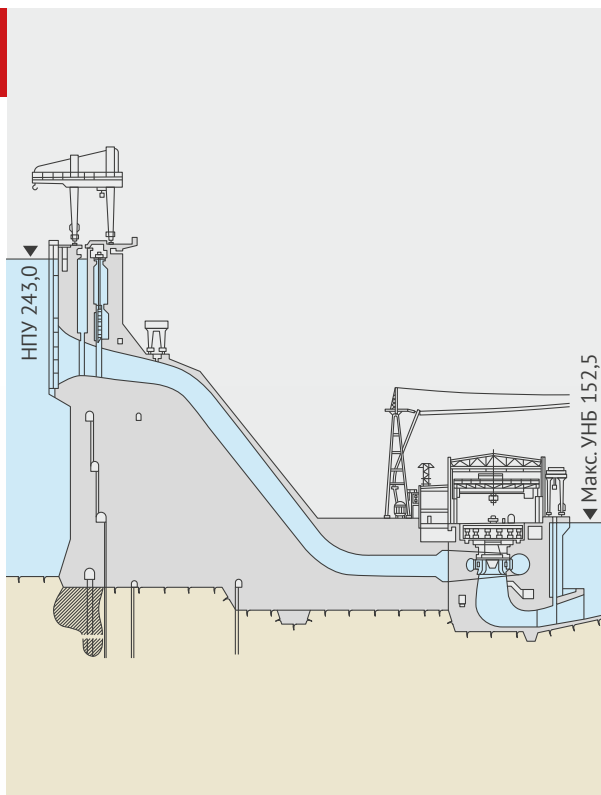
В водосливной части плотины расположены семь водосливных пролетов шириной по 25,0 м, оборудованных плоскими затворами. Гладкая водосливная грань плотины заканчивается трамплином, отбрасывающим поток в нижний бьеф, где в яме размыва происходит гашение его энергии. Пропускная способность водосброса 11 400 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 15 500 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В приплотинном здании ГЭС размещены 12 гидроагрегатов мощностью по 500 МВт, оборудованных радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 93,0 м). Оригинальной особенностью Красноярской ГЭС является подвод воды к каждому гидроагрегату по двум турбинным водоводам.

Выдача электроэнергии Красноярской ГЭС в энергосистему производится с открытых распределительных устройств напряжением 220 и 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 18 350 млн кВт·ч.



Новое рабочее колесо



### Красноярская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	6000
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	18 350
<b>Месторасположение:</b>	Красноярский край, г. Дивногорск
<b>Водный объект:</b>	р. Енисей
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1967
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b>	гравитационная бетонная
<b>Максимальная высота, м</b>	128,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1072,5
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	18 600

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	73,3
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	30,4
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	2000
<b>Отметка НПУ, м</b>	243,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	12×500 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	93,0



4500 МВт



## Братская ГЭС

Братская ГЭС расположена на р. Ангаре в Иркутской области, в г. Братске и является второй по расположению и времени постройки ступенью Ангарского каскада ГЭС. Самая мощная гидроэлектростанция каскада, третья по установленной мощности ГЭС России. Братская ГЭС эксплуатируется ООО «ЕвроСибЭнерго — Гидрогенерация».

Первый проект Братской ГЭС (мощностью 2500 МВт при высоте плотины 110,0 м) был представлен в 1930-х г., но Великая Отечественная война прервала его разработку. В 1947 г. на конференции по развитию производительных сил Иркутской области была представлена схема освоения р. Ангары с каскадом из шести ГЭС, включая Братскую. В 1949 г. начались изыскательские работы в створе Братской ГЭС. В 1953 г. был разработан схематический проект Братской ГЭС, причем помимо самой станции в проекте был представлен состав создаваемого при ней нового энергопромышленного комплекса.

В 1954 г. Правительство СССР приняло решение о строительстве Братской ГЭС. Проектное задание станции мощностью 3600 МВт было утверждено 11 августа 1956 г. В дальнейшем при разработке технического проекта мощность ГЭС была увеличена до 4100 МВт. Первые строители прибыли на Братскую ГЭС в конце 1954 г. Сооружение станции было объявлено ударной комсомольской стройкой и находилось в центре общественного внимания. Работы на основных сооружениях начались в конце 1956 г., первый бетон был уложен в марте 1959 г. Первый гидроагрегат пущен 28 ноября

1961 г., последний — в декабре 1966 г. В сентябре 1967 г. Братская ГЭС была принята в промышленную эксплуатацию, и до 1971 г. она являлась крупнейшей гидроэлектростанцией в мире.

Строительство Братской ГЭС стало этапным для отечественной гидроэнергетики. Впервые в нашей стране была сооружена высотная гравитационная бетонная плотина, получен опыт строительства крупнейшей гидроэлектростанции в суровых климатических условиях, промышленность освоила производство крупнейших на тот момент в мире гидрогенераторов и радиально-осевых гидротурбин.

В процессе эксплуатации была выявлена возможность увеличения мощности гидроагрегатов с 225 до 250 МВт. В результате мощность Братской ГЭС возросла с 4100 до 4500 МВт. В настоящее время реализуется программа модернизации ГЭС, наиболее масштабным проектом которой является замена рабочих колес гидротурбин. По состоянию на начало 2018 г. заменено 12 рабочих колес.

Братская ГЭС является крупнейшей по среднегодовой выработке электроэнергии гидроэлектростанцией России, всего за время эксплуатации ей выработано более триллиона киловатт-часов. Станция — основной регулятор частоты в ОЭС Сибири, а также основа Братского территориально-промышленного комплекса.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Братская ГЭС является высоконапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включа-

ют в себя гравитационную бетонную плотину, две земляные плотины и здание ГЭС. По сооружениям гидроузла проложены железная и автомобильная дороги.

Левобережная земляная плотина насыпная с противофильтрационным ядром из суглинка, длиной 723,0 м и максимальной высотой 40,0 м. Правобережная земляная плотина намывная, имеет длину 2987,0 м и максимальную высоту 36,0 м.

Гравитационная бетонная плотина с расширенными швами имеет длину 1430,0 м и максимальную высоту 125,0 м. Плотина разделяется на левобережную глухую, русловую и правобережную глухую части. Русловая часть, в свою очередь, состоит из станционной и водосбросной частей плотины. В станционной части плотины размещены 20 водоприемников (по числу гидроагрегатов, с учетом возможности установки двух дополнительных гидроагрегатов), а также турбинные водоводы.

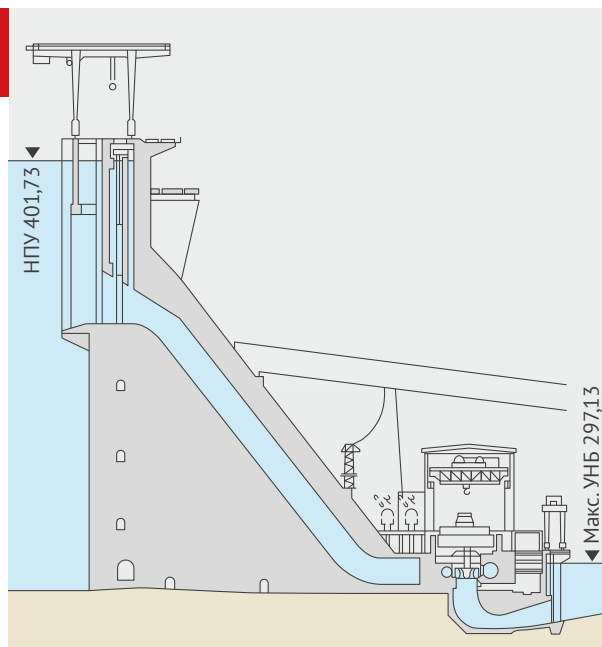
В водосливной части плотины расположены 10 водосливных пролетов шириной по 18,0 м, оборудованных сегментными затворами. Гладкая водосливная грань плотины заканчивается трамплином, отбрасывающим поток в нижний бьеф, где в яме размыва происходит гашение его энергии. Пропускная способность водосброса 4680 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 6000 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В приплотинном здании ГЭС размещены 18 гидроагрегатов мощностью по 250 МВт, оборудованных радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 101,5 м). В здании ГЭС предусмотрено место для установки еще двух гидроагрегатов.

Выдача электроэнергии Братской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 220 и 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 22 500 млн кВт·ч.



Здание ГЭС



## Братская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	4500
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	22 500
<b>Месторасположение:</b>	Иркутская область, г. Братск
<b>Водный объект:</b>	р. Ангара
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1961
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b>	гравитационная бетонная
<b>Максимальная высота, м</b>	125,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1430,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	9980

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	169,3
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	35,08*
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	5480
<b>Отметка НПУ, м</b>	401,73

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	18×250 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	101,5

\* При отметке уровня мертвого объема 394,73 м, ниже которого не допускается сработка по условиям работы водозаборов.



3840 МВт



## Усть-Илимская ГЭС

Усть-Илимская гидроэлектростанция расположена на р. Ангаре в Иркутской области, в г. Усть-Илимске и является третьей по расположению и времени постройки ступенью Ангарского каскада ГЭС, одной из крупнейших гидроэлектростанций России, а также основой Усть-Илимского территориально-производственного комплекса. Усть-Илимская ГЭС эксплуатируется ООО «ЕвроСибЭнерго — Гидрогенерация».

В 1947 г. на конференции по развитию производительных сил Иркутской области была представлена схема освоения р. Ангары с каскадом из шести ГЭС, среди которых была и Усть-Илимская. Строительство каскада началось с верхних ступеней — Иркутской и Братской ГЭС, по мере приближения строительства Братской ГЭС к пуску первого гидроагрегата встал вопрос о начале работ на следующей станции.

Изыскательские работы по Усть-Илимской ГЭС были начаты Институтом «Гидропроект» в 1956 г. В 1960 г. из трех возможных вариантов был выбран створ станции у Толстого мыса, в апреле 1962 г. изыскательские работы были завершены. Проектное задание Усть-Илимской ГЭС утверждено 10 марта 1966 г.

Задолго до утверждения проектного задания руководство «Братскгэсстроя» выступило с инициативой опережающего начала работ на Усть-Илимской ГЭС. Результатом стало постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР о начале подготовительных работ по строительству Усть-Илимской ГЭС за счет средств, сэкономленных по смете Братского гидроузла, которое было принято 8 июня 1962 г. Уже 23 ноя-

бря того же года на створ станции прибыла первая группа строителей, начались работы подготовительного этапа — строительство дорог, жилья, производственной базы.

Земляные работы по подготовке скального основания основных сооружений станции были начаты в октябре 1967 г., первый бетон был уложен 22 апреля 1968 г. Перекрытие р. Ангары состоялось 13 августа 1969 г., 16 октября 1974 г. было начато наполнение водохранилища. Первый гидроагрегат Усть-Илимской ГЭС был пущен 28 декабря 1974 г., последний (шестнадцатый) — в марте 1979 г. От монтажа еще двух предусмотренных проектом гидроагрегатов решили отказаться по причине неготовности энергосистемы к приему дополнительной пиковой мощности. Акт о приемке станции в постоянную эксплуатацию был подписан 12 декабря 1980 г.

Усть-Илимская ГЭС работает в базовой части графика нагрузки, играя важную роль в обеспечении устойчивости энергосистемы Сибири. Значительную часть электроэнергии станции потребляют алюминиевые и лесохимические производства. ГЭС стала базой для создания Усть-Илимского территориально-производственного комплекса.

В 2014 г. началась реализация проекта по замене рабочих колес на четырех гидротурбинах станции. Новые рабочие колеса имеют более высокий КПД, что позволяет увеличить выработку электроэнергии, используя тот же объем воды. По состоянию на начало 2018 г. рабочие колеса были заменены на трех гидротурбинах.



### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Усть-Илимская ГЭС является высоконапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя гравитационную бетонную плотину, две грунтовые плотины и здание ГЭС.

Левобережная грунтовая плотина каменно-земляная с экраном из супесчаных грунтов, длиной 1710,0 м и максимальной высотой 28,0 м. Правобережная земляная плотина намывная, имеет длину 538,0 м и максимальную высоту 47,0 м.

Гравитационная бетонная плотина имеет длину 1475,0 м и максимальную высоту 105,0 м. Плотина разделяется на левобережную глухую, русловую и правобережную глухую части. Русловая часть, в свою очередь, состоит из станционной и водосбросной плотины. В станционной части плотины размещены 18 водоприемников (по числу гидроагрегатов, с учетом возможности установки двух дополнительных гидроагрегатов), а также турбинные водоводы.

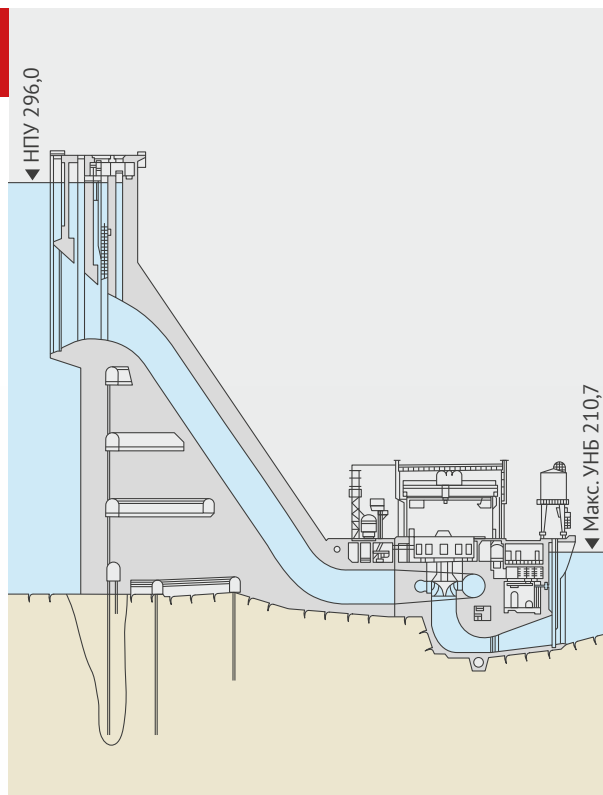
В водосливной части плотины расположены 11 водосливных пролетов шириной по 15,0 м, оборудованных сегментными затворами. Водосливы заканчиваются носком-трамплином, отбрасывающим поток в нижний бьеф. Пропускная способность водосброса 8990 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 9700 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В приплотинном здании ГЭС размещены 16 гидроагрегатов мощностью по 240 МВт, оборудованных радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 85,5 м). В здании ГЭС предусмотрено место для установки еще двух гидроагрегатов.

Выдача электроэнергии Усть-Илимской ГЭС в энергосистему производится с открытых распределительных устройств напряжением 220 и 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 21 200 млн кВт·ч.



Машинный зал



### Усть-Илимская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	3840
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	21 200
<b>Месторасположение:</b> Иркутская обл., г. Усть-Илимск	
<b>Водный объект:</b> р. Ангара	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1974
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	105,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1475,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	14 030

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	58,93
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	2,74
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1922
<b>Отметка НПУ, м</b>	296,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	16×240 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	85,5

**2997 МВт**

## Богучанская ГЭС

Богучанская ГЭС расположена на р. Ангаре в Красноярском крае, возле г. Кодинска и является четвертой, нижней, ступенью Ангарского каскада ГЭС и пятой по мощности гидроэлектростанцией России. Строительство станции, ведущееся с 1974 г., является рекордным по продолжительности в истории отечественной гидроэнергетики. Богучанская ГЭС эксплуатируется ПАО «Богучанская ГЭС» (совместное предприятие ПАО «РусГидро» и ОК РУСАЛ).

В 1936 г. Госпланом СССР была одобрена «рабочая гипотеза комплексного использования Ангары», в которой в качестве нижней ступени каскада рассматривалась Богучанская ГЭС. В 1947 г. на конференции по развитию производительных сил Иркутской области была представлена схема освоения р. Ангары с каскадом из шести ГЭС. Согласно этой схеме, Богучанская ГЭС размещалась на 1451,0 км от истока р. Ангары и имела мощность 4000 МВт при напоре 71,0 м.

Работы по непосредственному проектированию Богучанской ГЭС начаты Институтом «Гидропроект» в 1964 г. На первом этапе были опеределены створ ГЭС (при этом вместо первоначально рассматриваемого Богучанского створа был выбран Кодинский створ, но название ГЭС осталось прежним) и отметка нормального подпорного уровня водохранилища, а также разработано технико-экономическое обоснование строительства. В 1968 г. этот этап был завершён, его материалы рассмотрены и утверждены Госпланом. В 1969 г. был открыт титул на проектно-изыскательские работы по Богучанской ГЭС. Начались работы

по проектированию основных сооружений гидроузла. Технический проект Богучанской ГЭС был утверждён 7 декабря 1979 г.

Подготовительный этап сооружения Богучанской ГЭС начался в октябре 1974 г. В 1980 г. было начато строительство основных сооружений станции: 18 июня 1980 г. из котлована первой очереди был извлечён первый кубометр грунта, а первый бетон в тело плотины уложили 17 апреля 1982 г. В районе строительства Богучанской ГЭС 25 октября 1987 г. перекрыли р. Ангару. Сток реки был переведён на пять временных отверстий водосбросной плотины. Для пропуска маломерных судов и плотов с лесом был оборудован временный шлюз. В ходе строительства проект ГЭС был изменён — было решено увеличить её мощность до 4000 МВт с целью повышения выработки пиковой электроэнергии.

После распада СССР темпы работ по строительству Богучанской ГЭС значительно снизились, а с 1994 г. стройка была фактически законсервирована. В 2006 г. строительство станции возобновилось, при этом проект был снова скорректирован: вместо трёх гидроагрегатов спроектировали второй водосброс, открытые распределительные устройства были заменены на современные КРУЭ. Первые два гидроагрегата станции были пущены 15 октября 2012 г., последний гидроагрегат — в декабре 2014 г. В 2015 г. водохранилище было заполнено до проектной отметки, станция вышла на полную мощность. В 2017 г. строительство Богучанской ГЭС было завершено.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Богучанская ГЭС является плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя каменно-набросную плотину, бетонную плотину с двумя водосбросами и здание ГЭС. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

Каменно-набросная плотина с асфальтобетонной диафрагмой имеет длину 1861,3 м и максимальную высоту 77,0 м. Гравитационная бетонная плотина длиной 828,7 м и максимальной высотой 96,0 м разделяется на станционную часть, первый и второй водосбросы и глухие секции. В станционной части плотины размещены девять водоприемников (по числу гидроагрегатов), а также турбинные водоводы диаметром 10,0 м.

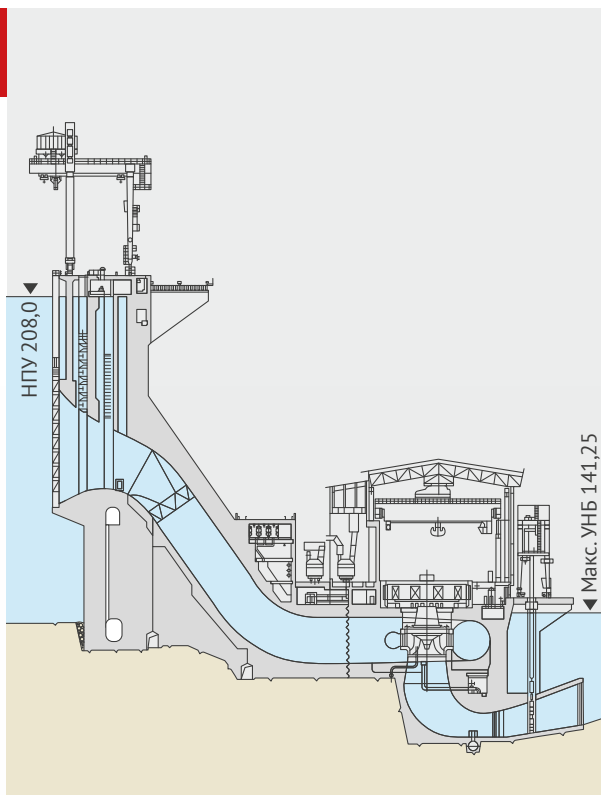
Первый водосброс донного типа имеет два ряда отверстий: в нижнем ряду пять временных отверстий (использовались в период строительства, затем были забетонированы) и в верхнем ряду 10 отверстий сечением 4,0×6,5 м. Гашение энергии сбрасываемой воды производится в водобойном колодце. Пропускная способность водосброса 7059 м³/с при НПУ.

Второй водосброс поверхностного типа, с гашением энергии потока как в водобойном колодце, так и на ступенчатой грани водослива. Такая конструкция водосброса была использована в отечественной практике гидротехнического строительства впервые. Пропуск воды осуществляется через пять пролетов шириной 10,0 м. Пропускная способность водосброса 2755 м³/с при НПУ.

В приплотинном здании ГЭС размещены девять гидроагрегатов мощностью по 333 МВт, оборудованных радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 65,5 м). Выдача электроэнергии Богучанской ГЭС в энергосистему производится с КРУЭ 220 и 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии (проектная) составляет 17 600 млн кВт·ч.



Второй водосброс



### Богучанская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	2997
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	17 600
<b>Месторасположение:</b> Красноярский край, Кежемский район	
<b>Водный объект:</b> р. Ангара	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2012
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	77,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1861,3
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м³/с</b>	14 790

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км³</b>	58,2
<b>Объем полезный, км³</b>	2,31
<b>Площадь при НПУ, км²</b>	2326
<b>Отметка НПУ, м</b>	208,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	9×333 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	65,5



## Волжская ГЭС

Волжская ГЭС расположена на р. Волге в Волгоградской области, вблизи г. Волжский. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь нижней, восьмой, ступенью каскада. Самая мощная гидроэлектростанция в Европе, а также крупнейшая русловая ГЭС в России. Волжская ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

22 мая 1932 г. было подписано постановление Совнаркома СССР и ЦК ВКП (б) «О борьбе с засухой и орошении Заволжья», санкционировавшее строительство на Нижней Волге Камышинской ГЭС мощностью до 2000 МВт. Для проектирования гидроузла создавалась организация «Нижне-Волго-проект» во главе с академиком И.Г. Александровым. Завершить строительство станции планировалось в 1937 г. Уже в 1934 г. был готов предварительный проект Камышинской ГЭС, в створе гидроузла активно велись изыскания. Но в 1936 г. строительство Камышинской ГЭС было решено отложить.

В конце 1940-х гг. отказались от Камышинского створа в пользу сооружения ГЭС у г. Сталинграда, что позволяло уменьшить площади затопления. 6 августа 1950 г. было принято постановление Совета Министров СССР о сооружении Сталинградской ГЭС. Строительство гидроузла было поручено МВД СССР. Проектное задание станции мощностью 1850 МВт (17 гидроагрегатов) было утверждено 3 мая 1952 г. В техническом проекте, утвержденном 21 сентября 1956 г., мощность станции была увеличена до 2563 МВт, а количество гидроагрегатов — до 22. В итоговом проекте появи-

лись рыбоподъемник, машинный зал закрытого типа (вместо полукрытого), отдельное сороудерживающее сооружение. Сталинградская ГЭС проектировалась с учетом опыта проектирования и строительства Куйбышевской ГЭС и имела с ней много сходных проектных решений.

Подготовительные работы в створе Сталинградской ГЭС, которые велись силами заключенных ИТЛ «Ахтублаг», были начаты в 1950 г., а уже в мае 1951 г. началась разработка котлована судоходных шлюзов земснарядами. Весной 1953 г., после смерти И.В. Сталина, ИТЛ «Ахтублаг» был расформирован, и дальнейшее строительство осуществлялось вольнонаемными рабочими. Первый ковш земли из котлована ГЭС был вынут 22 августа 1953 г., первый бетон уложен 5 сентября 1954 г. Река Волга была перекрыта 31 октября 1958 г., а 15 декабря того же года заработал первый гидроагрегат ГЭС. В 1961 г. станция, переименованная в Волжскую ГЭС имени XXII съезда КПСС, была принята государственной комиссией в эксплуатацию. Последний, экспериментальный, гидроагрегат с водяной системой охлаждения генератора заработал в 1962 г.

Ввод в эксплуатацию Волжской ГЭС сыграл решающую роль в энергоснабжении Нижнего Поволжья и Донбасса и создании единой энергосистемы страны. Помимо выработки электроэнергии Волжская ГЭС играет важную роль в обеспечении крупнотоннажного судоходства, орошения и обводнения больших массивов засушливых земель.

В настоящее время ведется модернизация станции, предусматривающая замену устаревшего оборудования и ремонт сооружений. Наиболее крупными мероприятиями программы модернизации являются замена гидроагрегатов и строительство КРУЭ 500 кВ.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Волжская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя три земляные намывные плотины общей длиной 3253,0 м, водосливную плотину, здание ГЭС, совмещенное с донными водосбросами, сдерживающее сооружение, рыбоподъемник, двухниточный двухкамерный судоходный шлюз с дамбами, каналами и Межшлюзовой ГЭС. По сооружениям гидроузла проложены автомобильная и железная дороги.

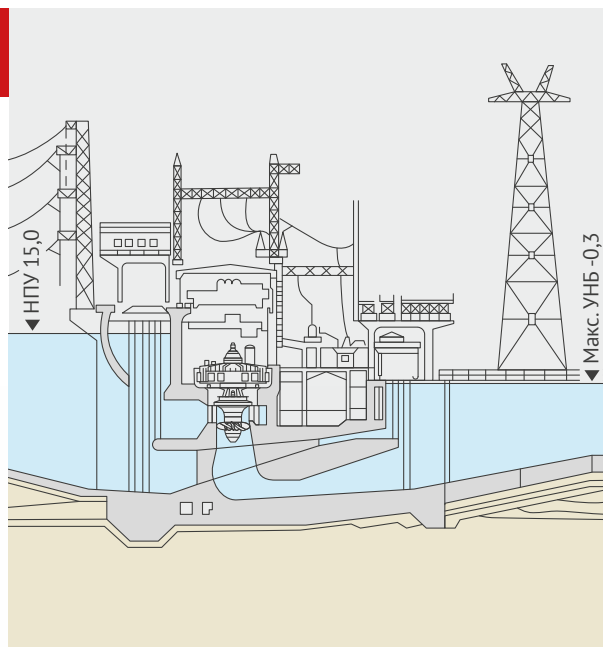
Водосливная гравитационная бетонная плотина длиной 725,0 м и высотой 44,0 м имеет 27 водосливных пролетов общей пропускной способностью 30 850 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 37 500 м<sup>3</sup>/с при ФПУ. В одном из пролетов плотины расположен рыбоподъемник с собственным гидроагрегатом мощностью 11 МВт.

В здании Волжской ГЭС размещены 22 гидроагрегата с поворотными лопастными турбинами (расчетный напор 20,0 м). Из них десять имеют установленную мощность 125,5 МВт, пять — 120 МВт и семь — 115 МВт. Также в здании ГЭС расположены 44 донных водосброса общей пропускной способностью 15 400 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 16 000 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Выдача вырабатываемой Волжской ГЭС электроэнергии производится с открытых распределительных устройств напряжением 220 и 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 11 100 млн кВт·ч.



Вид на здание ГЭС с нижнего бьефа



### Волжская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	2671*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	11 100
<b>Месторасположение:</b>	Волгоградская обл., г. Волжский
<b>Водный объект:</b>	р. Волга
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1958
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	47,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1200,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	63 060

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	31,45
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	8,25
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	3117
<b>Отметка НПУ, м</b>	15,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	1×11; 7×115; 5×120; 10×125,5 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотные лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	20,0

\* Данные на начало 2018 г. В ходе реконструкции станции ее мощность постепенно увеличивается.

\*\* Русловая земляная плотина.



## Жигулевская ГЭС

Жигулевская гидроэлектростанция расположена на р. Волге в Самарской области, вблизи г. Жигулевска. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь шестой ступенью каскада на р. Волге. Вторая по мощности гидроэлектростанция в Европе. Напорные сооружения ГЭС образуют крупнейшее в Европе Куйбышевское водохранилище, основное регулирующее водохранилище Волжско-Камского каскада. Жигулевская ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

Первые проекты строительства гидроэлектростанции на р. Волге в районе Самарской Луки предлагались еще в Российской Империи. С начала 1930-х гг. изучением возможности строительства станции занимался Госплан СССР, проводились масштабные изыскательские работы.

В 1936 г. экспертная комиссия Госплана СССР во главе с Б.Е. Веденевым утвердила схему «Большой Волги», предусматривавшую строительство вблизи г. Самары ГЭС мощностью 2700 МВт. Сооружение станции было санкционировано в 1937 г. и поручено НКВД, после чего на площадке объекта были начаты подготовительные работы.

Проектное задание Куйбышевской ГЭС было утверждено в 1939 г., технический проект в окончательном виде так и не был подготовлен. Согласно самым поздним вариантам, планировалось построить гидроэлектростанцию мощностью 3600 МВт с двумя зданиями ГЭС — приплотинной и деривационной (в с. Переволоки). Но в 1940 г. строительство было приостановлено по причине сложных геологических условий стро-

ра и необходимости сосредоточения ресурсов перед приближающейся войной на менее капиталоемких проектах.

К возведению станции вернулись в послевоенные годы: 30 июня 1949 г. Совет Министров СССР принял постановление «О строительстве Куйбышевской гидроэлектростанции на р. Волге». Было решено отказаться от довоенного проекта и спроектировать станцию в новом створе с более благоприятными условиями. От деривационной ГЭС в с. Переволоки при этом решили отказаться. Проектное задание Куйбышевской ГЭС было утверждено в 1951 г., технический проект в окончательном виде — в 1956 г., уже после пуска станции.

Строительство ГЭС было поручено МВД СССР. Работы велись с использованием труда заключенных Куневского лагеря ударными темпами. Подготовительные работы были начаты в 1950 г., а 18 февраля 1951 г. начались выемка грунта из котлована основных сооружений и возведение перемычек. Первые кубометры бетона были уложены 30 июля 1953 г.

Перекрытие р. Волги состоялось 31 октября 1955 г. менее чем за сутки. 29 декабря того же года был пущен первый гидроагрегат. В 1957 г. Куйбышевская ГЭС достигла проектной мощности, и в 1959 г. ее строительство было официально завершено. В 1958 г. станция была переименована в Волжскую ГЭС им. В.И. Ленина, а в 2004 г. — в Жигулевскую ГЭС.

Жигулевская ГЭС участвует в покрытии пиковых нагрузок и регулировании частоты в единой энергосистеме страны, регулирует сток воды в р. Волге,

способствует эффективному ее использованию ниже лежащими волжскими гидроэлектростанциями, обеспечивает создание судоходных глубин и создает благоприятные условия для орошения.

В 1980-х гг. были модернизированы гидрогенераторы станции. С 1999 г. начата замена гидротурбин, которая завершена в 2017 г. Обновление генерирующего оборудования позволит увеличить мощность станции с 2300 до 2488 МВт.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Жигулевская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя земляную намывную плотину, водосливную плотину, здание ГЭС, совмещенное с донными водосбросами, сороудерживающее сооружение, двухниточный двухкамерный судоходный шлюз с дамбами и каналами. По сооружениям гидроузла проложены автомобильная и железная дороги.

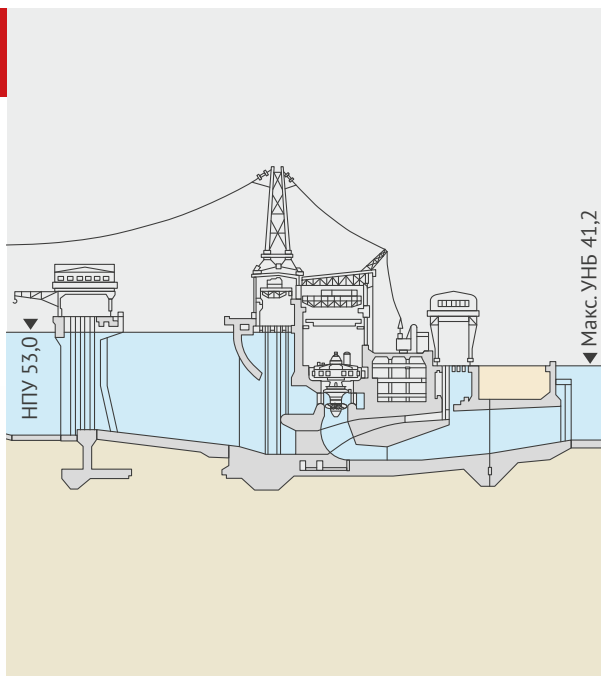
Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 981,2 м и высотой 40,15 м, имеет 38 водосливных пролетов общей пропускной способностью 39 710 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании Жигулевской ГЭС размещены 20 гидроагрегатов с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 21,0 м). Из них 14 имеют установленную мощность 125,5 МВт, четыре — 120 МВт и два — 115 МВт. Также в здании ГЭС расположены 40 донных водосбросов общей пропускной способностью 18 400 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с открытых распределительных устройств напряжением 110, 220 и 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 10 370 млн кВт·ч.



Водосбросная плотина



## Жигулевская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	2467*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	10 370
<b>Месторасположение:</b> Самарская обл., г. Жигулевск	
<b>Водный объект:</b> р. Волга	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1955
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	45,0
<b>Длина по гребню, м</b>	2802,5
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	66 910

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	57,3
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	30,9
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	6150
<b>Отметка НПУ, м</b>	53,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×115; 4×120; 14×125,5 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	21,0

\* Данные на начало 2018 г. В ходе реконструкции станции ее мощность постепенно увеличивается.



## Бурейская ГЭС

Бурейская ГЭС расположена на р. Бурее в Амурской области, возле пос. Талакан. Это крупнейшая ГЭС на Дальнем Востоке, входит в десятку самых мощных ГЭС России. Плотина Бурейской ГЭС является самой высокой гравитационной бетонной плотиной России. Вместе с Нижне-Бурейской ГЭС она входит в состав Бурейского гидроэнергетического комплекса. Помимо выработки электроэнергии Бурейская ГЭС имеет существенное противопаводковое значение, защищая населенные пункты ниже по течению от разрушительных наводнений. Бурейская ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

Бурейская ГЭС ведет свою историю с 1932 г., когда Институт «Гидропроект» провел рекогносцировочные изыскательские работы на реках Зее и Бурее. В 1969 г. Институт «Ленгидропроект» начал разработку технико-экономического обоснования Желундинской ГЭС, позднее переименованной в Бурейскую ГЭС. В 1975 г. ТЭО, включавшее в себя строительство гидроэнергетического комплекса в составе двух ГЭС, Бурейской в Талаканском створе и ее контррегулятора Долдыканской (позднее Нижне-Бурейской) ГЭС, было утверждено.

В марте 1976 г. в Талаканском створе высадили первый десант строителей. Начался подготовительный этап возведения гидроузла, который был завершен к 1984 г., когда с отсыпки перемычек котлована были начаты работы на основных сооружениях. 21 февраля 1985 г. в тело плотины был уложен первый кубометр бетона. Станция строилась быстрыми темпами, но с 1989 г. в связи с экономическими трудностями

в стране финансирование строительства резко сократилось, и в 1990-х гг. стройка фактически остановилась. В 1999 г. гидроэнергетическая комиссия РАО «ЕЭС России», учитывая кризисное положение в энергетике Дальнего Востока, предложила Бурейскую ГЭС в качестве приоритетного объекта. С этого периода финансирование возросло, строительство было значительно активизировано. К работам были привлечены подразделения наиболее квалифицированных в области гидротехнического строительства организаций страны. В январе 2000 г. была перекрыта р. Бурей.

Первый гидроагрегат станции (с временным рабочим колесом) был пущен 9 июля 2003 г. при участии Президента РФ В.В. Путина. В 2003–2007 гг. работали оставшиеся пять гидроагрегатов, после чего станция вступила в этап завершения строительства. В 2009 г. после наращивания водоводов первых гидроагрегатов и замены временных рабочих колес на постоянные Бурейская ГЭС была выведена на проектную мощность. Официально строительство гидроэлектростанции было завершено в 2015 г. после сдачи объекта государственной комиссии.

Ввод Бурейской ГЭС позволил обеспечить электроэнергией дефицитные регионы юга Дальнего Востока, повысить надежность электроснабжения и обеспечить равномерность электрической нагрузки ОЭС Востока. Были предотвращены ежегодное сжигание угля в количестве 5,2 млн т, а также выбросы в атмосферу большого количества углекислого газа и загрязняющих веществ.



Бурейская ГЭС позволила значительно смягчить последствия регулярно повторяющихся наводнений в поймах рек Бурей и Средний Амур. Так, в ходе катастрофического наводнения в бассейне р. Амур в 2013 г. в Бурейском водохранилище было задержано 4,9 км<sup>3</sup> воды, или более 60% всего паводкового стока.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Бурейская ГЭС — высоконапорная гидроэлектростанция плотинного типа. Конструктивно сооружения ГЭС разделяются на плотину и здание ГЭС.

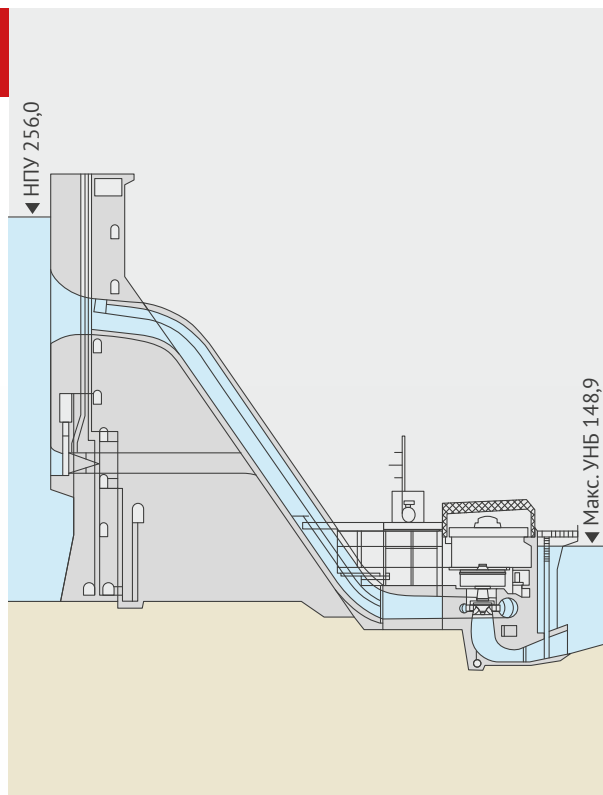
Напорный фронт станции образует гравитационная бетонная плотина высотой 139,0 м (самая высокая плотина такого типа в России) и длиной 789,0 м. Центральная (внутренняя) часть плотины впервые в России сооружена из малоцементного укатанного бетона. В водосливной части плотины расположен водосброс пропускной способностью 10 400 м<sup>3</sup>/с при НПУ. Водослив завершается трамплином, ограниченными слева и справа выразными поверхностями, направляющими поток воды в центр. Таким образом, происходит взаимное гашение энергии разнонаправленными потоками. В стационарной части плотины расположены шесть водоводов диаметром 8,5 м каждый, по которым вода поступает на гидроагрегаты станции.

В приплотинном здании ГЭС размещены шесть гидроагрегатов мощностью по 335 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 103,0 м). Выработанная электроэнергия поступает на распределительные устройства 220 и 500 кВ, причем на последнее — через кабельный тоннель и шахту общей протяженностью 490,0 м. Распределительное устройство 500 кВ реализовано в виде КРУЭ — впервые на таком напряжении в России.

Среднегодовое производство электроэнергии (проектная) Бурейской ГЭС составляет 7100 млн кВт·ч.



Машинный зал



## Бурейская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	2010
<b>Среднегодовое производство, млн кВт·ч</b>	7100
<b>Месторасположение:</b> Амурская область, Бурейский район	
<b>Водный объект:</b> р. Бурей	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2003
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	139,0
<b>Длина по гребню, м</b>	789,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	12 500

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	20,94
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	10,73
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	740
<b>Отметка НПУ, м</b>	256,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	6×335 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	103,0

**1403 МВт**

## Саратовская ГЭС

Саратовская ГЭС расположена на р. Волге в Саратовской области, в г. Балаково. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь седьмой ступенью каскада ГЭС на р. Волге. Отличается нестандартной конструкцией — отсутствием водосбросной плотины, интеграцией водосбросов в здание ГЭС с самым длинным в России машинным залом. На Саратовской ГЭС установлены 24 гидроагрегата трех разных типоразмеров, которые являются крупнейшими по габаритам в своем классе в России. Помимо выработки электроэнергии Саратовская ГЭС обеспечивает крупнотоннажное судоходство, водоснабжение, орошение засушливых земель. Станция является филиалом ПАО «РусГидро».

Изыскательские работы в месте расположения Саратовской ГЭС начались в 1953 г. Институтом «Гидропроект» в 1955 г. был создан проект станции вполне традиционной конструкции, с отдельно расположенными водосбросной плотиной и зданием ГЭС. Первые строители прибыли на стройплощадку еще в феврале 1956 г., а уже в июле того же года начались работы с возведения перемычек котлована на основных сооружениях.

По предложению главного инженера «Саратовгэсстрой» Н.М. Иванцова первоначальный проект ГЭС был существенно переработан. Створ станции перенесли на 3 км выше по течению, а также отказались от отдельной водосбросной плотины, совместив ее со зданием ГЭС. Новый проект, утвержденный в 1957 г., почти вдвое сократил длину напорного фронта, позволял разместить все бетонные сооружения на пойме, что упро-

щиало строительство, на сотни миллионов рублей уменьшалась его стоимость, сокращались сроки.

В 1958 г. были выполнены основные работы по котловану здания ГЭС, что позволило в следующем году его осушить. Однако в 1959 г. строительство станции было приостановлено — годом ранее Н.С. Хрущев подверг резкой критике сроки и стоимость строительства гидроэлектростанций, приведя в качестве примера Саратовскую ГЭС. До 1964 г., пока шли дискуссии и доработки проекта, строительство станции велось очень низкими темпами. Масштабные бетонные работы на строительстве Саратовской ГЭС были начаты лишь в 1964 г. (хотя первый бетон был уложен еще в 1962 г.). 2 ноября 1967 г. состоялось перекрытие р. Волги, а 27 декабря того же года были пущены первые два гидроагрегата станции. Последние машины заработали в 1970 г., тогда же Саратовской ГЭС было присвоено почетное наименование «имени Ленинского комсомола». В постоянную эксплуатацию станция была принята 26 ноября 1971 г.

В 1995 г. была начата модернизация станции, предусматривающая полную замену всего устаревшего оборудования, а также реконструкцию гидротехнических сооружений. К началу 2018 г. были заменены оба горизонтальных гидроагрегата, пять гидротурбин и все гидрогенераторы вертикальных гидроагрегатов, реконструированы открытые распределительные устройства и бетон переменного уровня здания ГЭС. Продолжается замена гидротурбин, что в перспективе позволит увеличить установленную мощность станции до 1505 МВт.

Саратовская ГЭС используется для работы в пиковой части графика нагрузки Единой энергосистемы России, а также выполняет функции аварийного резерва мощности.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Саратовская ГЭС представляет собой низконапорную русловую гидроэлектростанцию. Особенностью станции является отсутствие водосбросной плотины: водосбросы совмещены со зданием ГЭС. Сооружения гидроузла включают в себя земляную плотину, дамбы обвалования, здание ГЭС, совмещенное с донными водосбросами, судоходный шлюз. По сооружениям гидроузла проложены автомобильная и железная дороги.

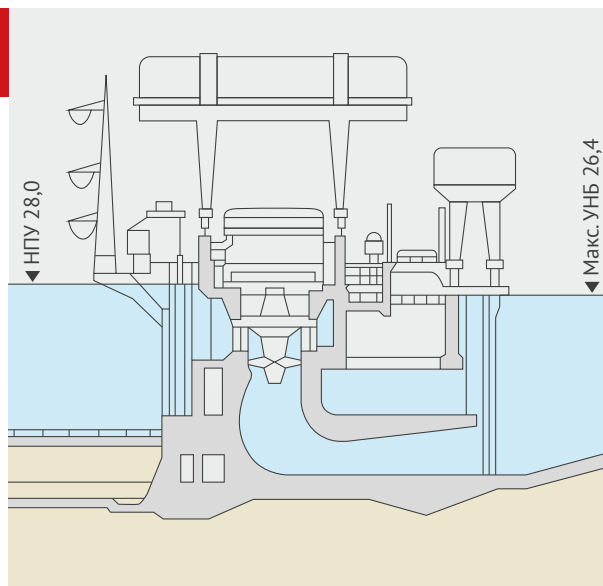
Русловая земляная плотина расположена с правого берега, ее длина составляет 1260,0 м, максимальная высота — 40,0 м. Дамбы обвалования, предназначенные для защиты г. Балаково от затопления, расположены на левом берегу и примыкают с одной стороны к зданию ГЭС, с другой — к судоходным шлюзам. Общая длина дамб — более 13,0 км, наибольшая высота — 23,0 м. Для пропуска через гидроузел речных судов используется однокамерный двухниточный судоходный шлюз, расположенный на левом берегу на удалении около 3,0 км от здания ГЭС.

В здании Саратовской ГЭС размещены 51 донный водосброс и 24 гидроагрегата: 21 вертикальный гидроагрегат мощностью по 60–66 МВт, один вертикальный гидроагрегат мощностью 11 МВт и два горизонтальных капсульных гидроагрегата мощностью по 54 МВт (крупнейшие этого типа в России). Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 220 и 500 кВ.

Среднегодовая выработка электроэнергии Саратовской ГЭС составляет 5,4 млрд кВт·ч.



Рабочее колесо новой турбины



## Саратовская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	1403*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	5400
<b>Месторасположение:</b>	Саратовская область, Балаковский район
<b>Водный объект:</b>	р. Волга
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1967
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	40,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1260,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	53 000

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	12,87
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	1,75
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1831
<b>Отметка НПУ, м</b>	28,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×66; 17×60; 2×54; 1×11 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные (вертикальные и горизонтальные капсульные)
<b>Расчетный напор, м</b>	9,7***

\* Данные на начало 2018 г. В ходе реконструкции станции ее мощность постепенно увеличивается.

\*\* Русловая земляная плотина.

\*\*\* Для горизонтальных гидроагрегатов — 11,4 м.



## Чебоксарская ГЭС

Чебоксарская ГЭС расположена на р. Волге в Чувашии, вблизи г. Новочебоксарска и входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь пятой ступенью каскада на р. Волге. Строительство Чебоксарского гидроузла, начатое в 1968 г., не завершено до настоящего времени. ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

В 1950-х гг. Институтом «Гидроэнергoproject» было разработано проектное задание на строительство Чебоксарской ГЭС в Пихтулинском створе. В 1960 г. дальнейшее проектирование станции было поручено Куйбышевскому филиалу Института «Гидропроект», который пришел к выводу, что выбор створа, компоновка основных сооружений ГЭС и отметка уровня водохранилища требуют корректировки. Створ гидроузла был изменен с Пихтулинского на Ельниковский, отметка верхнего бьефа была определена в 68,0 м, в здании ГЭС предполагалось установить 32 горизонтальных капсульных агрегата мощностью 51,2 МВт каждый.

Проектное задание на строительство ГЭС было утверждено 22 января 1967 г., по проекту станция должна была иметь мощность 1404 МВт и среднегодовую выработку 3,5 млрд кВт·ч. В 1968 г. начались подготовительные работы по сооружению гидроузла, в 1973 г. на строительстве ГЭС были начаты бетонные работы. Река Волга была перекрыта в ноябре 1980 г., а 31 декабря 1980 г. на промежуточной отметке 61,0 м осуществлен пуск первого гидроагрегата. В 1981 г. были введены в работу два гидроагрегата, в 1982–1984 гг. — по четыре гидроагрегата ежегодно, в 1985 г. — два гид-

роагрегата и в 1986 г. — один гидроагрегат. Строительные работы по зданию ГЭС завершились в 1985 г., а к 1986 г. было закончено строительство основных сооружений гидроузла.

С весны 1981 г. и по настоящее время станция продолжает работать на промежуточной отметке водохранилища 63,0 м (проектная отметка 68,0 м). В связи с этим гидроэлектростанция официально не принята в эксплуатацию, и ее строительство считается незавершенным.

Функционирование водохранилища и инженерных защит на непроектной отметке привело к возникновению ряда проблем. Чебоксарская ГЭС используется не более чем на 60% проектной мощности, ежегодная недовыработка электроэнергии составляет около 1,4 млрд кВт·ч. Не реализована задача увеличения судосходных глубин до 4,0 м, на участке от г. Нижнего Новгорода до г. Городца существует 54-километровый отрезок с пониженными глубинами. Водоохранилище имеет большую фактическую площадь мелководий (31,5% вместо 20,7% проектных), что не соответствует санитарным нормам и приводит к ухудшению качества воды. Водоохранилище не имеет полезной емкости и не может осуществлять регулирование стока в интересах всей системы р. Волги.

В настоящее время ведется модернизация Чебоксарской ГЭС, важнейшим проектом которой является восстановление поворотно-лопастного режима работы турбин. По состоянию на начало 2018 г. в проектный режим были возвращены 12 из 18 гидротурбин.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Чебоксарская ГЭС является плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения гидроузла включают в себя земляную и водосливную плотины, здание ГЭС, двухниточный однокамерный судоходный шлюз с дамбами и каналами. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 149,8 м и высотой 41,5 м, имеет шесть водосливных пролетов общей пропускной способностью 5500 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 10 400 м<sup>3</sup>/с при пропуске паводка 0,1% обеспеченности.

В здании Чебоксарской ГЭС размещены 18 гидроагрегатов с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 12,4 м). Из них 17 имеют установленную мощность 78 МВт и один — 48 МВт. Также в здании гидроэлектростанции расположены 18 донных водосбросов общей пропускной способностью 17 900 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 25 000 м<sup>3</sup>/с при пропуске паводка 0,1% обеспеченности.

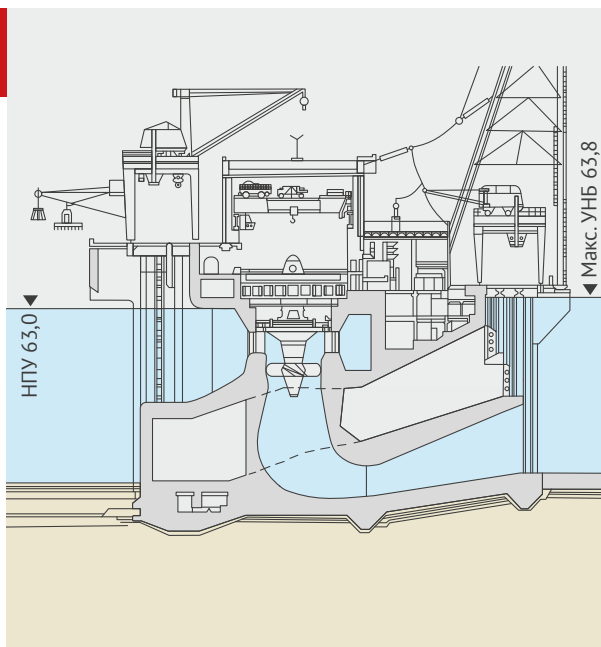
Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 220 и 500 кВ. Среднемноголетняя выработка электроэнергии составляет 2100 млн кВт·ч.



Здание ГЭС



Машинный зал



### Чебоксарская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	1370*
<b>Среднемноголетняя выработка, млн кВт·ч</b>	2100**
<b>Месторасположение:</b> Чувашская Республика, г. Новочебоксарск	
<b>Водный объект:</b> р. Волга	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1980
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	40,5
<b>Длина по гребню, м</b>	2860,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	23 400

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	4,6
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	0,0
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1080
<b>Отметка НПУ, м</b>	63,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	17×78; 1×48 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	12,4

\* Располагаемая мощность при НПУ 63,0 м составляет 820 МВт.

\*\* Фактическая при НПУ 63,0 м.

**1330 МВт**

## Зейская ГЭС

Зейская ГЭС расположена на р. Зее в Амурской области, возле г. Зея. Вторая по мощности гидроэлектростанция на Дальнем Востоке России. Отличается нестандартной конструкцией: имеет самую высокую в нашей стране контрфорсную плотину, а также самые мощные диагональные гидротурбины. Зейская ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

Впервые вопрос о строительстве ГЭС на р. Зее был поднят в 1931 г. на совещании по составлению генерального плана электрификации Дальневосточного края. В начале 1930-х гг. на р. Зее были проведены изыскания, на основе которых была создана первая схема гидроэнергетического использования реки.

Вновь изыскания на р. Зее были начаты в 1954 г., особое внимание уделялось створу у Зейских ворот, где река прорывается из гор на равнину. В 1958 г. Ленинградское отделение Института «Гидроэнергопроект» разработало «Схему комплексного гидроэнергетического использования рек Зея и Селемджи», в которой первоочередным объектом для строительства была определена Зейская ГЭС. В ходе проектирования станции среди рассмотренных вариантов наиболее оптимальным оказалось возведение массивно-контрфорсной плотины, что давало экономию около 400 тыс. м<sup>3</sup> бетона. Технический проект Зейской ГЭС был утвержден в 1968 г.

22 февраля 1964 г. было организовано управление строительства станции, а уже в марте того же года в г. Зею прибыли первые строители. Отсыпка перемычек котлована основных сооружений была начата осе-

нью 1965 г., в январе 1970 г. в плотину уложили первый кубометр бетона. Перекрытие р. Зея состоялось 13 октября 1972 г.

Первый гидроагрегат был пущен 27 ноября 1975 г., последний — в 1980 г. Первые гидроагрегаты пускались при напоре значительно меньшем, чем расчетный, но уникальные возможности диагональных турбин работать в широком диапазоне напоров позволили отказаться от использования временных рабочих колес. Возведение плотины ГЭС было завершено в 1983 г., а в 1985 г. в основном было закончено строительство станции. Акт о приемке Зейской ГЭС в постоянную эксплуатацию был подписан в 2002 г.

С 1987 по 1990 гг. были проведены работы по перемаркировке четырех гидроагрегатов, что позволило увеличить мощность станции с 1290 до 1330 МВт. В настоящее время на ГЭС реализуется программа модернизации, в ходе которой ведется реконструкция распределительных устройств, также запланирована замена гидроагрегатов.

По состоянию на начало 2018 г. Зейская ГЭС выработала более 190 млрд кВт·ч дешевой электроэнергии, окупив затраты на свое создание еще в ходе строительства. В настоящее время Зейская ГЭС в условиях ограниченного диапазона регулирования агрегатов Бурейской ГЭС является основным резервом для вторичного регулирования частоты и мощности в ОЭС Востока.

Важной функцией Зейской ГЭС является защита Приамурья от катастрофических наводнений. Так, в период масштабного наводнения 2013 г. в водохра-

нилище станции было удержано около  $\frac{2}{3}$  поступившего в него объема воды. В 2016 г. в водохранилище Зейской ГЭС был полностью саккумулирован максимальный среднесуточный приток за всю историю наблюдений — 16 100 м<sup>3</sup>/с.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Зейская ГЭС является высоконапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя бетонную плотину с водосбросом и здание ГЭС. Бетонная массивно-контрфорсная плотина длиной 714,2 м и высотой 115,5 м разделяется на водосбросную, станционную, левобережную и правобережную глухие части. В станционной части плотины спроектированы шесть водоприемников, четыре из которых имеют пороги на отметке 257,0 м, а два — на отметке 275,0 м. Водоприемники переходят в железобетонные с металлической внутренней облицовкой турбинные водоводы диаметром 7,8 м, расположенные в бетоне низовой грани плотины.

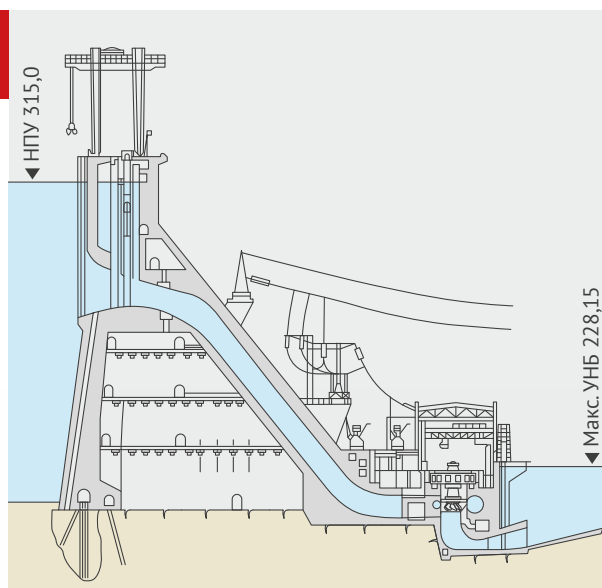
В водосбросной части плотины имеются восемь пролетов шириной по 12,0 м, оборудованных плоскими затворами. Сброс воды производится по гладкой водосливной грани плотины, которая завершается носком-трамплином, отбрасывающим струю в нижний бьеф. Пропускная способность водосброса 2640 м<sup>3</sup>/с при НПУ, при уровне начала холостых сбросов (отметка 317,5 м) — 4800 м<sup>3</sup>/с, 9500 м<sup>3</sup>/с при ФПУ 322,1 м.

В приплотинном здании ГЭС размещены шесть гидроагрегатов с поворотной-лопастными диагональными турбинами (расчетный напор 78,5 м). Четыре гидроагрегата имеют мощность 225 МВт и два — 215 МВт.

Выдача электроэнергии Зейской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 220 и 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 4910 млн кВт·ч.



Здание ГЭС



### Зейская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	1330
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	4910
<b>Месторасположение:</b>	Амурская область, Зейский район
<b>Водный объект:</b>	р. Зея
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1975
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b>	бетонная контрфорсная
<b>Максимальная высота, м</b>	115,5
<b>Длина по гребню, м</b>	714,2
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	4240*

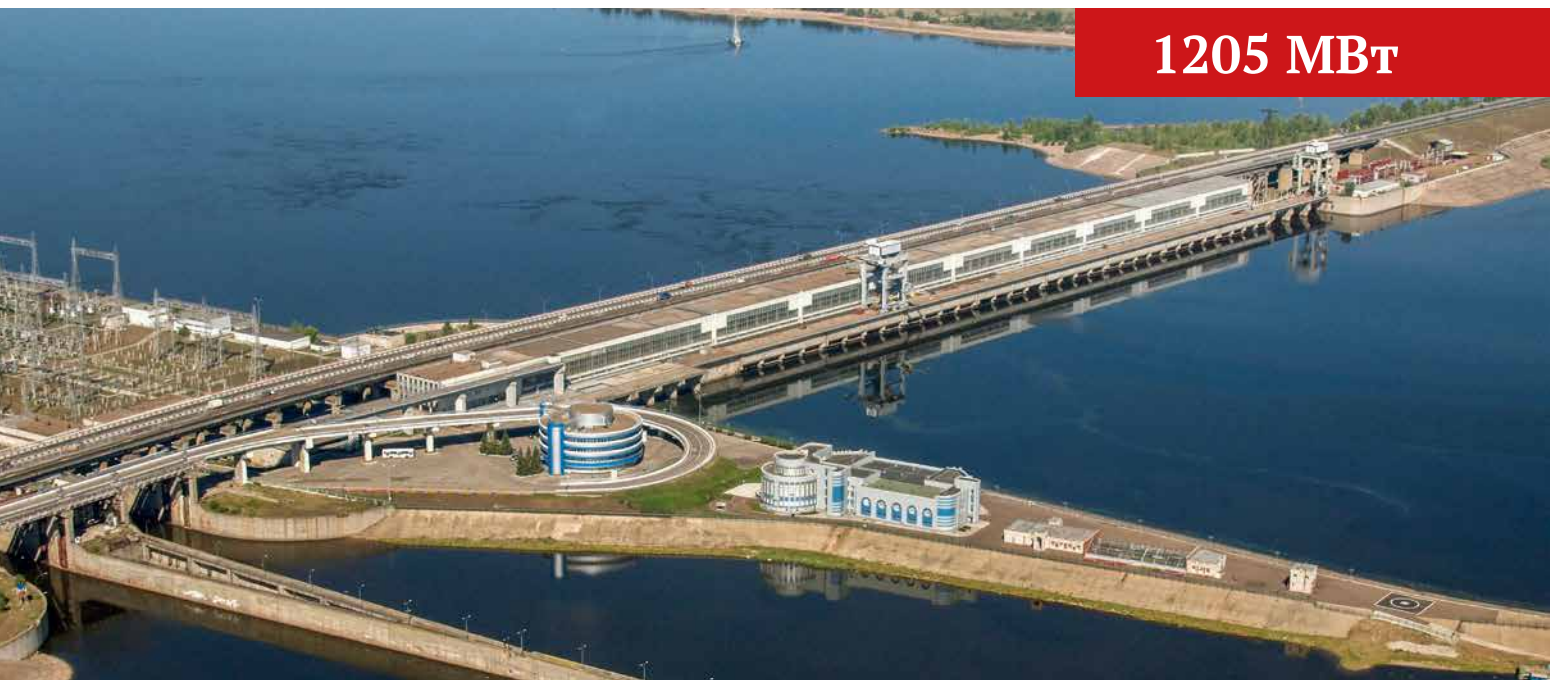
#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	68,42
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	32,12
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	2419
<b>Отметка НПУ, м</b>	315,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×225; 2×215 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотной-лопастные, диагональные
<b>Расчетный напор, м</b>	78,5

\* Холостые сбросы начинаются при достижении отметки уровня верхнего бьефа 317,5 м, на которой пропускная способность гидроузла составляет 6400 м<sup>3</sup>/с.



1205 МВт

## Нижнекамская ГЭС

Нижнекамская гидроэлектростанция расположена в г. Набережные Челны Республики Татарстан. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь третьей, нижней, ступенью каскада на р. Каме. Нижнекамская ГЭС эксплуатируется АО «Татэнерго».

Строительство Нижнекамского гидроузла, начатое в 1964 г., не завершено до настоящего времени в связи с противоречиями между органами власти субъектов РФ, энергетическими и транспортными компаниями по поводу оптимальной отметки уровня водохранилища. В настоящее время оно заполнено до неprojektной отметки 63,3 м.

Первые изыскательские работы в месте расположения были проведены в 1931–1934 гг. В 1953–1957 гг. продолжены изыскания по 9 створам, в результате которых был выбран створ на юго-западной окраине г. Набережные Челны. Проект Нижнекамской ГЭС был разработан Институтом «Гидропроект». Станция была максимально унифицирована по конструкции с возводимой в схожих условиях Чебоксарской ГЭС на р. Волге.

Строительство Нижнекамской ГЭС санкционировано распоряжением Совета Министров СССР от 19 марта 1963 г. В 1964 г. была создана дирекция строящейся станции и начался подготовительный этап. Работы на основных сооружениях станции были начаты в 1965 г. с намывки низовой перемычки будущего котлована ГЭС, уже в ноябре того же года котлован был осушен. Первый бетон на строительстве Нижнекамской ГЭС уложили 10 августа 1966 г. В августе 1969 г. было принято решение о строительстве в Набережных

Челнах крупного автомобильного завода, при этом его генеральным подрядчиком стал «КамГЭСэнергострой», возводивший Нижнекамскую ГЭС. В результате в 1970–1974 гг. строительство станции велось низкими темпами, поскольку основные усилия строителей были сосредоточены на возведении КАМАЗа.

Строительство Нижнекамской ГЭС было активизировано в 1975 г. 2 ноября 1978 г. р. Кама была перекрыта, а 30 июня 1979 г. пущен первый гидроагрегат на промежуточной отметке водохранилища 62,0 м. Последний, 16-й, гидроагрегат заработал 30 сентября 1987 г. В отличие от других агрегатов мощность составила 35 МВт в связи с работой на пониженной отметке водохранилища. Таким образом, мощность Нижнекамской ГЭС достигла 1205 МВт (проектная мощность — 1248 МВт).

Заполнение водохранилища до проектной отметки сначала сдерживалось неготовностью зоны затопления (в первую очередь — инженерных защит), затем — протестами экологических организаций, разногласиями между основными бенефициарами проекта. В 2002 г. уровень водохранилища был поднят с отметки 62,0 м до отметки 63,3 м, вопрос о заполнении водохранилища до проектной отметки не решен, строительство гидроузла официально не завершено.

Эксплуатация Нижнекамской ГЭС на неprojektной отметке приводит к недовыработке 910 млн кВт·ч электроэнергии в год. Остается нерализованной задача по созданию на р. Каме глубоководного пути с гарантированной глубиной 4,0 м. Нижнекамское водо-



хранилище не имеет необходимой полезной емкости для защиты населенных пунктов ниже по течению от наводнений и регулированию стока в интересах всех водопользователей. Сооружения инженерной защиты работают в непроектном режиме, что вызывает их разрушение. Площадь мелководий значительно превышает нормативный показатель, это приводит к активному «цветению» воды и ухудшению экологического состояния водохранилища в целом.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

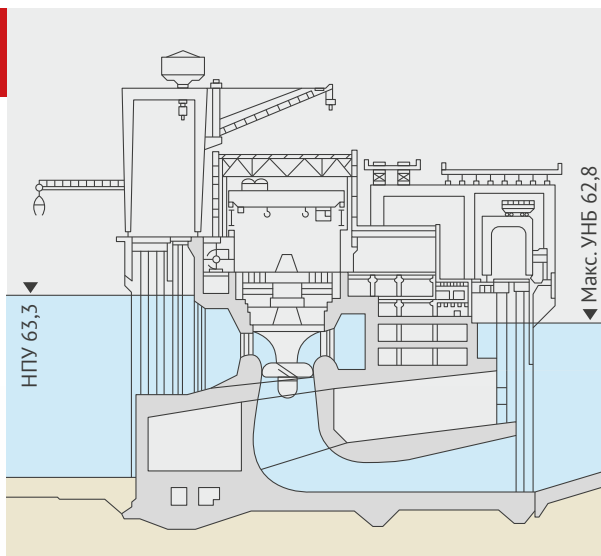
Нижнекамская ГЭС представляет собой низконапорную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя три земляные плотины (русловую, правобережную и левобережную) общей длиной 3085,0 м и максимальной высотой 30,0 м, водосливную плотину, здание ГЭС (совмещенное с донными водосбросами), двухниточный однокамерный судоходный шлюз с дамбами и подходными каналами. По сооружениям гидроузла проложены автомобильная и железная дороги. Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 73,35 м и высотой 36,5 м, имеет три водосливных пролета общей пропускной способностью 2080 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 5090 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании ГЭС размещены 16 гидроагрегатов с поворотно-лопастными турбинами. Из них 15 имеют установленную мощность 78 МВт и один — 35 МВт (гидроагрегаты конструктивно идентичны, различие в мощности связано с перемаркировкой одной из машин на фактическую мощность при отметке водохранилища 63,3 м). Также в здании ГЭС расположены 16 донных водосбросов общей пропускной способностью 14 400 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 20 290 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Выдача электроэнергии Нижнекамской ГЭС производится с открытого распределительного устройства напряжением 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 1630 млн кВт·ч.



Здание ГЭС



### Нижнекамская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	1205*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	1630**
<b>Месторасположение:</b>	Республика Татарстан, г. Набережные Челны
<b>Водный объект:</b>	р. Кама
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1979
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	26,7
<b>Длина по гребню, м</b>	2407,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	16 480**

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	4,21
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	0,77
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1370
<b>Отметка НПУ, м</b>	63,3

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	15×78; 1×35 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	12,4****

\* Располагаемая мощность при НПУ 63,3 м составляет 566 МВт.

\*\* Фактические значения при НПУ 63,3 м.

\*\*\* Русловая и правобережная земляные плотины.

\*\*\*\* Проектный при отметке 68,0 м. Фактический напор варьируется в диапазоне 6,5–14,0 м.

**1200/1320 МВт**

## Загорская ГАЭС

Загорская ГАЭС — гидроаккумулирующая электростанция на р. Кунье, возле пос. Богородское в Сергиево-Посадском районе Московской области. Крупнейшая гидроаккумулирующая электростанция России. Является важным структурным элементом энергосистемы Центра, участвуя в автоматическом регулировании частоты и мощности, а также покрывая суточные пиковые нагрузки. Загорская ГАЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

Загорская ГАЭС проектировалась как головная в предполагаемой серии унифицированных гидроаккумулирующих электростанций с напорами 100,0–200,0 м, которые предполагалось разместить в Европейской части России. На ней планировалось отработать целый ряд новых инженерных решений, ранее не применявшихся в отечественной практике гидроэнергетического строительства, в числе которых использование мощных насос-турбин и двигателей-генераторов, протяженных железобетонных напорных водоводов большого диаметра, дамб верхнего бассейна с креплением железобетоном. В связи с этим строительство Загорской ГАЭС являлось экспериментальным.

Технический проект станции был утвержден в августе 1976 г., строительство основных сооружений началось в 1980 г.

По причине недостаточного обеспечения стройки рабочей силой и материально-техническими ресурсами строительство Загорской ГАЭС сильно затянулось. Свою роль в этом сыграли и последовавший по-

сле распада СССР экономический кризис, а также ряд проблем технического характера.

Первый гидроагрегат Загорской ГАЭС был пущен 31 декабря 1987 г., второй — в 1988 г., третий — в 1989 г., четвертый — в 1990 г., пятый — в 1994 г. Станция долгое время функционировала с неполным составом гидроагрегатов и уменьшенной емкостью верхнего бассейна. Последний, шестой, гидроагрегат, а также верхний и нижний бассейны в проектных параметрах были введены в эксплуатацию 25 августа 2000 г. Государственной комиссии Загорская ГАЭС была сдана 5 ноября 2003 г.

Станция, потребляя избыточную электроэнергию в ночные часы и вырабатывая ее в пиковое время, существенно облегчает работу энергосистемы и повышает ее эффективность, даже учитывая неизбежные потери электроэнергии при гидроаккумуляции (КПД гидроаккумуляции Загорской ГАЭС составляет 73%).

Высокая маневренность ГАЭС, агрегаты которой имеют возможность изменения мощности в течение нескольких минут, а в ряде случаев — и менее чем за минуту, позволяет использовать ее для оперативного реагирования на различные возмущения в энергосистеме. Фактически Загорская ГАЭС используется АО «Системный оператор ЕЭС» как оперативный быстровводимый резерв мощности. Также станция решает задачу повышения качества энергоснабжения путем потребления избыточной реактивной мощности.

## ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Загорская ГАЭС представляет собой высоконапорную гидроаккумулирующую электростанцию. Сооружения ГАЭС включают в себя искусственный верхний бассейн, реверсивный водоприемник, напорные трубопроводы, здание ГАЭС, плотину нижнего бассейна на р. Кунье.

Верхний аккумулирующий бассейн образован насыпной дамбой длиной 8900,0 м и максимальной высотой 35,0 м. Полный объем бассейна — 29,9 млн м<sup>3</sup>, полезный объем — 22,7 млн м<sup>3</sup>, емкость бассейна позволяет осуществлять работу ГАЭС мощностью 1200 МВт в течение 4 ч 20 мин. Отметка НПУ верхнего бассейна — 266,5 м.

Реверсивный водоприемник состоит из входного оголовка в виде раструба с шестью водопропускными галереями, здания водоприемника и участка галерей, сопрягающихся с компенсаторными секциями напорных трубопроводов. Водоприемник оборудован плоскими аварийно-ремонтными затворами. Напорные водоводы сталежелезобетонные, в количестве шести штук, длина каждого 724,0 м, внутренний диаметр 7,5 м, пропускная способность 226 м<sup>3</sup>/с.

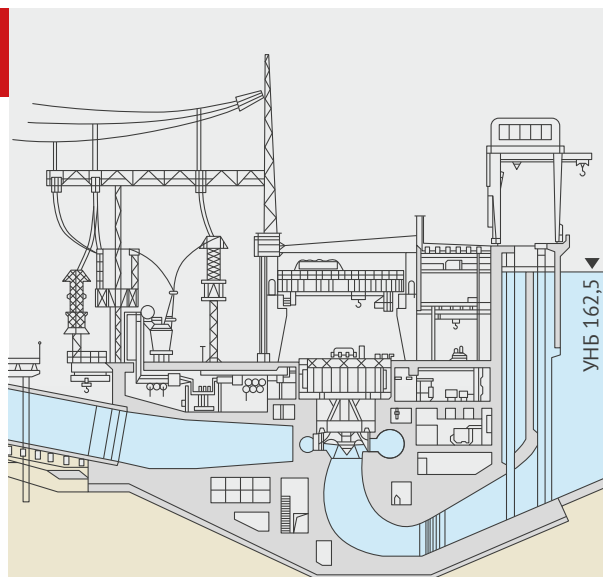
Нижний бассейн образован плотиной на р. Кунье, в 1,5 км от ее устья. Плотина грунтовая, смешанной конструкции, максимальной высотой 26,0 м. Плотина оборудована донным водоспуском пропускной способностью 223 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании ГАЭС размещены шесть обратимых гидроагрегатов с радиально-осевыми насос-турбинами (расчетный напор 100,0/105,0 м) и двигателями-генераторами мощностью по 200/220 МВт, в турбинном и насосном режимах соответственно.

Выдача электроэнергии в энергосистему производится с КРУЭ 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 1930,0 млн кВт·ч.



Машинный зал



## Загорская ГАЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	1200/1320*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	1930
<b>Месторасположение:</b>	Московская область, Сергиево-Посадский район
<b>Водный объект:</b>	р. Кунья
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1987
<b>Схема создания напора:</b>	деривационная

### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	26,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1600,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	223,0

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	33,2
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	22,17
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	4,55
<b>Отметка НПУ, м</b>	162,5

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	6×200/220 МВт*
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	100,0

\* В турбинном/насосном режимах.

\*\* Нижний аккумулирующий бассейн.



## Воткинская ГЭС

Воткинская гидроэлектростанция расположена в Пермском крае, возле г. Чайковский. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь второй (средней) ступенью каскада на р. Каме. Один из узловых системообразующих пунктов сети электроснабжения Уральского региона России. Воткинская ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

Проектное задание по Воткинской ГЭС было разработано Ленинградским отделением Института «Гидропроект» в 1953 г. и предполагало строительство гидроэлектростанции мощностью 540 МВт. В дальнейшем при разработке технического проекта мощность ГЭС была увеличена до 1000 МВт.

Строительство Воткинской ГЭС началось в соответствии с распоряжением Совета Министров СССР от 22 марта 1955 г., при этом первые отряды строителей прибыли к створу будущей станции еще в 1954 г. В июне 1957 г. с отсыпки перемычек первой очереди были начаты земляные работы на основных сооружениях. Первый бетон был уложен 5 ноября 1957 г.

Важной задачей проектировщиков и строителей Воткинской ГЭС стало сокращение стоимости гидроузла. Проектировщики на основании предложений гидростроителей пересмотрели конструкции основных сооружений станции в сторону их упрощения и удешевления. Были уменьшены размеры подводной части ГЭС, принят к строительству закрытый вариант здания станции с «островным» расположением агрегатов без пола на отметке генераторов, уменьшены высота машинного зала и толщина фундаментной

плиты ГЭС. Конструкция водосливной плотины принята пустотелой, сокращены ее длина и число пролетов. По всем сооружениям водосливной плотины объем бетонных работ уменьшился на 63 тыс. м<sup>3</sup>, а всего по основным сооружениям объем бетонных работ был сокращен на 416 тыс. м<sup>3</sup>. В результате принятых мер стоимость Воткинской ГЭС составила 241,5 млн руб. — на 45 млн руб. меньше, чем предусматривалось проектным заданием станции, имевшей вдвое меньшую мощность.

Река Кама в створе Воткинской ГЭС была перекрыта 6 октября 1961 г., а 23 декабря того же года заработал первый гидроагрегат. Последняя машина была включена в сеть в декабре 1963 г., а в июле 1966 г. станция была принята в постоянную эксплуатацию. Строительство гидроузла было омрачено аварией на судоходном шлюзе 10 мая 1962 г., жертвами которой стали 21 человек.

В период с 1962 по 1966 г. по заданию Института «Ленгидропроект» и ВНИИ «Электропривод» была разработана система комплексного оптимального управления и регулирования станции, выполненная на базе первой управляющей машины УМ1-НХ с устройством ввода-вывода. Это был первый опыт внедрения в стране АСУ ТП ГЭС с применением ЭВМ.

Первые масштабные работы по реконструкции Воткинской ГЭС начались еще в середине 1980-х гг. Это были мероприятия по увеличению мощности гидроагрегатов № 1 и 2, замене блочных трансформаторов, АСУ ТП. В 1999–2007 гг. были заменены все выключа-

тели, разъединители, трансформаторы тока и напряжения на ОРУ-220 кВ и ОРУ-110 кВ. В 2014 г. введено в работу КРУЭ-500 кВ.

В настоящее время реализуется проект по замене гидроагрегатов Воткинской ГЭС, в 2017 г. первый новый гидроагрегат был введен в эксплуатацию. Обновление основного генерирующего оборудования позволит увеличить мощность станции до 1150 МВт.

Воткинская ГЭС работает в пиковой части графика нагрузки, обеспечивает высокооперативный резерв при различных нарушениях и отклонениях от планового режима. Помимо выработки электроэнергии важной задачей станции является регулирование стока р. Кама для обеспечения судоходства и бесперебойной работы водозаборных сооружений городов.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Воткинская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя четыре грунтовые плотины, водосливную плотину, здание ГЭС, двухниточный однокамерный судоходный шлюз. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

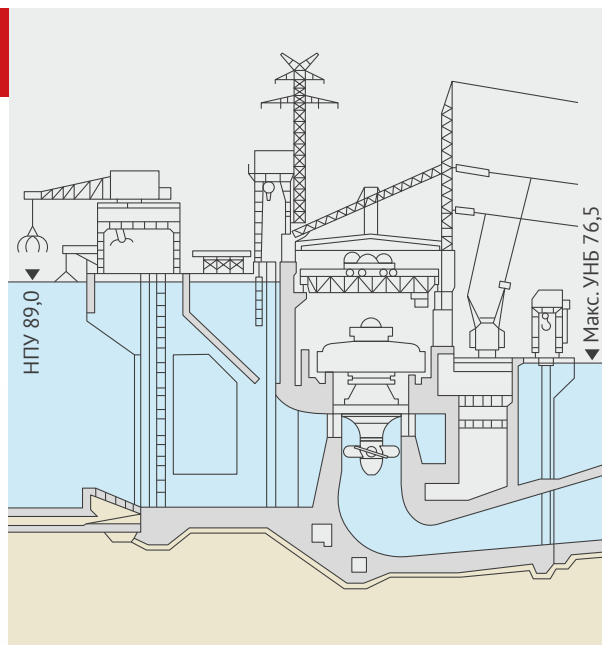
Грунтовые плотины намыты из песка, имеют общую длину 4791,0 м и максимальную высоту 34,0 м. Водосливная плотина длиной 191,0 м и высотой 44,5 м имеет восемь пролетов общей пропускной способностью 11 300 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 12 210 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании ГЭС размещены 10 гидроагрегатов с поворотнo-лопастными турбинами (расчетный напор 16,5 м). Восемь из них имеют мощность 100 МВт и два — 110 МВт.

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с открытых распределительных устройств напряжением 110 и 220 кВ, а также с КРУЭ 500 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 2519 млн кВт·ч.



Водосливная плотина



### Воткинская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	1020*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	2519
<b>Месторасположение:</b>	Пермский край, Чайковский район
<b>Водный объект:</b>	р. Кама
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1961
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	34,0
<b>Длина по гребню, м</b>	787,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	18 300

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	9,36
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	4,45
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1120
<b>Отметка НПУ, м</b>	89,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×120; 8×100 МВт*
<b>Тип турбин:</b>	поворотнo-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	16,5

\* Данные на начало 2018 г. В ходе реконструкции станции ее мощность постепенно увеличивается.

\*\* Русловая земляная плотина.



## Чиркейская ГЭС

Чиркейская ГЭС расположена на р. Сулак (в 140 км от ее устья) в Республике Дагестан, возле пос. Дубки Буйнакского района. Самая мощная гидроэлектростанция на Северном Кавказе, имеет вторую по высоте плотину в России. Это самая высокая российская арочная плотина. Входит в Сулакский каскад ГЭС, являясь его верхней, регулирующей работу всех станций, ступенью. Чиркейская ГЭС эксплуатируется Дагестанским филиалом ПАО «РусГидро». Станции присвоено имя первого руководителя Дагэнерго В.Х. Муслимова.

Впервые полевые изыскания и проектные проработки по гидроэнергетическому использованию р. Сулак были проведены в 1928–1930 гг. Итогом этих работ стала «Схема использования гидроэнергии р. Сулак», в которой впервые была названа Чиркейская ГЭС. Учитывая благоприятные природные условия для строительства мощной ГЭС с высотой плотины и регулирующим водохранилищем, Чиркейская ГЭС рассматривалась как первоочередной объект для проектирования, изысканий и дальнейшего строительства. В 1933 г. был закончен эскизный проект ГЭС с арочно-гравитационной бетонной плотиной, который после доработок и длительной экспертизы был отклонен, а в качестве первоочередного объекта на р. Сулак было решено возвести меньшую по размерам Чирюртскую ГЭС.

Масштабные изыскательские работы в створе Чиркейской ГЭС были вновь начаты в 1956 г. Бакинским отделением Института «Гидропроект». Этим институтом было разработано утвержденное в 1962 г. про-

ектное задание Чиркейской ГЭС. Позднее функции генерального проектировщика станции были переданы Институту «Ленгидропроект», который внес в конструкцию станций существенные изменения (отказ от подземного здания ГЭС, изменение типа водосброса и конструкции строительного тоннеля). Технический проект станции был утвержден в 1967 году.

Подготовительный этап строительства Чиркейской ГЭС начался в 1963 г. с сооружения временных автодорог и линий электропередачи. Река Сулак была перекрыта 29 октября 1967 г. при помощи направленного взрыва. Значительно осложнил строительство крупный обвал левобережного склона объемом несколько десятков тысяч кубометров, засыпавший котлован здания ГЭС. Для крепления потенциально неустойчивых склонов левого берега была в короткие сроки разработана и реализована сложная система закрепления. Первый бетон в основание плотины был уложен 28 февраля 1970 г. Первый гидроагрегат Чиркейской ГЭС был пущен 22 декабря 1974 г. на промежуточной отметке водохранилища и плотины, возведенной до высоты 185,0 м. Второй и третий гидроагрегаты были введены 28 сентября и 30 декабря 1975 г. соответственно. Последний, четвертый, гидроагрегат был пущен в постоянную эксплуатацию 30 июня 1976 г. Официально строительство Чиркейской ГЭС было завершено 9 февраля 1981 г.

Чиркейская ГЭС является основной регулирующей станцией в энергосистеме Юга России, работа в пиковой части графика нагрузки. Благодаря наличию

контррегулятора, Миатлинской ГЭС, у Чиркейской ГЭС нет ограничений по режимам сбросов, что дает ей дополнительные возможности для быстрого изменения мощности.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Чиркейская ГЭС является высоконапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя плотину с водоприемником и турбинными водоводами, анкерное крепление левого берега, эксплуатационный водосброс, приплотинное здание ГЭС, отводящий канал. Также в напорный фронт гидроузла входит Тишиклинская дамба, расположенная в 10 км выше створа Чиркейской ГЭС.

Плотина арочная бетонная, длиной по гребню 338,0 м и высотой 232,5 м, состоит из русловой пробки, арочной части и правобережного устоя. В центральной части плотины размещен водоприемник ГЭС с четырьмя входными отверстиями. На низовой грани плотины расположены четыре сталежелезобетонных турбинных водовода диаметром 5,5 м.

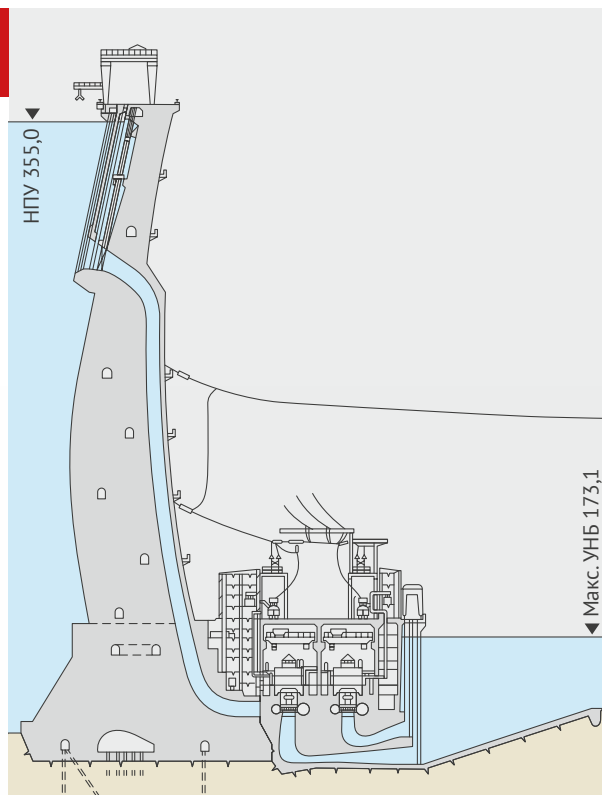
Эксплуатационный водосброс находится на левом берегу, состоит из головного сооружения (оборудованного сегментным затвором), тоннельной части и отводящего лотка с концевым устройством. Пропускная способность водосброса составляет 2400 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 2900 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Здание гидроэлектростанции приплотинного типа непосредственно примыкает к пробке плотины. В здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 250 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 170,0 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 63,0 м. Особенностью здания ГЭС является двухрядное расположение гидроагрегатов с двухъярусным размещением отсасывающих труб.

Выдача электроэнергии Чиркейской ГЭС производится с ОРУ 330 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 2420 млн кВт·ч.



Плотина Чиркейской ГЭС



### Чиркейская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	1000
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	2420
<b>Месторасположение:</b>	Республика Дагестан, Буйнакский район
<b>Водный объект:</b>	р. Сулак
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1974
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b>	бетонная арочная
<b>Максимальная высота, м</b>	232,5
<b>Длина по гребню, м</b>	338,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	3072

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	2,25
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	1,153
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	42,4
<b>Отметка НПУ, м</b>	355,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×250 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	170,0



900 МВт

## Колымская ГЭС

Колымская ГЭС расположена в Магаданской области, возле пос. Синегорье. Это верхняя ступень каскада ГЭС на р. Колыме. Имеет самую высокую в России грунтовую плотину, а также является самой мощной в стране ГЭС с подземным расположением машинного зала. Колымская ГЭС эксплуатируется ПАО «Колымаэнерго» (дочернее общество ПАО «РусГидро»).

Замысел строительства ГЭС в районе Больших Колымских порогов с целью энергоснабжения объектов «Дальстроя» появился в 1934 г., в 1935 г. был разработан проект станции мощностью 50 МВт с грунтовой плотиной высотой 76,0 м, который не был реализован из-за высокой стоимости. В 1938 г. был разработан новый проект ГЭС мощностью 148 МВт при высоте плотины 65,0 м. Однако вместо строительства ГЭС более эффективным было признано строительство ТЭС на местных углях.

Интерес к строительству ГЭС на р. Колыме вновь возник в 1960-х гг. В июне 1964 г. началась топографическая съемка в районе будущей ГЭС. В 1965 г. в створе высадили первый отряд изыскателей-гидротехников. В 1966 г. Институтом «Ленгидропроект» был разработан технико-экономический доклад, который подтвердил эффективность строительства станции. Технико-экономическое обоснование Колымской ГЭС было утверждено 4 августа 1970 г., технический проект — 2 августа 1973 г.

В ходе рабочего проектирования и строительства в проект были внесены существенные изменения. Возросла мощность станции (с 720 до 900 МВт — был до-

бавлен еще один гидроагрегат), высоту плотины увеличили на 5,5 м. За счет увеличения высоты плотины и соответственно объемов аккумуляции стока в водохранилище были уменьшены пропускная способность и габариты водосброса.

Подготовительные работы по возведению Колымской ГЭС были начаты в 1970 г. Земельно-кальные работы в створе Колымской ГЭС начались в 1974 г., 19 февраля 1976 г. в основные сооружения гидроузла был уложен первый бетон, 4 декабря 1978 г. была перекрыта р. Колыма.

24 февраля 1981 г. произведен пуск первого гидроагрегата, но в условиях недостроенной временной плотины и незначительной приточности в зимний период, накопленной в водохранилище воды хватило только на восемь дней работы ГЭС. Повторный пуск первого гидроагрегата произвели в июне 1982 г. В 1984 г. возведение первой очереди станции было завершено. Гидроагрегаты второй очереди заработали в 1988–1994 гг. Официально строительство Колымской ГЭС было завершено в 2007 г.

После пуска гидроагрегатов выяснилось, что некоторые их элементы не обладают достаточной надежностью. В 1998 г. на первом гидроагрегате была заменена гидротурбина с диагональной на радиально-осевую, от замены остальных турбин было решено отказаться, так как после проведенных доработок их надежность перестала вызывать сомнения.

Колымская ГЭС является основным источником энергоснабжения Магаданской области. Ввод ГЭС



в эксплуатацию позволил вывести в резерв Аркагалинскую ГРЭС и существенно сократить потребление угля на Магаданской ТЭЦ.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Колымская ГЭС является высоконапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя каменно-земляную плотину, подводящий канал в левобережном устье верхнего бьефа, эксплуатационный водосброс, водоприемник, подземное здание ГЭС с напорными трубопроводами и подземными выработками, производственно-технологический корпус, отводящий канал.

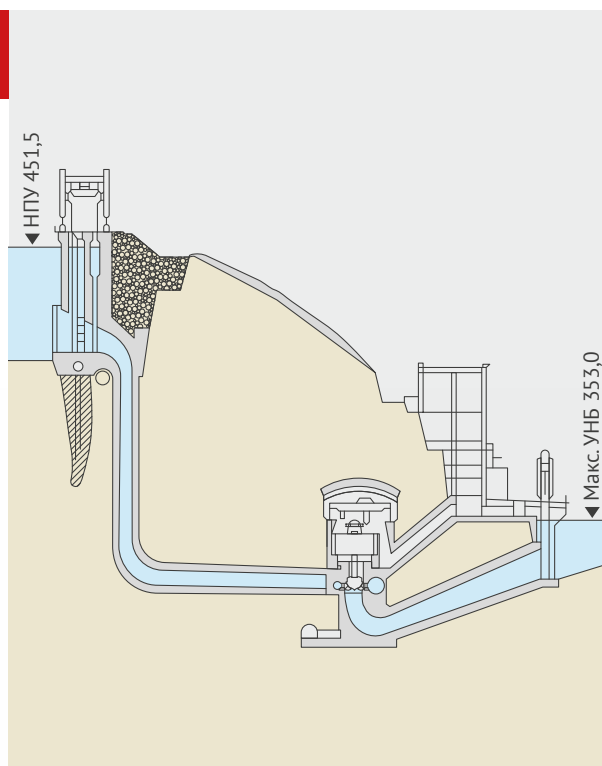
Каменно-земляная плотина с противофильтрационным ядром из суглинка имеет длину 860,0 м и максимальную высоту 130,0 м. Эксплуатационный водосброс поверхностный, берегового типа, расположен слева от плотины в скальной выемке и примыкает к водоприемнику здания ГЭС, имея с ним общий подводящий канал. Водосброс включает трехпролетный водослив и быстротоки, заканчивающиеся трамплинами. Гашение энергии потока происходит в яме разрыва. Пропускная способность водосброса 8000 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 11 500 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В подземном здании ГЭС размещены пять гидроагрегатов мощностью по 180 МВт. Четыре из них оборудованы поворотно-лопастными диагональными турбинами, один — радиально-осевой турбиной (расчетный напор 108,0 м). Вода на колеса гидротурбин поступает из водоприемника, расположенного на левом берегу, по пяти напорным водоводам длиной 262,0 м и диаметром 6 м каждый.

Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с ЗРУ 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 3371 млн кВт·ч.



Эксплуатационный водосброс



### Колымская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	900
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	3371
<b>Месторасположение:</b> Магаданская область, Ягоднинский район	
<b>Водный объект:</b> р. Колыма	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1981
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	130,0
<b>Длина по гребню, м</b>	860,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	9830

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	15,08
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	7,24
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	455
<b>Отметка НПУ, м</b>	451,5

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	5 × 180 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные диагональные, радиально-осевая	
<b>Расчетный напор, м</b>	108,0



680 МВт



## Вилюйская ГЭС

Вилюйская ГЭС расположена в Республике Саха (Якутия), возле пос. Чернышевский Мирнинского района и является верхней и наиболее мощной ступенью каскада ГЭС на р. Вилуе. Особенность конструкции станции заключается в наличии двух зданий ГЭС (Вилюйские ГЭС-1 и ГЭС-2) с гидротурбинами различных типов. Вилюйская ГЭС эксплуатируется филиалом ПАО «Якутскэнерго» — «Каскад Вилюйских ГЭС им. Е.Н. Батенчука».

В 1954 г. в Якутии была открыта первая кимберлитовая трубка — «Зарница», а в 1955 г. — уникальная по запасам и качеству алмазов трубка «Мир». Масштабная промышленная разработка месторождений алмазов требовала большого количества электроэнергии, которую Якутии могла дать только гидроэнергетика. В марте 1957 г. Институту «Гидропроект» было поручено разработать ТЭО строительства ГЭС на р. Вилуе. Не дожидаясь завершения изысканий, в августе 1958 г. было принято решение о начале строительства Вилюйской ГЭС.

Работа проектировщиков сильно осложнялась отсутствием опыта строительства крупных ГЭС на вечной мерзлоте не только в СССР, но и в мире. Изыскательские работы на р. Вилуе впервые были начаты в июле 1957 г. Изначально проектные работы были сосредоточены на створе, расположенном выше устья р. Малая Ботуобия, но в связи со сложными геологическими условиями данный вариант был отклонен в пользу Эрбейэксского створа. Проектное задание первой очереди Вилюйской ГЭС, разработанное Ленинградским от-

делением Института «Гидропроект», было утверждено в 1960 г. Проектное задание второй очереди гидроузла утверждено в 1969 г.

Первая бригада строителей прибыла на створ станции в 1959 г., а земляные работы на основных сооружениях начались в 1961 г. Условия строительства гидроузла были чрезвычайно трудными: суровый климат с морозами до  $-65^{\circ}\text{C}$ , полное отсутствие дорог, производства строительных материалов, тяжелая транспортная схема доставки грузов. Завоз материалов производился речным транспортом по р. Лене, а затем — по автодороге на Мирный и далее по автозимнику протяженностью 100 км (автодорога Мирный — Чернышевский введена в эксплуатацию только в 1965 г.).

Первый камень в тело плотины был уложен в августе 1962 г. Русло р. Вилуе окончательно перекрыли 31 октября 1964 г., направив сток реки в строительную траншею. В конце 1966 г. траншея была перекрыта, и весной 1967 г. началось заполнение водохранилища. Первый гидроагрегат был пущен 3 октября 1967 г., четвертый — в декабре 1968 г. Основные работы по укладке грунта и камня в тело плотины закончились в 1969 г. В сентябре 1970 г. государственная комиссия приняла в промышленную эксплуатацию первую очередь Вилюйской ГЭС мощностью 308 МВт с сооружениями напорного фронта, которые были доведены до проектных отметок второй очереди. Следующим этапом было возведение второй очереди станции. Первый гидроагрегат второй очереди Вилюйской ГЭС заработал 21 декабря 1975 г., на год раньше первоначальных

сроков. Остальные гидроагрегаты пущены в 1976 г., а в 1978 г. строительство второй очереди Вилюйской ГЭС было завершено. Вилюйская ГЭС является главным энергоисточником в западной части Республики Саха (Якутия).

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Вилюйская ГЭС является плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя плотину, береговой водосброс, станционные узлы ГЭС-1 и ГЭС-2.

Плотина грунтовая, каменно-набросная с экраном из суглинка. Высота плотины 75,0 м, длина 600,0 м. Эксплуатационный водосброс берегового типа, однопролетный (ширина пролета — 40,0 м, оборудован сегментным затвором), пропускной способностью 3900 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 4250 м<sup>3</sup>/с при ФПУ. Водосброс продолжается водосбросным каналом длиной 500 м открытого типа в виде быстротока с виражом на повороте и трамплином на выходе в реку.

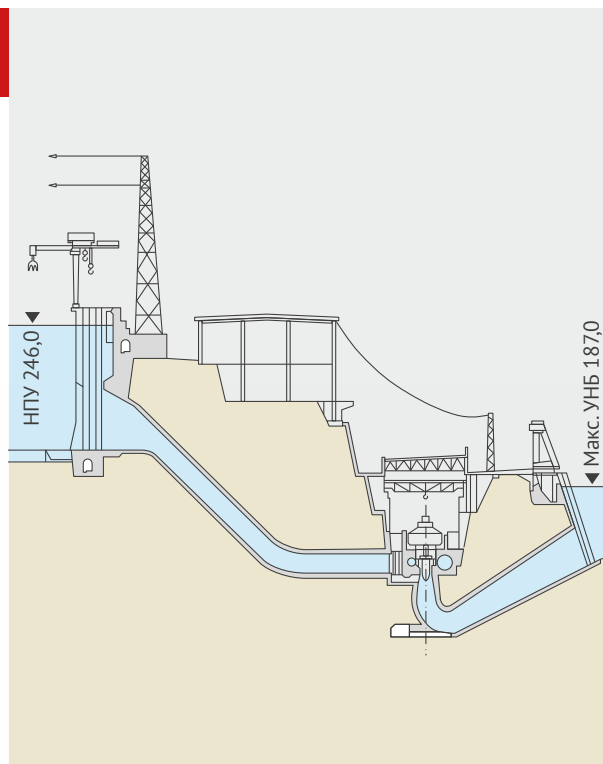
Станционный узел ГЭС-1 расположен на правом берегу, включает в себя подводящий канал длиной 515,0 м, водоприемник глубинного типа, четыре напорных водовода длиной по 100,0 м, здание ГЭС и отводящий канал. В полуподземном здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 85 МВт с поворотно-лопастными турбинами.

Станционный узел ГЭС-2 расположен на левом берегу, включает в себя подводящий канал длиной 250,0 м, водоприемник, четыре напорных водовода длиной по 118,0 м, здание ГЭС и отводящий канал. В приплотинном здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 85 МВт с радиально-осевыми турбинами.

Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с ЗРУ 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 2580 млн кВт·ч.



Водосброс и здание ГЭС



### Вилюйская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	680
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	2580
<b>Месторасположение:</b> Республика Саха (Якутия), Мирнинский район	
<b>Водный объект:</b> р. Вилюй	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1967
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	75,0
<b>Длина по гребню, м</b>	600,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	5276

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	40,4
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	22,4
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	2360
<b>Отметка НПУ, м</b>	246,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	8×85 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые, поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	55,0



662,4 МВт



## Иркутская ГЭС

Иркутская ГЭС расположена в Иркутской области, в г. Иркутске и является верхней по расположению и первой по времени строительства ступенью Ангарского каскада ГЭС. Иркутская гидроэлектростанция — первая крупная ГЭС в Сибири. Образованное сооружением станции водохранилище включает в свой состав о. Байкал. Иркутская ГЭС эксплуатируется ООО «ЕвроСибЭнерго — Гидрогенерация».

Первые исследования гидроэнергетического потенциала р. Ангары были проведены еще в 1891–1916 гг. при проектировании и строительстве Транссибирской магистрали. В 1930 г. было создано «Управление по изучению Ангарской проблемы», результатом работы которого стал первый схематический проект Байкальской (Иркутской) ГЭС.

В 1948 г. трест «Гидроэнергопроект» начал проектно-исследовательские работы по Иркутской ГЭС, к концу 1949 г. проект станции был разработан и утвержден. В ходе проектирования конструкция станции претерпела существенные изменения. Так, проектным заданием предусматривалось возведение отдельной водосбросной плотины, строительство судоходных шлюзов и однопутной железной дороги по гребню плотины. В техническом проекте, утвержденном 16 ноября 1955 г., было принято решение разместить водосбросы в здании ГЭС (что давало 30% экономии по бетонным работам), а строительство шлюзов и железной дороги отложить на перспективу.

21 января 1950 г. было подписано постановление Совета Министров СССР, санкционирующее возведение

Иркутской ГЭС. Строительные работы подготовительного этапа были начаты в марте 1950 г., в мае 1951 г. развернулись земляные работы на основных сооружениях станции. Строительство ГЭС велось в сложных условиях: зимой температура воздуха снижалась до  $-47^{\circ}\text{C}$ , кроме того, работы периодически приходилось останавливать из-за сильных туманов, образующихся над незамерзающей рекой. Первый бетон в сооружениях Иркутской ГЭС был уложен в июне 1954 г., а 10 июля 1956 г. была перекрыта р. Ангара. Первый гидроагрегат Иркутской ГЭС был пущен 28 декабря 1956 г., последний — в 1958 г. Станция была принята в постоянную эксплуатацию 24 октября 1959 г. С 2001 г. по экологическим соображениям уровень ежегодной сброски водохранилища ограничен диапазоном в 1 м, что значительно снизило возможности Иркутской ГЭС по регулированию стока.

В 1993 г. была утверждена программа модернизации и реконструкции Иркутской ГЭС, в соответствии с которой произведена замена обмоток статоров и систем возбуждения на всех гидроагрегатах, установлены новые силовые трансформаторы, произведена реконструкция распределительных устройств с заменой выключателей на элегазовые. Запланирована замена гидроагрегатов.

Иркутская ГЭС работает в базовом режиме графика нагрузки. За время эксплуатации станция выработала более 200 млрд кВт·ч электроэнергии. Также Иркутская ГЭС обеспечивает надежное водоснабжение и играет значительную роль в борьбе с наводнениями.

ми (как путем аккумулярования повышенного притока в верхнем бьефе, так и борьбой с зажорными явлениями в нижнем бьефе). Имея емкое водохранилище, станция обеспечивает регулирование стока в интересах всего каскада.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Иркутская ГЭС является плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя две земляные плотины и здание ГЭС, совмещенное с донными водосбросами. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

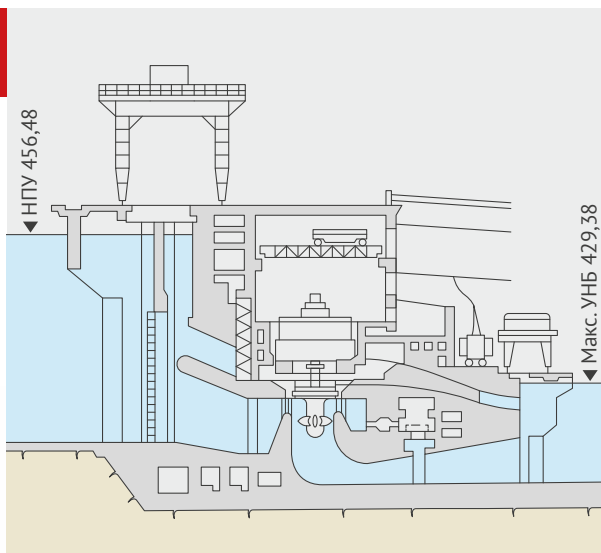
Земляные плотины насыпные из песчано-гравийного грунта, с противофильтрационным ядром из суглинка. Правобережная плотина длиной 2148,0 м и максимальной высотой 43,0 м по своим конструктивным особенностям условно разделяется на островную, русловую и правобережную части. Левобережная плотина имеет длину 328,0 м и максимальную высоту 38,5 м.

Здание ГЭС руслового типа совмещено с донными водосбросами. В здании установлены восемь гидроагрегатов мощностью по 82,8 МВт с поворотными турбинами (расчетный напор 26,0 м). Между гидроагрегатами размещены 16 донных водосбросных водоводов общей пропускной способностью 3840 м<sup>3</sup>/с при НПУ. С учетом пропуска воды через гидроагрегаты максимальная пропускная способность гидроузла при НПУ достигает 7040 м<sup>3</sup>/с, при этом сбросы выше 6000 м<sup>3</sup>/с не допускаются по условиям незаоплеления г. Иркутска. Для подвода воды к зданию ГЭС оборудован подводящий канал длиной 440,0 м, отвод воды в нижний бьеф осуществляется через отводящий канал длиной 2000,0 м.

Выдача электроэнергии Иркутской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 и 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 4100 млн кВт·ч.



Машинный зал



### Иркутская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	662,4
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	4100
<b>Месторасположение:</b>	Иркутская область, г. Иркутск
<b>Водный объект:</b>	р. Ангара
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1956
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	43,0
<b>Длина по гребню, м</b>	2148,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	7040

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	84,04***
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	33,01
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	33 120
<b>Отметка НПУ, м</b>	456,48

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	8×82,8 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	26,0

\* Правобережная земляная плотина.

\*\* Суммарно по ангарской и байкальской частям водохранилища, при отметке уровня мертвого объема 455,48 м.

\*\*\* Без учета объема о. Байкал ниже отметки 454,48 м.



НОРНИКЕЛЬ

НОРИЛЬСКО-ТАЙМЫРСКАЯ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ  
КОМПАНИЯ

600 МВт



## Курейская ГЭС

Курейская ГЭС расположена на р. Курейке, в Туруханском районе Красноярского края, возле пос. Светлогорск. Станция построена за Полярным кругом, в сложных природно-климатических условиях с целью обеспечения энергоснабжения изолированного Норильского энергорайона. Курейская ГЭС эксплуатируется АО «Норильско-Таймырская энергетическая компания».

Схема энергетического использования р. Курейки была разработана Институтом «Ленгидропроект»

в 1961 г., в ней предусматривалось возведение на реке одной ГЭС на втором пороге. В 1975 г. Институтом «Сибгидропроект» составлено технико-экономическое обоснование строительства Курейской ГЭС, после его одобрения в марте 1976 г. Институт «Ленгидропроект» приступил к разработке технического проекта Курейской ГЭС.

4 июня 1975 г. в район створа будущей Курейской ГЭС прибыли первые строители, начался подготовительный этап стройки. Сооружение станции велось в совершенно необжитой местности, в которой полностью отсутствовали жилье, дороги, линии электропередачи и другая инфраструктура.

Первый кубометр бетона в сооружения ГЭС был уложен в августе 1983 г. Река Курейка была перекрыта в июле 1985 г. В июне 1987 г. началось наполнение водохранилища. Впервые в отечественной практике был применен укатанный жесткий малоцементный бетон. Первый гидроагрегат Курейской ГЭС пущен в декабре 1987 г. В связи со сложной экономической ситуацией в стране строительство станции затянулось: последний, пятый, гидроагрегат заработал в 1994 г., а акт приемки Курейской ГЭС в постоянную эксплуатацию был подписан в 2003 г.

26 июля 1992 г. на одном из участков русловой плотины станции произошло резкое увеличение фильтрационных расходов, следствием чего стала просадка верхового откоса плотины до 1,5 м и образование на низовой грани плотины воронки глубиной 0,5 м



Машинный зал

и диаметром около 10,0 м. Благодаря оперативно принятым мерам развитие аварийной ситуации было остановлено. Ремонтные работы, продолжающиеся до настоящего времени, включают в себя создание на ряде участков плотины противофильтрационной диафрагмы в виде «стены в грунте» из глинобетонных свай. Такие работы были проведены впервые в истории отечественной гидротехники.

Курейская ГЭС является крупнейшей электростанцией изолированного от Единой энергосистемы России Норильского энергорайона. Вырабатываемая Курейской ГЭС электроэнергия используется для энергоснабжения Норильского и Игаркского промышленных узлов.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

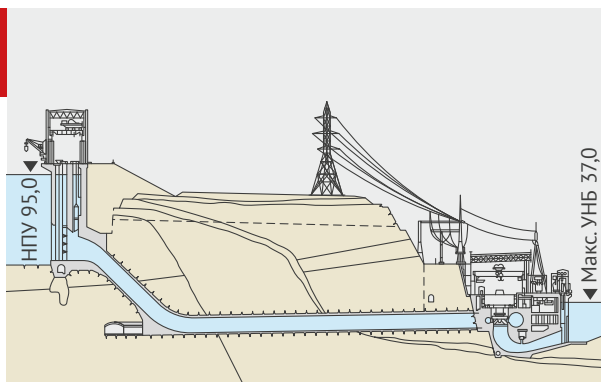
Курейская ГЭС является плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя четыре грунтовые каменно-земляные плотины (русловую, левобережную и две правобережные), поверхностный водосброс, водоприемник, напорные водоводы, здание ГЭС.

Русловая плотина каменно-земляная, с упорными призмами из каменной наброски и супесчано-суглинистым противофильтрационным ядром. В качестве дополнительного противофильтрационного элемента на отдельных участках применена «стена в грунте» из глинобетонных свай. Длина плотины составляет 1576,0 м, максимальная высота — 79,0 м. Левобережная плотина имеет длину 1096,0 м и максимальную высоту 25,0 м. Противофильтрационный элемент представлен экраном из суглинка и на отдельных участках также «стеной в грунте». Правобережные плотины отсыпаны из гравийно-галечникового грунта, состоят из двух отдельных участков — во втором понижении (длиной 647,3 м и высотой 38,3 м) и в третьем понижении (длиной 721,0 м и высотой 16,8 м).

Водосброс поверхностный, расположен справа от здания ГЭС. Он реализован в виде четырехпролетной гравитационной бетонной плотины длиной 76,0 м и высотой 45,0 м и быстротока длиной 168,0 м, заканчивающегося трамплином. Пропускная способность водосброса 7600 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 9240 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Водоприемник закрытого типа, имеет пять водопропускных отверстий, из которых вода поступает в пять тоннельных водоводов длиной по 130,0 м и диаметром по 7,0 м. В расположенном в скальной врезке здания ГЭС размещены пять гидроагрегатов мощностью по 120 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 57,0 м).

Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с ОРУ 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 2610 млн кВт·ч.



## Курейская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	600
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	2610
<b>Месторасположение:</b> Красноярский край, Туруханский район	
<b>Водный объект:</b> р. Курейка	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1987
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	79,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1576,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	8770

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	9,96
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	7,3
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	558
<b>Отметка НПУ, м</b>	95,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	5 × 120 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	57,0

\* Русловая каменно-земляная плотина.





## Камская ГЭС

Камская гидроэлектростанция расположена в Пермском крае, в г. Пермь. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь верхней ступенью каскада на р. Каме. Образованное сооружениями станции водохранилище выполняет функции регулирования в интересах всего каскада. Особенностью станции является отсутствие водосбросной плотины — водосбросы совмещены со зданием ГЭС. Камская ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

Решение о начале проектирования Камской ГЭС принято в 1932 г. Согласно проекту, станция имела мощность 504 МВт (семь гидроагрегатов по 72 МВт). В 1934 г. были начаты работы подготовительного этапа, но в 1937 г. строительство было решено прекратить. Причинами этого стали сложное геологическое строение основания сооружений (наличие гипсоносных пород), а также необходимость концентрации ресурсов на возведении Куйбышевской ГЭС.

Тем не менее работы по проектированию Камской ГЭС продолжались. Было принято решение расположить сооружения ГЭС на слое глин, перекрывающих гипсоносные отложения. Это потребовало специальных мер по резкому уменьшению заглубления станции — увеличению количества гидроагрегатов при снижении их мощности (а значит, и массы), совмещению здания ГЭС и водосливной плотины. Проектное задание станции было утверждено 2 июня 1948 г.

Строительство Камской ГЭС возобновили в 1948 г. Первый кубометр бетона был уложен 18 июня 1951 г.,

р. Кама была перекрыта 18 октября 1953 г. (перекрытие заняло 12 дней). Первый гидроагрегат пущен 18 сентября 1954 г., а в 1956 г. заработал последний, экспериментальный 24-й гидроагрегат. Официально строительство Камской ГЭС было завершено в 1964 г. после сдачи станции государственной комиссии в промышленную эксплуатацию. Затраты на строительство станции окупались в 1971 г.

ГЭС занимает центральное место в промышленной части Урала, являясь пунктом кратчайшего соединения двух основных (западной и восточной) линий Уральского энергокольца. Станция работает в пиковой части графика нагрузки Уральской энергосистемы. Имея емкое водохранилище, Камская ГЭС играет важную роль в регулировании стока р. Камы в интересах всего Волжско-Камского каскада. Помимо выработки электроэнергии Камская ГЭС обеспечивает крупнотоннажное судоходство, надежное водоснабжение населения региона и защиту от наводнений.

С начала 1990-х гг. Камская ГЭС вступила в этап масштабной реконструкции. В 1993–2003 гг. были модернизированы силовые трансформаторы 110 кВ, в 2006–2010 гг. заменены трансформаторы 220 кВ. В 1997–2015 гг. были модернизированы гидротурбины и генераторы, что позволило увеличить мощность станции с 483 до 552 МВт. Проводится замена гидромеханического оборудования (затворов, сорудерживающих решеток, крышек водосливов). В планах — замена экспериментального горизонтального гидроагрегата, выведенного из эксплуатации в 1992 г.



## ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Камская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя две грунтовые плотины, водосливную плотину, совмещенную со зданием ГЭС, двухниточный шестикамерный судоходный шлюз. По сооружениям гидроузла проложены автомобильная и железная дороги.

Грунтовые плотины намыты из песка. Русловая плотина имеет длину 650,0 м и высоту 35,0 м, пойменная плотина — длину 1166,0 м и высоту 19,0 м. Для пропуска через гидроузел речных судов используется не имеющий аналогов в России двухниточный шестикамерный судоходный шлюз с дамбами и подходами каналами, расположенный на левом берегу.

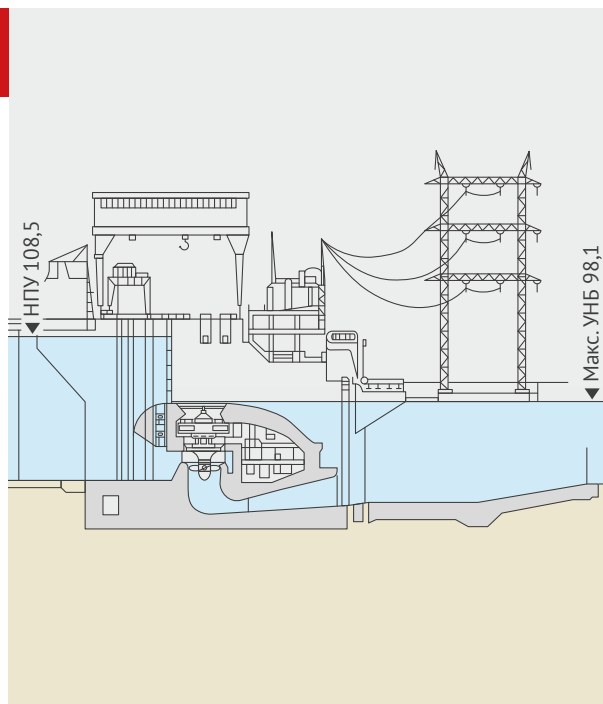
Водосливная плотина совмещена со зданием ГЭС. В верхней части сооружения общей длиной 429,0 м и высотой 40,0 м размещены 24 поверхностных водослива общей пропускной способностью (без учета неиспользуемого водослива в 24-м пролете) 17 020 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 18 860 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании ГЭС под водосливами размещены 23 гидроагрегата мощностью по 24 МВт с поворотными турбинами (расчетный напор 16,5 м). Под 24-м пролетом водослива установлен экспериментальный горизонтальный гидроагрегат, выведенный из эксплуатации и частично демонтированный.

Выдача электроэнергии станцией производится с ОРУ 110 и 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 1900 млн кВт·ч.



Холостой сброс



## Камская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	552
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	1900
<b>Месторасположение:</b> Пермский край, г. Пермь	
<b>Водный объект:</b> р. Кама	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1954
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	35,0
<b>Длина по гребню, м</b>	650,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	20 790

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	12,2
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	9,8
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1915
<b>Отметка НПУ, м</b>	108,5

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	23×24 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотные-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	16,5

\* Русловая земляная плотина.



## Нижегородская ГЭС

Нижегородская ГЭС расположена в Нижегородской области, вблизи г. Заволжье и входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь четвертой ступенью каскада на р. Волге. Плотины Нижегородского гидроузла общей длиной 18,6 км являются самыми протяженными плотинами гидроэлектростанций России. Нижегородская ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

Проектные работы по Чкаловской (позднее Горьковской) ГЭС начались еще до Великой Отечественной войны, но были остановлены незадолго до ее начала. Официальное решение о строительстве Горьковского гидроузла принято 16 ноября 1947 г., когда было подписано постановление Совета Министров СССР «О неотложных мероприятиях по увеличению мощности электростанций в центральном промышленном районе СССР». Проектное задание станции было разработано Институтом «Гидропроект» и утверждено 21 июля 1948 г., технический проект — 12 октября 1951 г.

В марте 1948 г. прибыли первые строители и начались подготовительные работы. К концу того же года к площадке ГЭС была подведена железная дорога. Летом 1949 г. русло протоки р. Волги — р. Воложки было перекрыто верховой и низовой перемычками, началось сооружение котлована здания ГЭС и водосливной плотины. В октябре 1950 г. котлован был осушен. При строительстве станции столкнулись с непредвиденной проблемой: свойства грунтов на месте строительства отличались от проектных. На дне котлована был обнаружен мощный слой песков-пльвунов, фильтрация через которые могла привести к затоплению

котлована. Решением проблемы стала впервые примененная в практике гидротехнического строительства льдогрунтовая завеса. С помощью системы специальных скважин, в которые подавался охлажденный до отрицательных температур солевой раствор, пльвун был заморожен, и фильтрация воды через него прекращена. 22 апреля 1951 г. в торжественной обстановке на строительстве станции был уложен первый кубометр бетона. 24 августа 1955 г. состоялось перекрытие русла р. Волги, осуществленное за 10 часов путем отсыпки грузовиками в воду со специально наведенного понтонного моста крупных камней и специальных железобетонных блоков. 2 ноября 1955 г. был пущен первый гидроагрегат, а оставшиеся гидроагрегаты были введены в эксплуатацию до конца 1956 г.

Первоначально мощность ГЭС составляла 400 МВт (восемь гидроагрегатов по 50 МВт). Однако гидроагрегаты имели существенный запас прочности, что позволило после проведения работ по усилению конструкции гидротурбин и улучшению вентиляции гидрогенераторов увеличить мощность каждого гидроагрегата на 15 МВт. В 1959 г. мощность станции достигла 520 МВт. 29 ноября 1961 г. правительственная комиссия приняла Горьковскую ГЭС в постоянную эксплуатацию.

19 февраля 1991 г. Горьковская ГЭС была переименована в Нижегородскую. Нижегородская ГЭС, как и другие станции Волжско-Камского каскада, активно используется для работы в пиковой части графика нагрузки энергосистемы, также ее агрегаты периоди-

чески включаются в режим синхронного компенсатора, повышая качество работы энергосистемы в целом. Водохранилище ГЭС позволило создать глубоководный путь по р. Волге от г. Городца до г. Рыбинска, являющийся частью единой глубоководной транспортной системы Европейской части России. Кроме того, Горьковское водохранилище используется как источник водоснабжения.

В настоящее время ведется модернизация станции, предусматривающая замену всего устаревшего оборудования и ремонт сооружений. По состоянию на начало 2018 г. заменены силовые трансформаторы, затворы водосбросной плотины, реконструированы распределительное устройство и система собственных нужд. Запланированы работы по замене гидроагрегатов.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

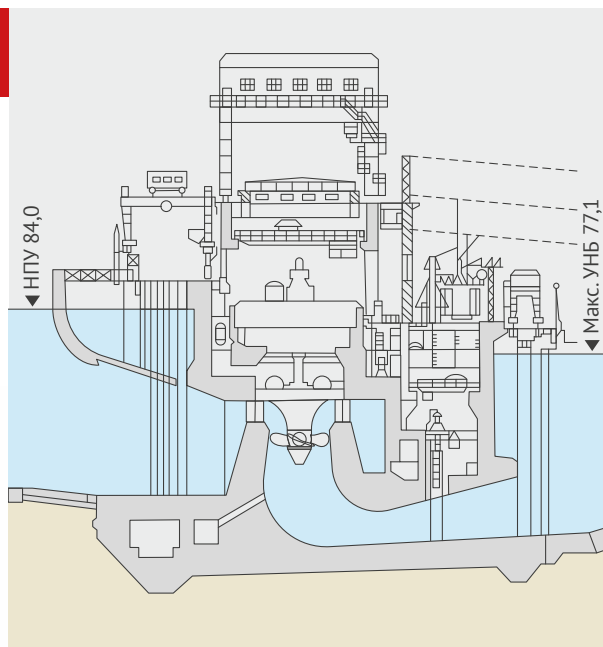
Нижегородская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя четыре намывных из песка земляных плотины общей длиной 12 327,0 м, водосливную плотину, здание ГЭС, двухкамерный судоходный шлюз с дамбами и каналами. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 291,0 м и высотой 26,0 м, имеет двенадцать водосливных пролетов общей пропускной способностью 11 800 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 15 400 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании ГЭС полуоткрытого типа (с козловым краном на крыше) размещены восемь гидроагрегатов мощностью по 65 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 14,0 м). Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 и 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 1513 млн кВт·ч.



Водосливная плотина



### Нижегородская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	520*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	1513
<b>Месторасположение:</b>	Нижегородская область, Городецкий район
<b>Водный объект:</b>	р. Волга
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1955
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	30,5
<b>Длина по гребню, м</b>	1320,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	16 400

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

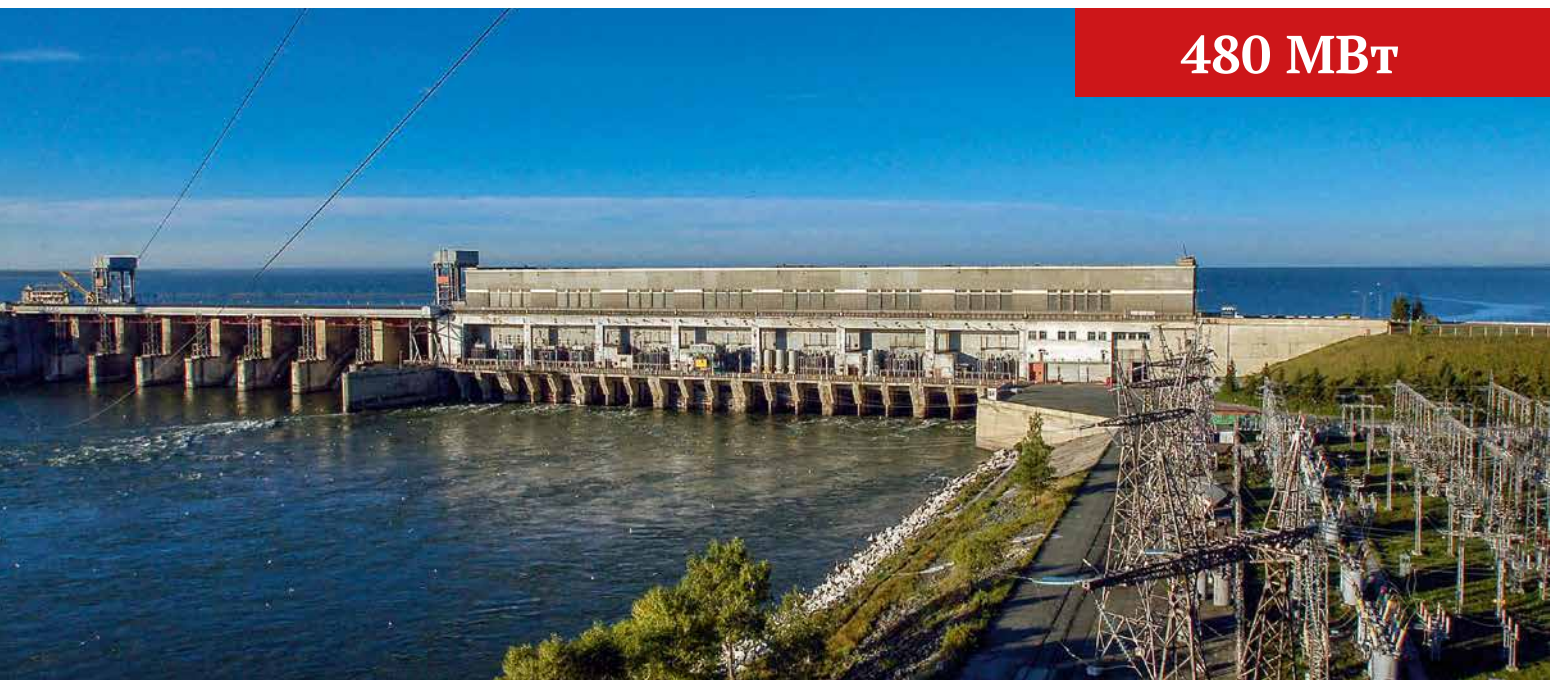
<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	8,82
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	3,9
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1591
<b>Отметка НПУ, м</b>	84,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	8×65 МВт*
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	14,0

\* Данные на начало 2018 г. В ходе реконструкции станции ее мощность постепенно увеличивается.

\*\* Русловая земляная плотина.



## Новосибирская ГЭС

Новосибирская гидроэлектростанция расположена в г. Новосибирске. Единственная ГЭС на р. Оби, которая играет важную роль в работе энергосистемы г. Новосибирска, в обеспечении надежного водоснабжения и работе речного транспорта. Новосибирская ГЭС является филиалом ПАО «РусГидро».

Первая схема гидроэнергетического использования р. Оби была создана в 1933–1934 гг. Особое внимание было уделено участку реки между г. Барнаулом и г. Новосибирском, причем помимо энергетического эффекта большое внимание уделялось изучению возможности организации самотечного орошения Кулундинской степи. На данном участке рассматривались две проектные схемы — двухступенчатая и одноступенчатая. В 1937 г. была выбрана одноступенчатая схема. На этом дальнейшие проектные проработки были приостановлены.

В мае 1945 г. вновь начались изыскательские работы по выбору створа Новосибирской ГЭС. Был изучен участок р. Оби протяженностью 20 км, на котором было предварительно определено 11 возможных створов. 23 октября 1945 г. правительственная комиссия утвердила створ в районе дер. Нижние Чемы, расположенный в 18 км выше г. Новосибирска. Проектное задание Новосибирской ГЭС утверждено в августе 1951 г., а технический проект — в 1952 г.

21 января 1950 г. было подписано постановление Совета Министров СССР о мероприятиях по подготовке к строительству новых электростанций, санкционирующее начало строительных работ по Новосибирской

ГЭС. Подготовительные работы по сооружению станции начались в апреле 1950 г. и продлились до 1954 г. Земляные работы в котловане здания ГЭС были начаты в 1951 г. Первый бетон уложен в мае 1953 г. В 1955 г. приступили к этапу производства основных строительных и монтажных работ, который продлился до 1957 г. Перекрытие русла р. Оби состоялось 5 ноября 1956 г.

Пуск первого гидроагрегата был произведен 10 ноября 1957 г. На момент пуска первого агрегата стен и крыши машинного зала еще не было (агрегат работал под шатром), а водохранилище было наполнено до промежуточной отметки. В 1959 г. был введен в эксплуатацию последний гидроагрегат и водохранилище было заполнено до проектной отметки, что позволило вывести ГЭС на полную мощность. 12 августа 1961 г. государственная комиссия приняла Новосибирскую ГЭС в постоянную эксплуатацию.

Новосибирская ГЭС выполняет роль эффективного регулирующего источника электроэнергии. Она обеспечивает покрытие суточной и недельной неравномерности нагрузки Новосибирской энергосистемы, выполняет функции вращающегося резерва мощности для обеспечения регулирования частоты и напряжения. ГЭС выполняет также функции аварийного резерва мощности энергосистемы, повышая надежность ее работы. Помимо выработки электроэнергии Новосибирский гидроузел используется для обеспечения водоснабжения и орошения засушливых земель, судходства, рыбного хозяйства, рекреации, защиты от наводнений.

В 1972 г. в результате работ по модернизации гидроагрегатов была увеличена их мощность — с 57,2 до 65 МВт; таким образом, установленная мощность ГЭС увеличилась с 400 до 455 МВт. В 1992 г. был утвержден проект реконструкции и технического перевооружения станции, предусматривавший замену устаревшего и изношенного оборудования. В рамках проекта в 1993–2006 гг. были заменены все гидрогенераторы станции. С 2012 г. реализуется проект по замене гидротурбин, по завершении которого мощность станции вырастет до 490 МВт.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Новосибирская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают две грунтовые плотины и одну дамбу, бетонную водосливную плотину, здание гидроэлектростанции, односторонний трехкамерный судоходный шлюз. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

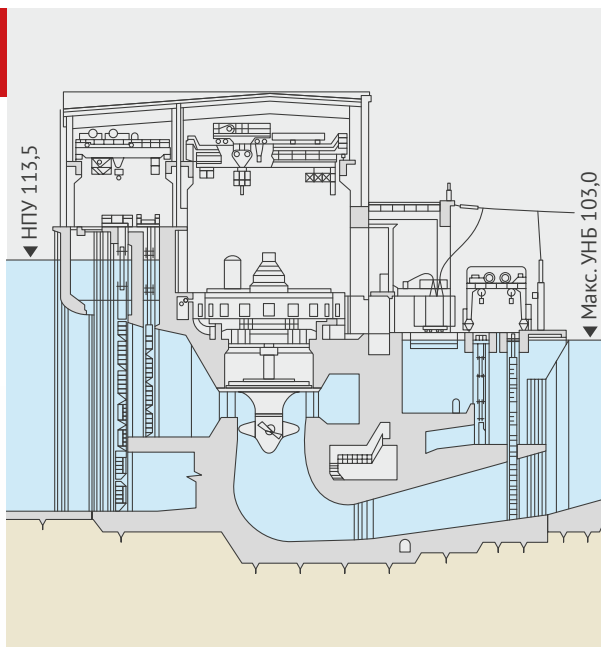
Грунтовые плотины и дамба намыты из песка, имеют общую длину 4378,5 м и максимальную высоту 28,2 м. Водосливная плотина длиной 194,5 м и высотой 35,5 м имеет 8 пролетов общей пропускной способностью 9200 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 13 400 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании гидроэлектростанции размещены семь гидроагрегатов с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 17,0 м). Пять из них имеют мощность 70 МВт и два — 65 МВт.

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 и 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 1953 млн кВт·ч.



Монтаж рабочего колеса турбины



### Новосибирская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	480*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	1953
<b>Месторасположение:</b>	Новосибирская область, г. Новосибирск
<b>Водный объект:</b>	р. Обь
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1957
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	28,2
<b>Длина по гребню, м</b>	3044,5
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	17 655

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	8,8
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	4,4
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1072
<b>Отметка НПУ, м</b>	113,5

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×65; 5×70 МВт*
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	17,0

\* Данные на начало 2018 г. В ходе реконструкции станции ее мощность постепенно увеличивается.

\*\* Правобережная земляная плотина.



**НОРНИКЕЛЬ**

НОРИЛЬСКО-ТАЙМЫРСКАЯ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ  
КОМПАНИЯ



**451 МВт**

## Усть-Хантайская ГЭС

Усть-Хантайская ГЭС расположена на р. Хантайке, в Красноярском крае, у пос. Снежногорск. Одна из самых северных гидроэлектростанций мира, построена в крайне сложных природно-климатических условиях. ГЭС имеет важное значение для энергоснабжения изолированного Норильского энергорайона. Усть-Хантайская ГЭС эксплуатируется АО «Норильско-Таймырская энергетическая компания».

Решение о возведении Усть-Хантайской ГЭС было принято 15 февраля 1963 г., а уже 17 мая того же года на площадку прибыли первые строители. Русло р. Хантайки было перекрыто в октябре 1968 г., первый бетон в сооружения ГЭС уложен в марте 1968 г.

Первый гидроагрегат Усть-Хантайской ГЭС был пущен 20 ноября 1970 г., последний — 21 декабря 1972 г. Акт о приемке станции в промышленную эксплуатацию Усть-Хантайской ГЭС впервые удалось успешно осуществить новую схему пропуска расходов реки в период возведения плотины — с отводом в строительный тоннель только межпаводковых расходов и переливом воды во время паводка поверх каменно-земляной плотины. При возведении плотин внедрена уникальная технология укладки глинистых грунтов с уплотнением их тракторами. Около 70% грунтов было уложено в зимнее время при низких, до  $-40^{\circ}\text{C}$ , температурах воздуха. Также была разработана технология получения искусственных грунтовых смесей.

Усть-Хантайская ГЭС обеспечивает энергоснабжение изолированного от Единой энергетической системы

Норильского промышленного района. За время эксплуатации станция выработала более 80 млрд кВт·ч электроэнергии.

С 2012 г. реализуется проект замены гидроагрегатов Усть-Хантайской ГЭС, отработавших нормативный срок службы. При этом изначально установленные поворотно-лопастные турбины заменяются на радиально-осевые. По состоянию на начало 2018 г. заменены три гидроагрегата, окончание проекта намечено на 2021 г. Замена генерирующего оборудования позволит повысить мощность каждого гидроагрегата с 63 до 73 МВт, а установленную мощность ГЭС — с 441 до 511 МВт. Среднеголетняя выработка электроэнергии увеличится с 2032 до 2147 млн кВт·ч.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

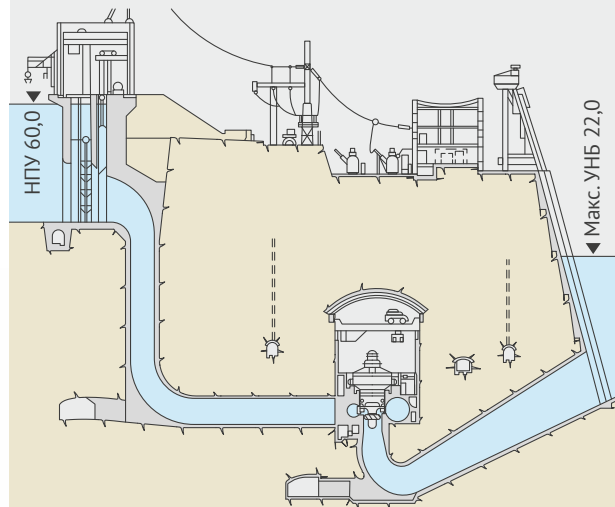
Усть-Хантайская ГЭС является плотинной гидроэлектростанцией с подземным зданием ГЭС. Сооружения станции включают в себя три грунтовые плотины (русловую, левобережную и правобережную), поверхностный водосброс, водоприемник, напорные водоводы, здание ГЭС.

Русловая плотина каменно-набросная с противofильтрационным ядром из гравийно-галечникового грунта с супесчаным заполнителем длиной 420,0 м и высотой 72,0 м. Русловая плотина переходит в левобережную каменно-земляную плотину с экраном длиной 1950,0 м и высотой 12,0 м. Правобережная каменно-земляная плотина имеет длину 2520,0 м и высоту 35,0 м.

Водосброс поверхностный, расположен на правом берегу. Состоит из подводящего канала длиной 310,0 м (одновременно является подводящим каналом к водоприемнику ГЭС), двухпролетного водослива, сбросного канала. Пропускная способность водосброса 3600 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 4100 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Водоприемник ГЭС расположен в конце подводящего канала, на его левобережном откосе. Имеет семь водопропускных отверстий, через которые вода поступает в семь тоннельных водоводов диаметром по 6,0 м. В подземном здании ГЭС размещены семь гидроагрегатов (расчетный напор 45,8–50,0 м). Три из них имеют мощность по 73 МВт, оборудованы радиально-осевыми турбинами; еще четыре имеют мощность по 63 МВт, оборудованы поворотными турбинами. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал и далее в русло р. Хантайки.

Выдача электроэнергии Усть-Хантайской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 220 кВ. Среднегодовой выработка электроэнергии составляет 2055 млн кВт·ч.



Машинный зал

## Усть-Хантайская ГЭС

Установленная мощность, МВт	441*
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	2055
<b>Месторасположение:</b> Красноярский край, городской округ Норильск	
<b>Водный объект:</b> р. Хантайка	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1970
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА\*\*

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	72,0
Длина по гребню, м	420,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	4650

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, км <sup>3</sup>	22,55
Объем полезный, км <sup>3</sup>	14,03
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	2230
Отметка НПУ, м	60,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×63; 3×73 МВт***
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые, поворотные-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	45,8 (50) ****

\* Данные на начало 2018 г. В ходе реконструкции станции ее мощность постепенно увеличивается.

\*\* Русловая каменно-набросная плотина.

\*\*\* Для новых гидроагрегатов указана проектная мощность. По состоянию на начало 2018 г. перемаркировка не проведена.

\*\*\*\* В скобках — для новых радиально-осевых гидротурбин.



## Ирганайская ГЭС

Ирганайская ГЭС расположена на р. Аварское Койсу (в 6,5 км от ее устья) в Республике Дагестан, у с. Гимры Унцукульского района и является второй по мощности гидроэлектростанцией в Дагестане и на Северном Кавказе, а также крупнейшей плотинно-деривационной гидроэлектростанцией России. ГЭС входит в состав Дагестанского филиала ПАО «РусГидро».

В 1970 г. Институтом «Ленгидропроект» разработана «Схема использования рек Андийского и Аварского Койсу», первоочередным объектом которой была намечена Ирганайская гидроэлектростанция. Технико-экономическое обоснование проекта утверждено в 1975 г., она запроектирована как остропиковая станция мощностью 800 МВт.

Строительство Ирганайской ГЭС было развернуто в 1977 г. и в связи со сложными условиями местной местности имело продолжительный подготовительный этап. Так, за счет сметы станции был построен Гимринский автомобильный тоннель длиной 4303,0 м. Строительство основных сооружений станции началось в 1987 г. В сентябре 1989 г. была начата проходка деривационного тоннеля, а в 1992 г. состоялось перекрытие реки. В связи с ухудшением экономического положения в стране строительство станции затянулось.

В 1996 г. строительство ГЭС было решено разделить на две очереди, первый гидроагрегат пущен 30 декабря 1998 г., второй — 10 декабря 2001 г. Гидроагрегаты вводились на пониженном напоре (отметка НПУ 483,0 м), что ограничивало мощность станции величиной 214 МВт. В 2006 г. отметка НПУ была поднята

до 521,0 м, мощность станции возросла до 360 МВт. В 2008 г. строительство плотины завершилось, водохранилище было заполнено до НПУ 547,0 м, станция достигла мощности 400 МВт и перешла в режим постоянной эксплуатации.

От строительства второй очереди ГЭС было решено отказаться, поскольку ее возведение не увеличивает выработку, а механизм окупаемости дополнительной маневренной мощности отсутствует. При этом на начальных этапах строительства был создан задел для сооружения второй очереди, который в настоящее время законсервирован. 7 сентября 2010 г. на Ирганайской ГЭС была произведена диверсия с использованием взрывного устройства, вследствие чего возник пожар в машинном зале станции. К лету 2011 г. восстановительные работы были завершены.

Ирганайская ГЭС используется для работы в пиковом режиме для сглаживания суточных и недельных колебаний графика нагрузки энергосистемы Юга России. Водоохранилище станции осуществляет сезонное регулирование стока в интересах расположенно ниже каскада ГЭС на р. Сулак.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Ирганайская ГЭС является высоконапорной плотинно-деривационной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя плотину, водосброс, водоприемник, деривационный тоннель, уравнильный резервуар, турбинные водоводы, здание ГЭС, отводящий канал.



Плотина грунтовая, каменно-набросная с асфальтобетонной диафрагмой. Высота плотины 101,0 м, длина 313,0 м. Эксплуатационный водосброс тоннельного типа совмещен со строительным водосбросом пропускной способностью 1700 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 1940 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Водоприемник берегового типа с двумя водопропускными отверстиями. Деривационный тоннель напорный, длиной 5213,0 м и диаметром 7,5 м, пропускной способностью 270 м<sup>3</sup>/с. Уравнительный резервуар подземный, камерный. Турбинный водовод поверхностный, сталежелезобетонный, двухниточный, оборудован дисковыми затворами. Длина каждой нитки — 190,0 м, диаметр — 5,0 м.

В здании ГЭС полукрытого типа размещены два гидроагрегата мощностью по 200 МВт, которые оборудованы радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 168,0 м). Турбины имеют встроенные кольцевые затворы. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 1300,0 м.

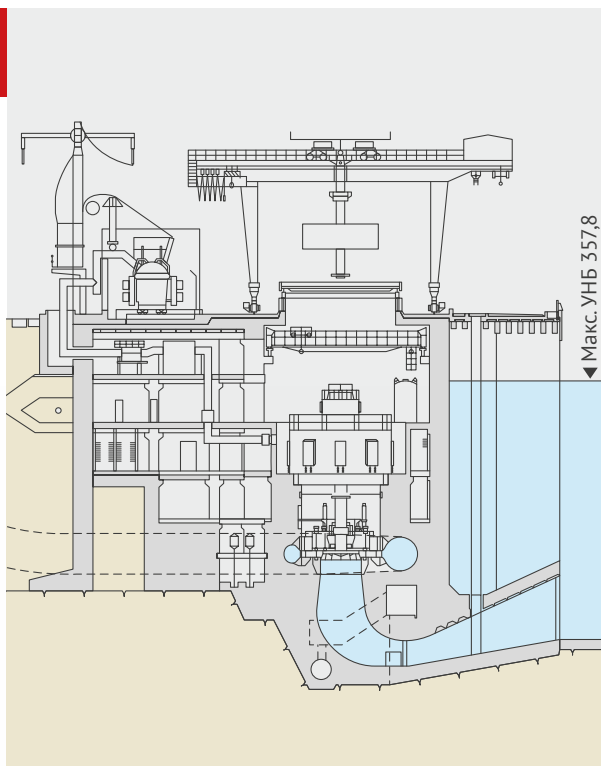
Выдача электроэнергии Ирганайской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 и 330 кВ. Проектная среднесуточная выработка электроэнергии составляет 1280 млн кВт·ч.



Машинный зал



Пульт управления



### Ирганайская ГЭС

Установленная мощность, МВт	400
Среднесуточная выработка, млн кВт·ч	1280
<b>Месторасположение:</b> Республика Дагестан, Унцукульский район	
<b>Водный объект:</b> р. Аварское Койсу	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1998
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

#### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	101,0
Длина по гребню, м	313,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	1970

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	601
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	371
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	18
Отметка НПУ, м	547,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	2×200 МВт
Тип турбин:	радиально-осевые
Расчетный напор, м	168,0

**356,4 МВт**

## Рыбинская ГЭС

Рыбинская ГЭС расположена на реках Волге и Шексне в Ярославской области, в г. Рыбинске. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь третьей ступенью каскада на р. Волге. На момент строительства была второй по величине гидроэлектростанцией СССР после Днепрогэса и одной из самых мощных электростанций страны. Сыграла важную роль в обеспечении Москвы электроэнергией в годы Великой Отечественной войны, особенно в период боев за Москву. Напорные сооружения ГЭС образуют Рыбинское водохранилище — третье по площади в России и восьмое в мире. Рыбинская ГЭС входит в состав филиала ПАО «РусГидро» — «Каскад Верхневолжских ГЭС».

Решение о строительстве Рыбинской ГЭС было принято в 1935 г. по итогам работы экспертной комиссии, которая признала неэффективным уже начатое строительство Ярославской ГЭС и посчитала необходимым возведение в районе г. Рыбинска гидроэлектростанции с крупным регулирующим водохранилищем. Для строительства Рыбинской и Угличской ГЭС (включая работы по подготовке водохранилищ) была создана специализированная организация — Волгострой НКВД, использовавшая в основном труд заключенных.

Сооружение ГЭС началось в октябре 1935 г. с подготовительного этапа — возведения дорог, базы строительства, жилья. Земляные работы на сооружениях гидроузла начались в 1936 г. Первый бетон был уложен в ноябре 1937 г. Особенностью строительства Рыбинской ГЭС являлось возведение бетонных сооружений

(водобросной плотины, шлюзов и здания ГЭС) в котлованах на пойме, что позволило отказаться от строительства временных перемычек в русле рек, а также ускорить и упростить работы.

24 июня 1940 г. р. Волга была перекрыта, а 24 октября того же года перекрыта р. Шексна, пропуск воды производился через водобросную плотину. Наполнение Рыбинского водохранилища началось 13 апреля 1941 г. К началу войны здание ГЭС было без крыши, велись работы по монтажу первых двух гидроагрегатов. В крайне трудных условиях с использованием временных навесов и брезентовых шатров 18 ноября 1941 г. был запущен первый гидроагрегат, 15 января 1942 г. — второй. Остальные гидроагрегаты были введены в 1945, 1948, 1949 и 1950 гг. Строительство Рыбинской ГЭС было завершено в 1955 г. Рыбинская ГЭС являлась крупнейшей ГЭС в СССР и в мире, построенной на нескальном основании.

Пуск первых гидроагрегатов происходил в самый тяжелый период Великой Отечественной войны на пониженной отметке водохранилища, в условиях постоянных бомбежек вражеской авиацией г. Рыбинска. Оперативный персонал станции в годы войны состоял в основном из девушек, прошедших краткосрочную стажировку на Угличской ГЭС. Выработка электроэнергии Рыбинской и Угличской ГЭС в 1941 — начале 1942 гг. имела важное значение, поскольку в ходе боев за Москву большинство электростанций «Мосэнерго» было либо эвакуировано, либо испытывало острый дефицит топлива. Всего за годы войны Рыбинская

ГЭС выработала 2,9 млрд кВт·ч электроэнергии. В настоящее время ведется модернизация станции, предусматривающая замену всего устаревшего оборудования и ремонт сооружений. По состоянию на начало 2018 г. заменены три из шести гидроагрегатов, силовые трансформаторы, реконструировано распределительное устройство.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

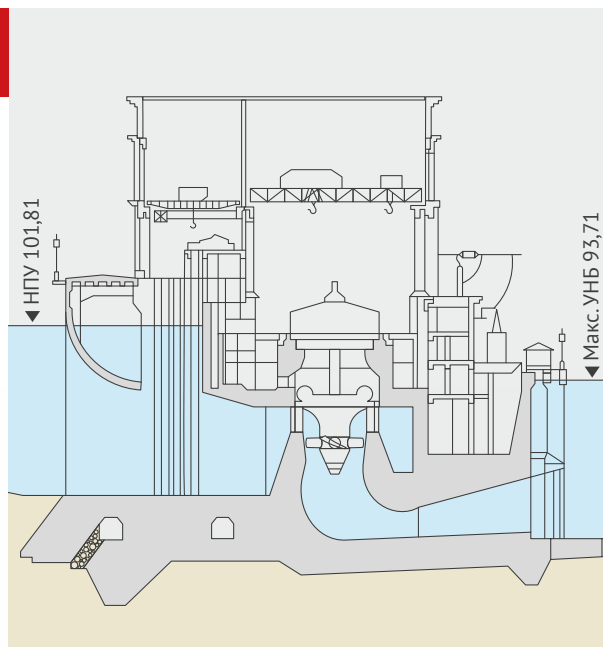
Рыбинская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Особенностью станции является расположение ее сооружений на двух реках — Волге и ее притоке Шексне. Сооружения гидроузла включают в себя четыре земляные плотины (три в Шекснинском створе и одна в Волжском), водосбросную плотину, здание ГЭС, двухниточные однокамерные судоходные шлюзы. По сооружениям гидроузла проходит автомобильная дорога.

Водосбросная плотина и судоходные шлюзы расположены в Волжском створе. Плотина гравитационная бетонная, длиной 104,0 м и высотой 26,0 м, имеет восемь донных отверстий общей пропускной способностью 5600 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 5800 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Здание Рыбинской ГЭС расположено в Шекснинском створе. Здесь размещены шесть гидроагрегатов с поворотно-лопастными турбинами: один мощностью 65 МВт, два — 63,2 МВт и три — 55 МВт (расчетный напор 15,0 м). Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 и 220 кВ. Средне-многолетняя выработка электроэнергии составляет 935 млн кВт·ч.



Водосбросная плотина



### Рыбинская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	356,4*
<b>Средне-многолетняя выработка, млн кВт·ч</b>	935
<b>Месторасположение:</b> Ярославская область, г. Рыбинск	
<b>Водный объект:</b> реки Волга и Шексна	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1941
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	27,0
<b>Длина по гребню, м</b>	524,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	9150

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	25,4
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	16,7
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	4550
<b>Отметка НПУ, м</b>	101,81

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	
	1×65; 2×63,2; 3×55 МВт*
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	15,0

\* Данные на начало 2018 г. В ходе реконструкции станции ее мощность постепенно увеличивается.

\*\* Русловая земляная плотина в Волжском створе.

**321 МВт**

## Майнская ГЭС

Майнская ГЭС расположена на р. Енисее, в Республике Хакасия, у пос. Майна. Находится ниже Саяно-Шушенской ГЭС, являясь ее контррегулятором, обеспечивающим оптимальный водный режим в реке ниже по течению, не зависящий от колебания расходов при работе станции в пиковой части графика нагрузки. Майнская ГЭС входит в состав филиала ПАО «РусГидро» — «Саяно-Шушенская ГЭС имени П. С. Непорожного».

Планы строительства Майнской ГЭС были представлены в схеме гидроэнергетического использования р. Енисей, разработанной в 1960 г. Институтом «Ленгидропроект» был разработан проект станции как части Саяно-Шушенского гидроэнергетического комплекса. Подготовительные работы по строительству Майнской ГЭС были начаты в 1978 г. Возведение станции велось быстрыми темпами, первый бетон в ее сооружения был уложен в 1980 г., 24 ноября 1984 г. была перекрыта р. Енисей. Первый гидроагрегат заработал 31 декабря 1984 г., второй — 28 сентября 1985 г. и третий — 10 декабря 1985 г. В 1987 г. строительные работы на Майнской ГЭС были завершены. Акт о приеме в промышленную эксплуатацию Майнской ГЭС (в составе Саяно-Шушенского гидроэнергетического комплекса) был подписан в 2000 году.

Согласно проекту, отметка НПУ Майнского водохранилища должна была составить 326,0 м, что подразумевало необходимость строительства инженерных защит пос. Черемушки. В связи с тем, что сооружения инженерных защит не были возведены, водохра-

нилище было заполнено до отметки 324,0 м, на которой фактическая мощность Майнской ГЭС составляет 225 МВт, и недовырабатывается около 220 млн кВт·ч электроэнергии в год. Также была снижена отметка ФПУ с 328,5 до 326,7 м.

В 1994–1996 гг. гидротурбины Майнской ГЭС были переведены в пропеллерный режим работы в связи с заводскими дефектами в конструкции механизма разворота лопастей. При этом глубина сработки водохранилища была ограничена отметкой 322,0 м (проектная отметка УМО — 319,0 м). Снижение отметки НПУ и ограничение возможностей гидротурбин привело к существенным объемам холостых сбросов через гидроузел, в том числе и в зимнее время. Попытки модернизации гидротурбин с целью возвращения им возможности работы в поворотно-лопастном режиме не привели к положительным результатам.

В рамках реализуемой ПАО «РусГидро» программы комплексной модернизации выполнена замена распределительного устройства станции на современное КРУЭ. Запланированы замена гидроагрегатов и силовых трансформаторов, рассматривается возможность строительства дополнительного водосброса.

Майнская и Саяно-Шушенская ГЭС представляют собой единый гидроэнергетический комплекс, тесно связанный технологически. Саяно-Шушенская ГЭС, работая в режиме пиковых нагрузок, должна оперативно реагировать на изменения потребности электроэнергии в энергосистеме. Такое постоянное изменение мощности станции приводит к значительному коле-

банию уровня воды в реке ниже по течению, что вызывает неудобства у водопользователей. Эту проблему решает Майнская гидроэлектростанция, выполняя функцию контррегулятора: она сглаживает суточные колебания пропуска воды и регулирует водный режим реки, позволяя равномерно и экономично использовать водные ресурсы.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Майнская ГЭС является плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя три грунтовые плотины (правобережную, русловую и левобережную), водосливную плотину, здание ГЭС. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

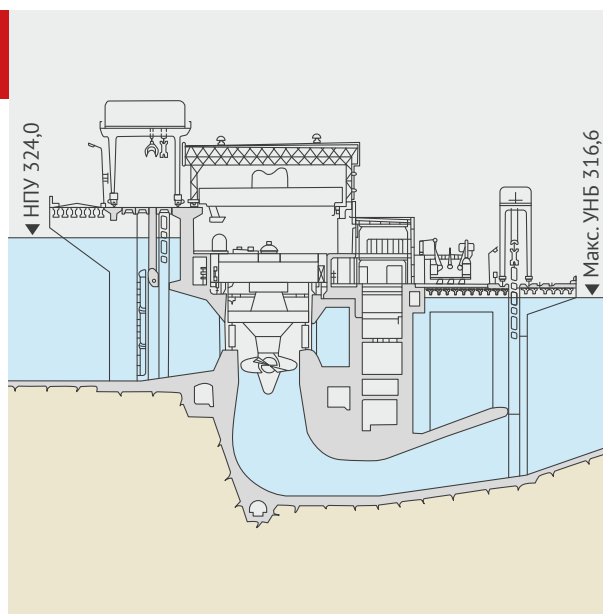
Грунтовые плотины насыпные из гравийно-галечникового грунта, имеют противофильтрационное ядро из суглинка. Русловая и правобережная плотины фактически представляют собой единое сооружение общей длиной 504,0 м и максимальной высотой 26,7 м. Левобережная плотина имеет длину 126,0 м и максимальную высоту 21,0 м. Бетонная водосливная плотина высотой 36,5 м и длиной 132,5 м имеет пять пролетов, оборудованных сегментными затворами. Пропускная способность плотины 7780 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 11 540 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 107 МВт, оборудованные поворотными лопастными турбинами (расчетный напор 16,9 м).

Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с КРУЭ 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 1530 млн кВт·ч.



Машинный зал



### Майнская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	321*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	1530
<b>Месторасположение:</b>	Республика Хакасия, городской округ Саяногорск
<b>Водный объект:</b>	р. Енисей
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1984
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	26,7
<b>Длина по гребню, м</b>	504,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	9280***

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	94,65
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	48,7
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	10,7
<b>Отметка НПУ, м</b>	324,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×107 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотные лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	14,1***

\* Фактическая располагаемая мощность при НПУ 324,0 м составляет 225 МВт.

\*\* Правобережная и русловая грунтовые плотины.

\*\*\* Фактические значения при НПУ 324,0 м.



## Нижне-Бурейская ГЭС

Нижне-Бурейская ГЭС расположена на р. Бурее, в Амурской области, у пос. Новобурейский, ниже Бурейской ГЭС, являясь ее контррегулятором. Самая мощная гидроэлектростанция России из числа тех, строительство которых было начато в постсоветский период. Строительство Нижне-Бурейской ГЭС ведется АО «Нижне-Бурейская ГЭС», после его завершения планируется передача станции в эксплуатацию филиалу ПАО «РусГидро» — «Бурейская ГЭС».

Исследования гидроэнергетического потенциала р. Буреи начались еще в 1932 г., когда Институт «Гидропроект» провел на реке рекогносцировочные исследования. В 1959 г. была разработана схема каскада ГЭС на р. Бурее, где впервые появилась Нижне-Бурейская ГЭС (названная в схеме Долдыканской), а в 1978 г. для Нижне-Бурейской ГЭС был выбран створ. Проект Нижне-Бурейской ГЭС как составной части Бурейского гидроэнергетического комплекса разработан Институтом «Ленгидропроект» в 1985 г. Он прошел все необходимые экспертизы и был утвержден в 1986 г. Строительство станции намечалось на спаде работ по Бурейской ГЭС. В 1995 г. титулы строительства Бурейской и Нижне-Бурейской ГЭС были объединены, а в 2003 г. — вновь разделены.

В 2007 г. проект был существенно откорректирован — вместо трех гидроагрегатов по 107 МВт было принято размещение четырех агрегатов по 80 МВт. Правобережная земляная плотина заменена на бетонную, водосливная плотина с донными водосбросами — на плотину с поверхностными водосбросами, вместо ОРУ

110 и 220 кВ введено КРУЭ 220 кВ. В дальнейшем уже в период строительства была изменена конструкция противофильтрационного элемента плотины: вместо ядра из суглинка впервые в России применена «стена в грунте» из глиноцементобетонных свай.

Строительство станции началось 27 августа 2010 г. — в этот день прошла церемония закладки первого кубометра бетона, в которой принял участие премьер-министр России Владимир Путин. В 2011 г. начата отсыпка перемычек котлована основных сооружений. В 2013 г. котлован был осушен, развернуты бетонные работы на водосливной и правобережной плотинах, а в 2014 г. — на здании ГЭС.

19 апреля 2016 г. состоялось перекрытие р. Буреи в створе Нижне-Бурейской ГЭС. Подготовку к перекрытию начали в марте 2016 г., когда был затоплен котлован основных бетонных сооружений станции. К концу года в целом была завершена отсыпка грунтовой плотины, уложено 93% всего объема бетона, развернуты работы по монтажу гидросилового оборудования. 29 марта 2017 г. началось наполнение водохранилища. Первые три гидроагрегата Нижне-Бурейской ГЭС введены в эксплуатацию 3 августа 2017 г. По состоянию на начало 2018 г. строительство Нижне-Бурейской ГЭС близится к завершению.

Нижне-Бурейская ГЭС является контррегулятором Бурейской ГЭС, призванным сглаживать суточные колебания уровня воды в реке, образующиеся при работе этой мощной гидроэлектростанции. Это позволяет снять ограничения на режимы работы Бурейской ГЭС

и ликвидировать зимние подтопления ряда поселков, расположенных в нижнем бьефе этой станции. Также Нижне-Бурейская ГЭС будет иметь противопаводковое значение: после сильнейшего наводнения 2013 г. проект станции был доработан, что позволило увеличить полезную емкость водохранилища. В ходе строительства станции впервые в России была реализована масштабная экологическая программа, включающая создание природного парка «Бурейский».

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

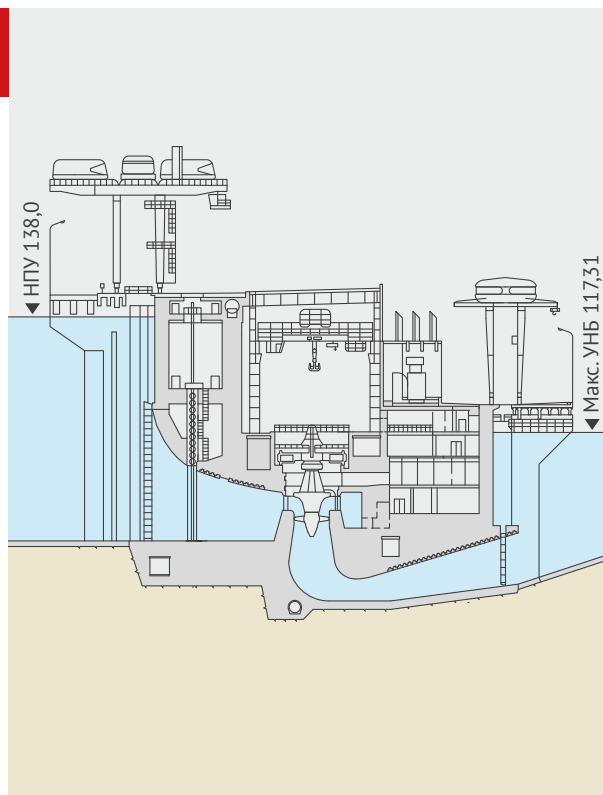
Нижне-Бурейская ГЭС является плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя русловую грунтовую, водосливную и правобережную бетонную плотины, здание ГЭС.

Грунтовая плотина расположена с левого берега, по конструкции насыпная из галечника, с противофильтрационным элементом в виде «стены в грунте» из глиноцементобетонных свай. Высота плотины 42,0 м, длина 400,0 м. Правобережная плотина гравитационная бетонная, длиной 76,0 м и максимальной высотой 19,75 м. Бетонная водосливная плотина высотой 47,75 м и длиной 123,0 м имеет пять пролетов, оснащенных сегментными затворами. Пропускная способность плотины 13 382 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 13 603 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 80 МВт, оборудованные поворотными турбинами (расчетный напор 26,1 м). Выдача электроэнергии Нижне-Бурейской ГЭС в энергосистему производится с КРУЭ 220 кВ. Проектная среднесуточная выработка электроэнергии составляет 1670 млн кВт·ч.



Водосливная плотина



## Нижне-Бурейская ГЭС

Установленная мощность, МВт	320
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	1670
<b>Месторасположение:</b> Амурская область, Бурейский район	
<b>Водный объект:</b> р. Бурей	
Год пуска первого гидроагрегата	2017
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	42,0
Длина по гребню, м	400,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	14 762

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	2034
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	303
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	154
Отметка НПУ, м	138,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	4×80 МВт
Тип турбин:	поворотные лопастные
Расчетный напор, м	26,1

**300/160 МВт**

## Зеленчукская ГЭС-ГАЭС

Зеленчукская ГЭС-ГАЭС — сложный гидроэнергетический комплекс, совмещающий в себе гидроэлектростанцию и гидроаккумулирующую электростанцию. Расположена в Карачаево-Черкесии, использует сток притоков р. Кубани. Отличается уникальной для России протяженностью деривации — почти 40 км. Зеленчукская ГЭС-ГАЭС эксплуатируется Карачаево-Черкесским филиалом ПАО «РусГидро».

Строительство Зеленчукской ГЭС ведет свою историю с 1963 г., когда была одобрена «Схема комплексного использования рек Верхней Кубани, Большого и Малого Зеленчуков», разработанная Минводхозом СССР совместно с Минэнерго СССР. В 1965 г. было разработано и в 1968 г. утверждено проектное задание на строительство станции.

Сооружение Зеленчукской ГЭС началось в 1976 г. и по ряду причин существенно затянулось. В 1989 г. строительные работы были фактически приостановлены в связи с критикой проекта экологическими организациями и общим ухудшением экономической ситуации в стране. К этому времени завершилась проходка деривационных тоннелей и вертикальных шахт станционного узла, был построен основной массив здания ГЭС, предусматривающего установку четырех гидроагрегатов. В начале 1990-х гг. проект был переработан в сторону снижения отбираемого в деривацию объема воды, что привело к уменьшению мощности Зеленчукской ГЭС вдвое, с 320 до 160 МВт.

В 1994 г. строительные работы возобновились, что позволило в 1999 г. ввести первый пусковой ком-

плекс (один гидроагрегат и водозабор на р. Аксаут), в 2002 г. — второй пусковой комплекс (второй гидроагрегат и водозабор на р. Маруха) и в 2006 г. — третий пусковой комплекс (водозабор на р. Большой Зеленчук). Оставшийся строительный задел по еще двум гидроагрегатам было решено использовать для сооружения гидроаккумулирующей электростанции. Ее строительство началось в конце 2010 г. и было завершено в 2016 г. Зеленчукская ГЭС-ГАЭС является крупнейшей электростанцией в Карачаево-Черкесии, входит в число самых мощных объектов гидроэнергетики на Северном Кавказе. В декабре 2017 года завершено строительство малой ГЭС мощностью 1,26 МВт, входящей в единый гидроэнергетический комплекс и использующей в качестве подпорного сооружения плотину на р. Большой Зеленчук.

Зеленчукская ГЭС-ГАЭС работает в пиковой части графика нагрузок энергосистемы Юга России. Работа станции позволяет увеличить подачу воды в Большой Ставропольский канал с целью орошения засушливых земель Калмыкии, Ставропольского края и Ростовской области, а также увеличения выработки электроэнергии на станциях Каскада Кубанских ГЭС.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Зеленчукская ГЭС-ГАЭС совмещает в себе классическую деривационную гидроэлектростанцию и высоконапорную гидроаккумулирующую электростанцию. Концепция Зеленчукской ГЭС предусматривает переброску в р. Кубань части стока трех ее притоков.



Сооружения Зеленчукской ГЭС-ГАЭС включают в себя три низконапорных водозаборных узла на реках Большой Зеленчук, Маруха и Аксаут, четыре деривационных канала общей длиной 15,8 км, четыре деривационных тоннеля общей длиной 11,5 км, два дюкера общей длиной 4,8 км, бассейн суточного регулирования полезной емкостью 1,85 млн м<sup>3</sup> (используемый также как верхний аккумулирующий бассейн), два железобетонных трубопровода длиной по 423,0 м, два безнапорных тоннеля длиной по 2270 м, два уравнильных резервуара (башни), две вертикальные шахты глубиной по 130,0 м, два напорных тоннеля длиной по 584,0 м, здание ГЭС-ГАЭС, отводящий канал в р. Кубань, два водовода между зданием ГЭС-ГАЭС и нижним бассейном (проложены по дну р. Кубань) и искусственный нижний бассейн с водоприемником, расположенный на правой террасе р. Кубань и представляющий собой чашу с бетонированным дном полезным объемом 0,9 млн м<sup>3</sup>, образованную железобетонными стенками.

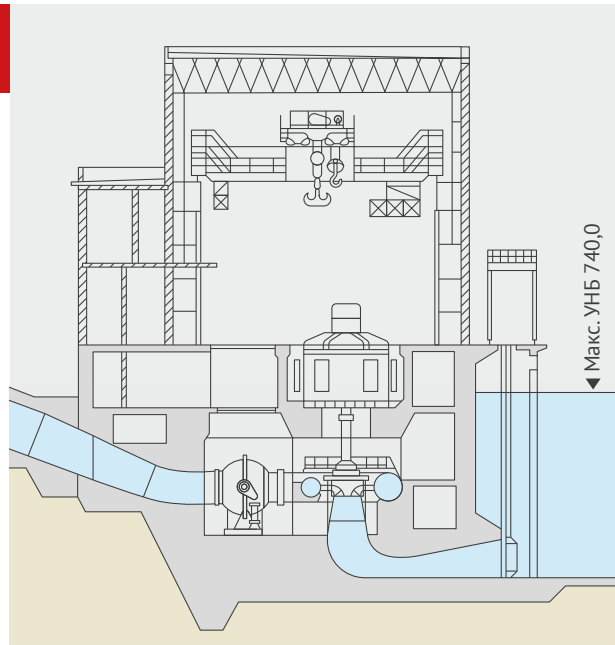
Максимальный перебрасываемый по деривации объем воды составляет 70 м<sup>3</sup>/с (отбор из р. Большой Зеленчук — 35 м<sup>3</sup>/с, р. Марухи — 15 м<sup>3</sup>/с, р. Аксаут — 20 м<sup>3</sup>/с). В целом проект предусматривает переброску 50% годового стока преимущественно в период летнего паводка.

В здании ГЭС-ГАЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 80 МВт с радиально-осевыми турбинами и два обратимых гидроагрегата мощностью по 70/80 МВт (в турбинном/насосном режиме) с радиально-осевыми насос-турбинами (расчетный напор 234,0 м). Перед насос-турбинами расположены шаровые затворы.

Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с КРУЭ 110 и 330 кВ. Проектная среднесуточная выработка электроэнергии в части ГЭС составляет 415 млн кВт·ч, в части ГАЭС — 162 млн кВт·ч.



Машинный зал



## Зеленчукская ГЭС-ГАЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	300/160*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	577
<b>Месторасположение:</b>	Карачаево-Черкесская Республика, Карачаевский район
<b>Водный объект:</b>	реки Большой Зеленчук, Маруха, Аксаут
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1999
<b>Схема создания напора:</b>	деривационная

### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	12,4
<b>Длина по гребню, м</b>	670,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	498

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	1,36
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	0,0
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,456
<b>Отметка НПУ, м</b>	1012,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×80; 2×70/80 МВт*
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	234,0

\* В турбинном/насосном режиме.

\*\* Гидроузел на р. Большой Зеленчук.

**277,5 (370) МВт**

## Светлинская ГЭС

Светлинская ГЭС расположена в Республике Саха (Якутия), возле пос. Светлый Мирнинского района. Является нижней ступенью каскада ГЭС на р. Вилюй. В настоящее время станция находится в стадии завершения строительства, первые три гидроагрегата на пониженном напоре введены в эксплуатацию в 2004–2008 гг. Станция эксплуатируется АО «Вилюйская ГЭС-3».

В июле 1957 г. на р. Вилюй были начаты изыскательские работы с целью выбора створа для строительства ГЭС. Изначально исследования были сосредоточены на створе, расположенном выше устья р. Малая Ботуобия, удобном по условиям рельефа и транспортной доступности. Но в связи со сложными геологическими условиями данный вариант был отвергнут и для строительства Вилюйской ГЭС выбран расположенный выше по течению Эрбейэкский створ.

При завершении строительства двух очередей Вилюйской ГЭС возник вопрос о дальнейшем развитии энергетического комплекса Западной Якутии, поскольку уже построенная станция не могла удовлетворить растущее энергопотребление. В качестве возможных вариантов рассматривалось возведение тепловой и атомной станций, но в итоге было принято решение о строительстве еще одной ГЭС.

В 1974 г. изыскатели снова вернулись на створ у устья р. Малой Ботуобии. В 1976 г. Институт «Ленгидропроект» выпустил технико-экономическое обоснование проекта Вилюйской ГЭС-3, который был утвержден Советом Министров СССР в 1984 г. С учетом особой

сложности инженерно-геологических и мерзлотных условий, новизны конструктивных и компоновочных решений станция отнесена к уникальным объектам, не имеющим аналогов в мировой практике.

Подготовительные работы в створе Вилюйской ГЭС-3 начались в 1978 г., земляные работы на основных сооружениях — в 1983 г., в сентябре 1986 г. была перекрыта р. Вилюй. Первый кубометр бетона в здание ГЭС уложили 22 апреля 1987 г. В связи с недостатком финансирования строительство станции сильно затянулось, а в 1996–1999 гг. было фактически остановлено. Сооружение Вилюйской ГЭС-3 (переименованной в Светлинскую ГЭС) удалось активизировать в 2000 г. после продажи контрольного пакета ее акций АК «АЛРОСА». Первый гидроагрегат пущен 8 сентября 2004 г., второй — 22 декабря 2005 г. и третий — 6 февраля 2008 г. По состоянию на начало 2018 г. строительство станции не завершено: не смонтирован четвертый гидроагрегат, водохранилище заполнено до промежуточной отметки 177,5 м (проектная отметка НПУ — 181,0 м), на которой мощность станции составляет 277,5 МВт.

Светлинская ГЭС является уникальным объектом, возведенным в чрезвычайно сложных климатических и геологических условиях: годовые перепады температур достигают 100 °С, здание ГЭС располагается на талых породах, а грунтовые плотины — на многолетней мерзлоте.

ГЭС является важным источником энергоснабжения в Западной Якутии. Основным потребителем электро-

энергии, вырабатываемой станцией, является алмазодобывающая промышленность.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Светлинская ГЭС является плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения гидроузла включают в себя две грунтовые плотины и здание ГЭС, совмещенное с донными водосбросами. По состоянию на начало 2018 г. выполнен основной объем работ по строительству станции за исключением монтажа четвертого гидроагрегата.

Грунтовые плотины каменно-земляные с ядром из суглинка, упорные призмы отсыпаны из каменной наброски, в качестве дополнительного противотрационного элемента применена «стена в грунте». Правобережная плотина имеет длину 267,0 м и максимальную высоту 62,0 м, левобережная — длину 112,0 м и максимальную высоту 62,0 м. Берег реки выше левобережной плотины на протяжении 370,0 м закрыт экраном из суглинка, защищенным горной массой.

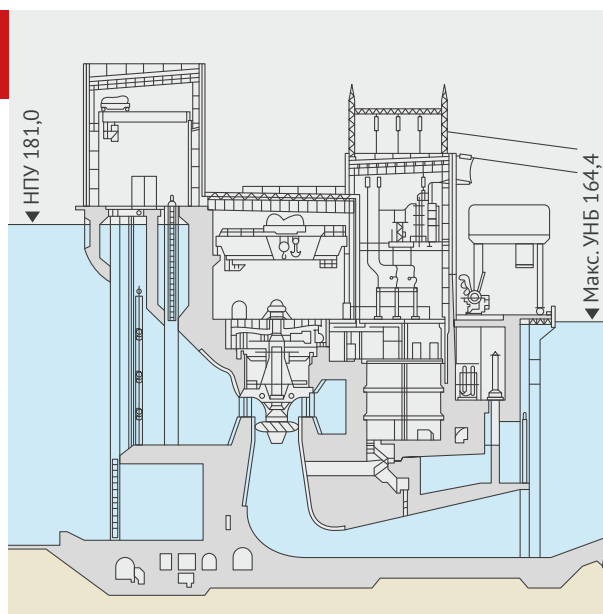
Здание Светлинской ГЭС руслового типа, совмещенное с донными водосбросами. В здании ГЭС по проекту должны размещаться четыре гидроагрегата мощностью по 92,5 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 22,8 м). По состоянию на начало 2018 г. смонтированы три гидроагрегата. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 210,0 м.

Под спиральными камерами гидроагрегатов и монтажной площадкой размещены 16 отверстий донных водосбросов, каждое размером 5×5 м. Пропускная способность водосброса при отметке уровня водохранилища 177,5 м — 5942 м<sup>3</sup>/с, при проектном НПУ 181,0 м — 7100 м<sup>3</sup>/с.

Выдача электроэнергии Светлинской ГЭС в энергосистему производится с КРУЭ 220 кВ. Проектная среднесуточная выработка электроэнергии составляет 1200 млн кВт·ч, фактическая на отметке водохранилища 177,5 м — 750 млн кВт·ч.



Здание ГЭС с работающим донным водосбросом



### Светлинская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	277,5 (370) *
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	750 (1200)
<b>Месторасположение:</b>	Республика Саха (Якутия), Мирнинский район
<b>Водный объект:</b>	р. Вилюй
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2004
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	62,0
<b>Длина по гребню, м</b>	267,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	7277 (9000)

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	593 (1126)
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	0 (195)
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	70,1 (104)
<b>Отметка НПУ, м</b>	177,5 (181,0)

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×92,5 МВт (4×92,5 МВт)
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	22,8***

\* Здесь и далее фактические значения на начало 2018 г. В скобках — проектные значения.

\*\* Правобережная каменно-земляная плотина.

\*\*\* Проектное значение при НПУ 181,0 м.



## Верхне-Тулумская ГЭС

Верхне-Тулумская ГЭС расположена в Мурманской области, у пос. Верхнетулумский. Является верхней, регулирующей, ступенью каскада ГЭС на р. Туломе. Самая мощная гидроэлектростанция в Северо-Западном регионе России. Одна из пяти гидроэлектростанций России с подземным зданием ГЭС. Станция входит в состав ПАО «ТГК-1».

Сооружение Верхне-Тулумской ГЭС, спроектированной Институтом «Ленгидропроект», было начато финской фирмой «Иматран-Войма» в 1961 г. Строительство велось быстрыми темпами, первый гидроагрегат станции был пущен уже в 1964 г., остальные — в 1965 г. Изначально мощность Верхне-Тулумской ГЭС составляла 228 МВт, но в дальнейшем было определено, что генерирующее оборудование имеет запас по мощности, и это позволило после ряда доработок увеличить мощность каждого гидроагрегата на 10 МВт. С целью увеличения выработки станции был разработан проект переброски в ее водохранилище стока р. Печи (притока р. Туломы), который не был осуществлен.

После 50-летней эксплуатации оборудование Верхне-Тулумской ГЭС устарело и стало нуждаться в замене. В 2009–2012 гг. были заменены силовые трансформаторы, в 2015 г. стартовал проект замены гидроагрегатов на новые, что в перспективе позволит увеличить мощность станции.

До 1975 г. Верхне-Тулумская ГЭС выполняла роль регулятора частоты в Кольской энергосистеме. После подключения «Колэнерго» к Объединенной энергосистеме Северо-Запада станция обеспечивает передачу

электроэнергии в Карелию и выполняет функцию быстро вводимого резерва для всего Северного энергетического района.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Верхне-Тулумская ГЭС является плотинно-деривационной гидроэлектростанцией с подземным зданием ГЭС и отводящей деривацией. Сооружения станции включают в себя каменно-земляную плотину, бетонную плотину, водосброс, подземное здание ГЭС (с водоприемником, подводящими водоводами и отводящими тоннелями) и рыбоход.

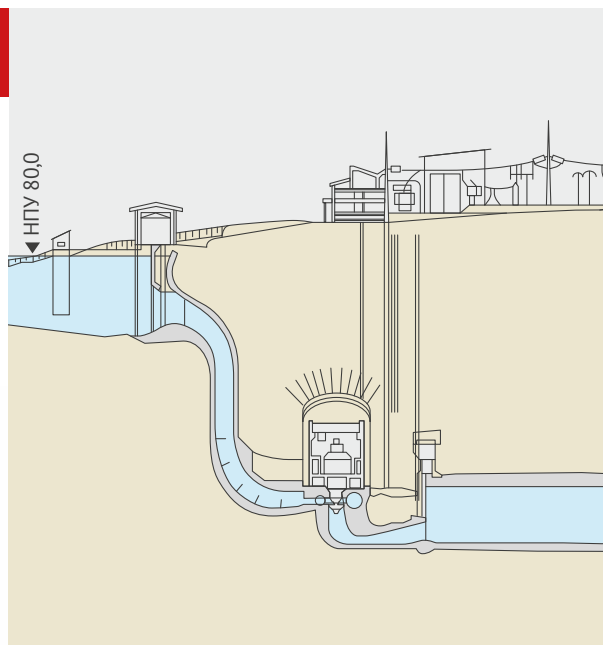
Большая часть напорного фронта создана каменно-земляной плотинной с противофильтрационным ядром из моренного суглинка, имеющей длину 1310,0 м и максимальную высоту 46,5 м. В состав напорного фронта также входят эксплуатационный водосброс, расположенный слева от каменно-земляной плотины и представляющий собой бетонную водосливную плотину длиной 47,0 м и наибольшей высотой 29,0 м, и гравитационная бетонная глухая плотина длиной 62,0 м и высотой 12,0 м. Водосброс имеет два водосливных отверстия шириной 12,0 м, оборудованных сегментными затворами. С руслом реки водосброс сопрягается при помощи водосбросного канала длиной 320,0 м. Пропускная способность водосброса 964 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 1080 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Водоприемник ГЭС расположен на левом берегу, в конце короткого подводящего канала. От водоприемника берут начало четыре тоннельных турбинных

водовода длиной 68,0 м. В подземном здании ГЭС установлены четыре гидроагрегата мощностью по 67 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 58,5 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий тоннель длиной 652,0 м и далее в отводящий канал длиной 1300,0 м, из которых 270,0 м проходит в скальной выемке.

В составе гидроузла сооружен рыбоход длиной 1960,0 м с подземным рыбоподъемником, который оказался неэффективным. Сейчас в его помещениях оборудован рыбзавод.

Выдача электроэнергии Верхне-Тулумской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 150 кВ. Средне-многолетняя выработка электроэнергии составляет 860,3 млн кВт·ч.



Машинный зал



Водоприемник

## Верхне-Тулумская ГЭС

Установленная мощность, МВт	268*
Средне-многолетняя выработка, млн кВт·ч	860,3
Месторасположение: Мурманская область, Кольский район	
Водный объект: р. Тулома	
Год пуска первого гидроагрегата	1964
Схема создания напора: плотинно-деривационная	

### ПЛОТИНА

Тип плотины: грунтовая	
Максимальная высота, м	46,5
Длина по гребню, м	1310,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	1431

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, км <sup>3</sup>	11,52
Объем полезный, км <sup>3</sup>	3,86
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	745
Отметка НПУ, м	80,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	4×67 МВт
Тип турбин: поворотно-лопастные	
Расчетный напор, м	58,5

\* Данные на начало 2018 г. В ходе реконструкции станции ее мощность планируется увеличить.



## Миатлинская ГЭС

Миатлинская гидроэлектростанция расположена на р. Сулак (в 125,0 км от ее устья), в Республике Дагестан, возле села Миатли Кизилюртовского района. Входит в состав каскада ГЭС на р. Сулак, является второй ступенью Сулакского каскада и выполняет функции контррегулятора Черкейской ГЭС. Сложные природные условия строительства обусловили ряд оригинальных конструктивных особенностей станции. Миатлинская ГЭС входит в состав Дагестанского филиала ПАО «РусГидро».

Подготовительные работы по строительству Миатлинской ГЭС были начаты в 1974 г., в 1976 г. было завершено строительство правобережного автотранспортного тоннеля длиной 600,0 м, что позволяло развернуть работы на основных сооружениях. Однако подрезка склона при строительстве технологических автодорог и трасс коммуникаций привела в 1977 г. к движению в сторону стройплощадки масштабного оползня объемом 17 млн м<sup>3</sup>. Оползень уничтожил часть производственной базы строительства и поставил под угрозу реализацию проекта. Строительство было приостановлено.

Оползневые процессы привели к значительным корректировкам проекта. Здание ГЭС было отнесено на два километра ниже по течению от створа плотины, в проекте появились деривационный тоннель и уравнильный резервуар. Строительные работы были активизированы в 1982 г. после утверждения скорректированного технического проекта. Строительство велось быстрыми темпами, в частности плотина была

возведена по передовой поярусной технологии в течение одного сезона.

Первый гидроагрегат Миатлинской ГЭС пущен 1 января 1985 г., второй — 15 июля того же года. Основной задачей Миатлинской ГЭС является выполнение функции контррегулятора для выравнивания неравномерных в течение суток сбросов с вышележащей Черкейской ГЭС с попутной выработкой электроэнергии. Из уравнильного резервуара станции берет начало Миатлинский водовод, являющийся одним из источников водоснабжения г. Махачкалы.

В настоящее время ведется реконструкция Миатлинской ГЭС с заменой устаревшего оборудования и ремонтом сооружений. Наиболее крупным мероприятием проекта модернизации является замена рабочих колес и ряда других элементов гидротурбин, которая по состоянию на начало 2018 г. находится на завершающем этапе. Необходимость работ по замене рабочих колес вызвана проектными ошибками в их конструкции, в результате чего наблюдалось повышенное трещинообразование лопастей. Замена рабочих колес позволит (в перспективе, после замены генераторов) увеличить мощность гидроэлектростанции.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Миатлинская ГЭС является средненапорной плотинно-деривационной гидроэлектростанцией, большая часть напора создается при помощи плотины. Сооружения станции включают в себя плотину, водоприемник, деривационный тоннель, уравниль-

ный резервуар, турбинный водовод, здание ГЭС, отводящий канал.

Плотина бетонная арочная, водосливная, длиной 179,0 м и высотой 87,0 м, на гребне плотины расположены четыре водосливных отверстия шириной по 14,0 м, оборудованные плоскими затворами. Гашение энергии потока воды производится в бетонированном водобойном колодце. Пропускная способность плотины 2160 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 2500 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Водоприемник глубинного типа высотой 38,5 м расположен на левом берегу и снабжен двумя водопропускными отверстиями, оборудованными плоскими аварийно-ремонтными затворами.

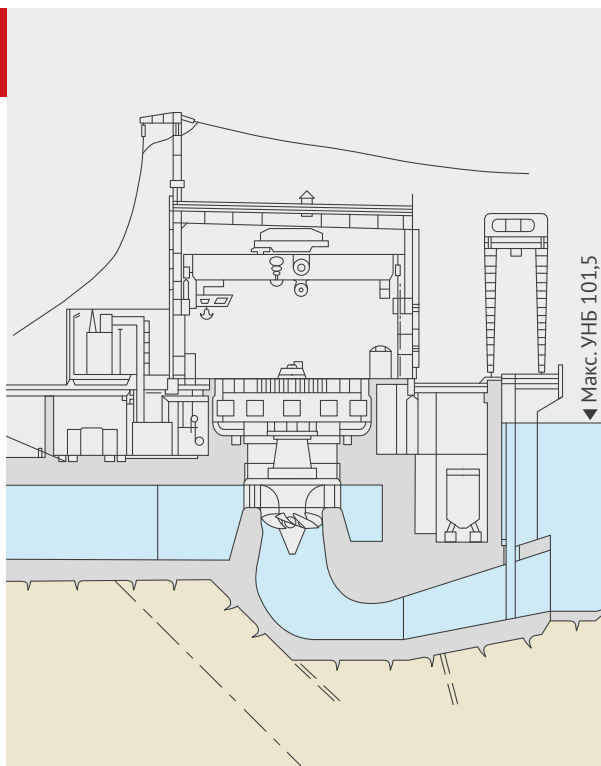
Деривационный тоннель напорный, подковообразного сечения, длиной 1702,0 м и пропускной способностью 532 м<sup>3</sup>/с. Тоннель завершается уравнительным резервуаром, который состоит из шахты диаметром 25,0 м и глубиной 75,0 м, а также четырех камер, объединенных по концам аэрационно-подходным тоннелем. Длина каждой из камер составляет 90,0–100,0 м. Из уравнительного резервуара берут начало два турбинных водовода, каждый из которых состоит из подземной части длиной 135,4 м и наземной длиной 22,2 м. Входы в тоннели оборудованы плоскими аварийно-ремонтными затворами.

В здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 110 МВт. Гидроагрегаты оборудованы поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 46,0 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 44,0 м.

Выдача электроэнергии Миатлинской ГЭС в энергосистему производится с открытого распределительного устройства 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 690 млн кВт·ч.



Пропуск воды через недостроенную плотину



## Миатлинская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	220
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	690
<b>Месторасположение:</b> Республика Дагестан, Кизилюртовский район	
<b>Водный объект:</b> р. Сулак	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1986
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> бетонная арочная	
<b>Максимальная высота, м</b>	87,0
<b>Длина по гребню, м</b>	179,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	2692

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	47,0
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	21,7
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1,72
<b>Отметка НПУ, м</b>	156,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×110 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	46,0



## Цимлянская ГЭС

Цимлянская ГЭС расположена на р. Дон, в Ростовской области, вблизи г. Цимлянск, является единственной гидроэлектростанцией на р. Дон, играет важную роль в обеспечении водоснабжения, орошения засушливых земель, работе водного транспорта, защите от наводнений. Цимлянская ГЭС эксплуатируется ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго».

Сооружение Цимлянской ГЭС являлось частью проекта Волго-Донского водного пути, предусматривающего строительство Волго-Донского судоходного канала и улучшение условий судоходства на р. Дон ниже канала. Первый подробный проект этого пути был составлен в 1927–1928 гг. и предусматривал помимо канала сооружение десяти низконапорных плотин со шлюзами, в том числе одной — выше станицы Цимлянской. По ряду причин этот проект не был реализован. Такая же судьба постигла проекты 1933 и 1938 гг., включавшие также создание крупного регулирующего водохранилища в районе г. Калач-на-Дону. В 1944 г. проектирование Волго-Донского водного пути было поручено Институту «Гидропроект». Проектно-изыскательские работы были начаты в 1947 г.

Строительство Волго-Донского водного пути, включающего в себя Волго-Донской судоходный канал, Цимлянский гидроузел, Донской магистральный оросительный канал с распределительными каналами, было санкционировано постановлением Совета министров СССР от 27 февраля 1948 г. Этим постановлением реализация проекта была возложена на Министерство внутренних дел СССР.

Подготовительные работы по строительству Цимлянской ГЭС начались в 1948 г. Основной рабочей силой стали заключенные ГУЛАГа. Изыскательские и проектные работы завершились в 1949 г. подготовкой технического проекта гидроузла Цимлянской ГЭС. Возведение основных сооружений станции началось 10 февраля 1949 г. с разработки котлована водосливной плотины и здания ГЭС. Строительство станции велось очень быстрыми темпами: уже 23 сентября 1951 г. было перекрыто русло реки, в январе 1952 г. началось наполнение Цимлянского водохранилища. Первый гидроагрегат Цимлянской ГЭС был пущен 6 июня 1952 г., второй — 19 июля 1952 г., третий — 22 августа 1952 г., четвертый (агрегат рыбоподъемника) — 27 апреля 1953 г., пятый — 29 марта 1954 г.

Изначально мощность Цимлянской ГЭС составляла 164 МВт, после модернизации гидрогенераторов в 1978–1981 гг. мощность станции возросла до 204 МВт. К началу 1990-х гг. оборудование станции, отработавшее более 40 лет, физически и морально устарело, и начались работы по его замене. С 1997 по 2012 г. были заменены три гидроагрегата, что позволило увеличить мощность станции. В 2000–2007 гг. проводилась замена всех сегментных затворов водосливной плотины, были смонтированы новые элегазовые генераторные выключатели и выключатели на распределительном устройстве. Планируется замена еще одного гидроагрегата с увеличением его мощности.

Цимлянская ГЭС обеспечивает крупнотоннажное судоходство на р. Дон как в верхнем бьефе (водохрани-



лише создано на месте самого мелководного участка реки), так и в нижнем бьефе (за счет увеличения расходов воды в межень). Цимлянский гидроузел обеспечивает орошение и обводнение засушливых земель, питая Донской магистральный канал — одну из крупнейших оросительных систем Ростовской области. Также гидроузел решает задачи водоснабжения большого количества потребителей (в том числе Ростовской АЭС) и защиты от наводнений.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Цимлянская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя три земляные намывные плотины общей длиной 12672,0 м, водосливную плотину, здание ГЭС (совмещенное с рыбоподъемником), два однокамерных однопольных судоходных шлюза, головное сооружение Донского магистрального канала. По сооружениям гидроузла проложены автомобильная и железная дороги.

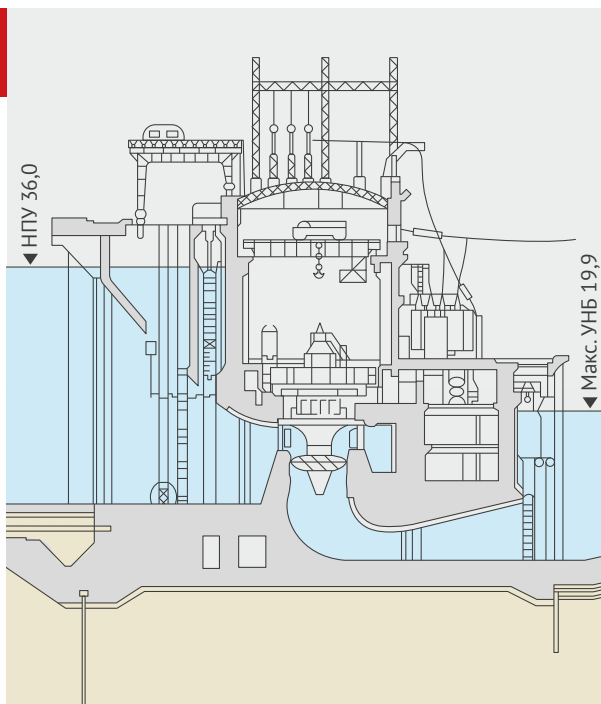
Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 495,5 м и высотой 43,65 м, имеет 24 водосливных пролета шириной по 16,0 м, оборудованных сегментными затворами. Пропускная способность плотины 16 200 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 23 300 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В русловом здании Цимлянской ГЭС размещены четыре гидроагрегата с поворотными лопастными турбинами (расчетный напор 22,0 м). Из них три имеют установленную мощность 52,5 МВт, один — 50 МВт. Между зданием ГЭС и водосливной плотиной находится рыбоподъемник, оснащенный собственным гидроагрегатом мощностью 4 МВт.

Выдача вырабатываемой Цимлянской ГЭС электроэнергии производится с ОРУ 110 и 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 646,8 млн кВт·ч.



Здание ГЭС



### Цимлянская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	211,5
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	646,8
<b>Месторасположение:</b>	Ростовская область, Цимлянский район
<b>Водный объект:</b>	р. Дон
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1952
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	25,0
<b>Длина по гребню, м</b>	6720,2
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	17 300

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	22,97
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	11,29
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	2624
<b>Отметка НПУ, м</b>	36,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	1×4; 1×50; 3×52,5 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотные лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	22,0

\* Левобережная плотина № 91.



201 МВт

## Серебрянская ГЭС-1

Серебрянская ГЭС-1 расположена на р. Вороньей в Кольском районе Мурманской области, возле пос. Турманский и является верхней, регулирующей, ступенью Серебрянского каскада ГЭС. Вторая по мощности гидроэлектростанция в Северо-Западном регионе России. Серебрянская ГЭС-1 входит в состав ПАО «ГТК-1».

Строительство каскада ГЭС на р. Вороньей было выбрано следующим этапом развития гидроэнергетики Мурманской области после возведения Ковдинского каскада ГЭС. Проект Серебрянских ГЭС разработан Институтом «Ленгидропроект», уточненное проектное задание было утверждено в 1967 г.

Решение о строительстве Каскада Серебрянских ГЭС было принято в июне 1962 г. Подготовительные работы по сооружению станций начались в апреле 1963 г. Створы ГЭС находились в труднодоступной необжитой местности, в результате потребовались значительные усилия для создания всей необходимой для строительства инфраструктуры, в частности дороги длиной 120 км. Первый кубометр бетона в сооружения Серебрянской ГЭС-1 был уложен летом 1967 г., а уже 25 ноября 1970 г. пущен первый гидроагрегат, остальные гидроагрегаты были введены до конца того же года. В 1971 г. строительство станции было в целом завершено.

Особенностью Серебрянской ГЭС-1 является использование высоконапорных поворотно-лопастных турбин (с самым большим напором для турбин такого типа в России). Изначально на станции были установлены двухперовые поворотно-лопастные турби-

ны, оказавшиеся неудачными: в начальный период эксплуатации из-за сильных вибраций потребовалась существенная их доработка. В 1999–2000 гг. была произведена замена рабочих колес гидротурбин на традиционные поворотно-лопастные.

Серебрянская ГЭС-1 работает в пиковой части графика нагрузки, выполняет функции регулирования частоты, является аварийным резервом мощности энергосистемы. Имея емкое водохранилище многолетнего регулирования, служит регулирующей гидроэлектростанцией всего каскада.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Серебрянская ГЭС-1 является плотинно-деривационной гидроэлектростанцией, большая часть напора создается при помощи плотины. Сооружения станции включают в себя каменно-земляную плотину, дамбу, четыре земляные плотины, водосброс, подводящий канал, водоприемник, турбинные водоводы, здание ГЭС, отводящий канал.

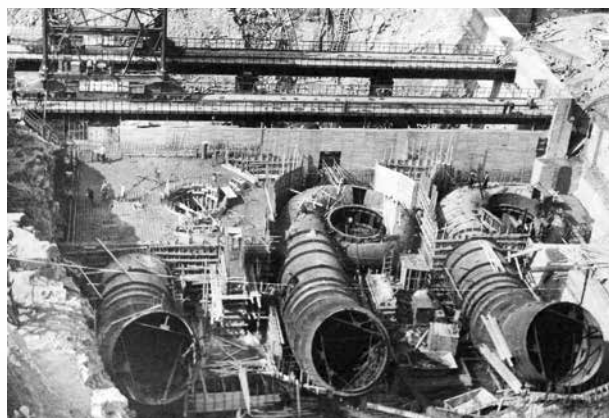
Большая часть напорного фронта создается каменно-земляной плотинной с противотрационным ядром из моренного суглинка, имеющей длину 1820,0 м и максимальную высоту 78,0 м. Плотина переходит в земляную дамбу длиной 590,0 м и высотой 8,0 м. Четыре земляные плотины общей длиной 1077,0 м расположены в местных понижениях рельефа.

Эксплуатационный водосброс расположен слева от земляной плотины, представляет собой наполови-

ну врезанную в скалу бетонную конструкцию с двумя поверхностными водосливными пролетами шириной по 10,0 м, оборудованными сегментными затворами. Пропускная способность водосброса 654 м<sup>3</sup>/с при НПУ. Сброс воды происходит в отводящий канал и далее в водохранилище Серебрянской ГЭС-2.

Подводящий канал длиной 1625,0 м и шириной 17,0 м берет начало в водохранилище между каменно-земляной плотиной и водосбросом. Канал завершается водоприемником с тремя глубинными водозаборными отверстиями, из которых вода поступает в три металлических турбинных водовода длиной по 267,1 м и диаметром на разных участках 5,64 и 5,24 м. В здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 67 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 75,7 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 84,4 м.

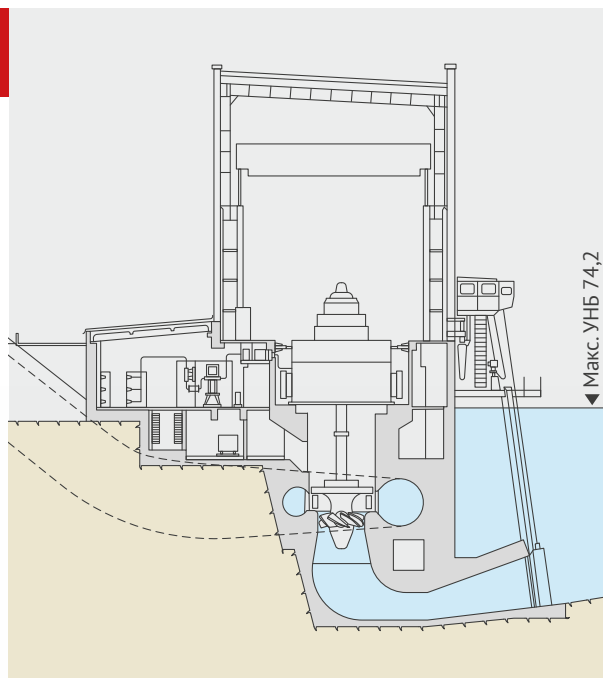
Выдача электроэнергии Серебрянской ГЭС-1 в энергосистему производится с ОРУ 35, 150 и 330 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 550 млн кВт·ч.



Строительство здания Серебрянской ГЭС-1



Турбинные водоводы



### Серебрянская ГЭС-1

Установленная мощность, МВт	201
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	550
Месторасположение:	Мурманская область, Кольский район
Водный объект:	р. Воронья
Год пуска первого гидроагрегата	1970
Схема создания напора:	плотинно-деривационная

#### ПЛОТИНА\*

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	78,0
Длина по гребню, м	1820,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	878

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, км <sup>3</sup>	4,174
Объем полезный, км <sup>3</sup>	1,667
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	556
Отметка НПУ, м	154,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	3×67 МВт
Тип турбин:	поворотно-лопастные
Расчетный напор, м	75,7

\* Каменно-земляная плотина.



## Кубанская ГЭС-2

Кубанская ГЭС-2 расположена возле пос. Ударный Прикубанского района Карачаево-Черкесии, на 63-м километре Большого Ставропольского канала. Совместно с Кубанской ГАЭС и Кубанской ГЭС-1 входит в Куршавскую группу ГЭС и является крупнейшей по мощности станцией Каскада Кубанских ГЭС. Кубанская ГЭС-2 эксплуатируется филиалом ПАО «РусГидро» — «Каскад Кубанских ГЭС».

Проектное задание первой очереди Кубань-Калаусской системы (Большого Ставропольского канала) утверждено в 1956 г. Уже на стадии первоначальных проектных проработок было установлено, что из-за сложных топографических и инженерно-геологических условий использовать все падение на Куршавском участке канала на одной ступени не удастся. Проектным заданием предполагалось строительство ГЭС-1 мощностью 21,4 МВт и ГЭС-2 мощностью 120 МВт.

В ходе дальнейшего проектирования появилась возможность увеличения мощности и выработки Кубанской ГЭС-2 за счет повышения пропускной способности канала и подаваемого по нему объема воды. В таком виде проект был принят к реализации. Строительство ГЭС-2 началось в 1961 г., первый гидроагрегат пущен в 1967 г., на проектную мощность станция вышла в 1969 г. В 1977–1983 гг. была произведена замена рабочих колес гидротурбин.

ГЭС-2 находится в головной части Каскада Кубанских ГЭС, наличие бассейна суточного регулирования позволяет станции работать в пиковой части графика

нагрузок. В настоящее время ведется модернизация ГЭС-2, предусматривающая замену устаревшего оборудования и ремонт основных сооружений. На первом этапе будут заменены силовые трансформаторы и оборудование распределительных устройств.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Конструктивно ГЭС-2 представляет собой высоконапорную деривационную гидроэлектростанцию. Сооружения ГЭС-2 включают в себя бассейн суточного регулирования с подводящим каналом, водоприемник, четырехниточный напорный трубопровод, здание ГЭС, отводящий канал, выравнивающее водохранилище. Особенностью Кубанской ГЭС-2 является отсутствие холостого водосброса, пропуск воды производится исключительно через гидроагрегаты.

Бассейн суточного регулирования (БСР) имеет полезную емкость 2,29 млн м<sup>3</sup> и располагается в полувыемке-полунасыпи. В пониженных местах рельефа БСР ограждается двумя дамбами максимальной высотой 12,5 м: левой длиной 1500,0 м и правой — 1150,0 м. При входе в БСР располагается шлюз-регулятор, выполняющий роль сопрягающего сооружения между каналом и БСР (колебания уровня воды в БСР достигают 2,2 м). БСР соединен с водоприемником подводящим каналом длиной 1,5 км.

Водоприемник ГЭС-2 сифонного типа, с клапанами для срыва вакуума, четырехпролетный. Напорные трубопроводы четырехниточные, диаметром 4,0 м, длина каждой нитки составляет 1535,0 м. Водоводы

имеют различную конструкцию: две нитки полностью металлические, две другие имеют смешанную конструкцию — как железобетонную, так и металлическую. Конструкции водоприемника и напорных трубопроводов унифицированы с другими станциями Каскада Кубанских ГЭС (Кубанских ГАЭС, ГЭС-1 и ГЭС-3), что позволило снизить затраты на сооружение каскада в целом.

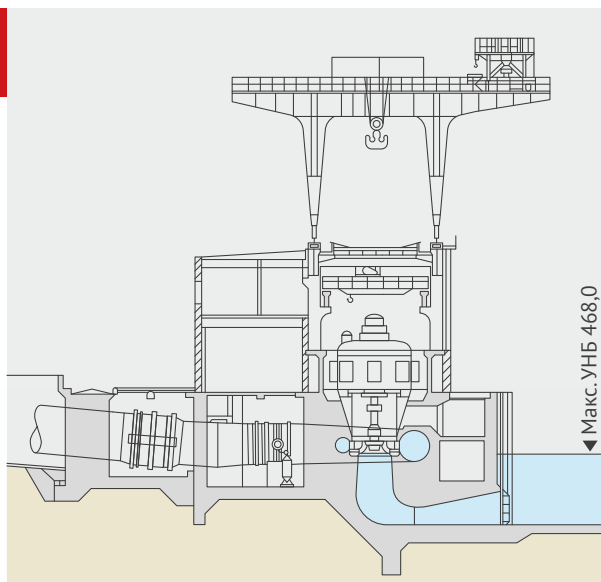
В здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 46 МВт. Гидроагрегаты оборудованы радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 114,5 м). Перед турбинами смонтированы дисковые затворы. Особенностью конструкции здания ГЭС является его полукрытая компоновка с размещением козловых кранов на крыше, что придает зданию характерный внешний вид. Также предусмотрена возможность расширения здания ГЭС с установкой дополнительных гидроагрегатов и увеличением мощности станции на 200 МВт.

Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 110 и 330 кВ (ведутся работы по замене их на КРУЭ). Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 525 млн кВт·ч.

В нижнем бьефе ГЭС-2 расположено выравнивающее водохранилище полным объемом 11 млн м<sup>3</sup> и полезным объемом 2 млн м<sup>3</sup>, задачей которого является недопущение колебаний уровня воды в Большом Ставропольском канале ниже по течению в результате работы Кубанской ГЭС-2. Водоохранилище образовано грунтовой плотинной высотой 22,0 м. Также в напорный фронт входят шлюз-регулятор и холостой водосброс пропускной способностью до 100 м<sup>3</sup>/с.



Напорные водоводы



## Кубанская ГЭС-2

<b>Установленная мощность, МВт</b>	184
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	525
<b>Месторасположение:</b>	Карачаево-Черкесская Республика, Прикубанский район
<b>Водный объект:</b>	Большой Ставропольский канал
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1967
<b>Схема создания напора:</b>	деривационная

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	12,5
<b>Длина по гребню, м</b>	2650,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	180**

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	4,29
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	2,29
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,8
<b>Отметка НПУ, м</b>	590,7

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×46 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	114,5

\* Дамбы бассейна суточного регулирования.

\*\* Расход только через гидроагрегаты, водосбросные сооружения отсутствуют.

\*\*\* Бассейн суточного регулирования.



## Кривопорожская ГЭС

Кривопорожская гидроэлектростанция расположена на р. Кемь в Кемском районе Республики Карелия, возле пос. Кривой Порог. Является третьей (после планируемого ввода в эксплуатацию Белопорожских ГЭС) ступенью Кемского каскада ГЭС, наиболее мощной станцией каскада. Кривопорожская ГЭС входит в состав ПАО «ТТК-1».

Подготовительные работы по возведению Кривопорожской ГЭС начались в 1974 г., но продолжительное время строительство станции было фактически законсервировано в связи с отсутствием в регионе дефицита электроэнергии — ввод в эксплуатацию основного потребителя электроэнергии ГЭС, Костомукшского горно-обогатительного комбината, задерживался.

Ситуация изменилась в начале 1980-х гг., когда в 1982 г. был введен в эксплуатацию Костомукшский горно-обогатительный комбинат, а в 1985 г. Минэнерго СССР приняло постановление «Об ускорении строительства Кривопорожской ГЭС». В Карелию из Мурманской области были переброшены мощности «Севгидростроя», ранее возводившего Серебрянские и Териберские ГЭС.

Первый гидроагрегат Кривопорожской ГЭС был пущен 30 июня 1990 г., последний — 27 сентября 1991 г.

Дальнейшие планы по развитию каскада предусматривали строительство Белопорожской и Морской ГЭС. Возведение Белопорожской ГЭС было начато в 1993 г. и остановлено в 1999 г. при готовности около 10% по причине отсутствия финансирования. Позднее проект был переработан в части уменьшения мощности (и соответственно зоны затопления). В 2016 г. АО «Норд Гидро» начало строительство двух Белопорожских малых ГЭС общей мощностью 49,8 МВт, использующих одно подпорное сооружение.

Кривопорожская ГЭС является крупнейшей в Кемском каскаде, ее мощность превышает мощность всех остальных действующих станций каскада вместе взятых. ГЭС обеспечивает энергоснабжение Костомукшского горно-обогатительного комбината, а также работает в пиковой части графика нагрузки.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Кривопорожская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроуз-



Машинный зал

ла включают в себя земляную, глухую бетонную и водосбросную плотины, здание ГЭС, отводящие каналы ГЭС и водосброса.

Земляная плотина отсыпана из моренных супесей, имеет длину 1275,0 м и максимальную высоту 30,5 м. Состоит из двух участков (правобережного и левобережного), между которыми расположены бетонные сооружения гидроузла.

Водосбросная бетонная плотина имеет длину 30,0 м и высоту 25,5 м, она оборудована двумя водосливными пролетами шириной по 12,0 м, снабженными сегментными затворами. Пропускная способность водосбросной плотины 940 м<sup>3</sup>/с при НПУ. Между водосбросной плотиной и зданием ГЭС расположена глухая бетонная плотина длиной 30,9 м.

В здании ГЭС руслового типа размещены четыре гидроагрегата мощностью по 45 МВт с поворотными турбинами (расчетный напор 26,0 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 730,5 м.

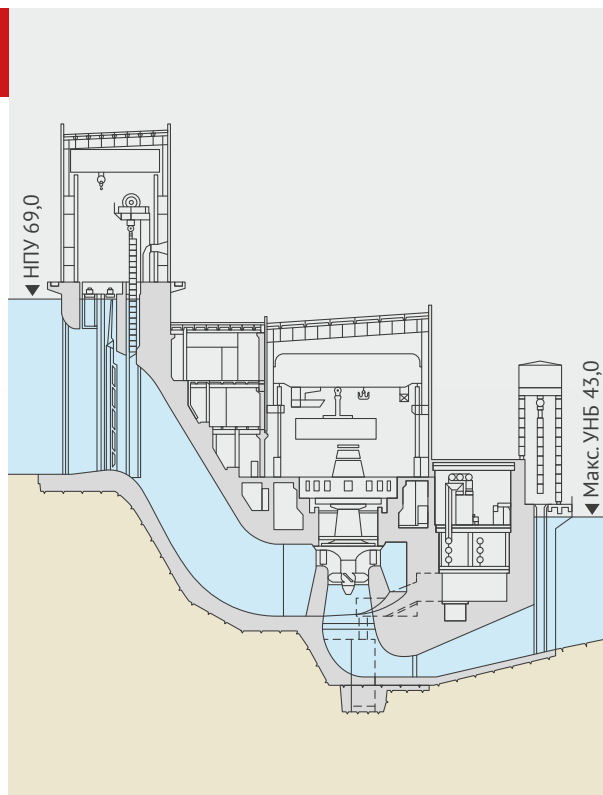
Выдача электроэнергии Кривопорожской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 35 и 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 530,7 млн кВт·ч.



Водосливная плотина и здание ГЭС



Здание ГЭС с верхнего бьефа



## Кривопорожская ГЭС

Установленная мощность, МВт	180
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	530,7
<b>Месторасположение:</b> Республика Карелия, Кемский район	
<b>Водный объект:</b> р. Кемь	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1990
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	30,5
Длина по гребню, м	1275,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	1716

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	566
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	67
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	70,4
Отметка НПУ, м	69,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	4×45 МВт
Тип турбин:	поворотные-лопастные
Расчетный напор, м	26,0

**168 (570) МВт**

## Усть-Среднеканская ГЭС

Усть-Среднеканская ГЭС расположена на р. Колыме (в 1460 км от устья) в Магаданской области и является нижней ступенью Колымского каскада ГЭС. В настоящее время станция находится в стадии строительства, первые гидроагрегаты на пониженном напоре введены в эксплуатацию в 2013 г. Усть-Среднеканская ГЭС эксплуатируется ПАО «Колымаэнерго» (дочернее общество ПАО «РусГидро»).

Усть-Среднеканская ГЭС спроектирована Институтом «Ленгидропроект» в 1980-х гг., технико-экономическое обоснование строительства станции было утверждено 4 января 1989 г. Титул строительства утвержден Минэнерго СССР 21 декабря 1990 г., работы подготовительного этапа начались в 1991 г.

В 1992 г. в створе гидроузла были начаты земляные работы: отсыпаны перемычки котлована основных сооружений. Первый кубометр бетона на строительстве ГЭС уложен в 1993 г., в этом же году введен в эксплуатацию мост через р. Колыму, обеспечивший транспортную связь с левобережной площадкой строительства. В 1999 г. начался монтаж гидросилового оборудования — отсасывающих труб первых двух гидротурбин. В 1990-х — начале 2000-х гг. строительство станции велось низкими темпами ввиду недостаточного финансирования. Возник вопрос о целесообразности продолжения строительства, который был решен в 2005 г. в пользу достройки пускового комплекса станции, и финансирование было увеличено.

25 сентября 2011 г. была перекрыта р. Колыма, в 2013 г. на станции произведен пуск первых двух

гидроагрегатов на отметке водохранилища 256,5 м, ГЭС достигла мощности 168 МВт. В январе 2017 г. Усть-Среднеканской ГЭС было присвоено имя первого министра топлива и энергетики РФ, одного из создателей и первого руководителя ПАО «ЕЭС России» Анатолия Федоровича Дьякова.

По состоянию на начало 2018 г. ведутся работы в объеме второго пускового комплекса по монтажу третьего гидроагрегата и строительству основных сооружений. После пуска третьего гидроагрегата и подъема уровня водохранилища до отметки 268,5 м, намеченных на 2018 г., мощность Усть-Среднеканской ГЭС достигнет 310,5 МВт. Завершение строительства Усть-Среднеканской ГЭС позволит создать предпосылки для развития горнодобывающих предприятий, в первую очередь — золотодобывающих (таких как Наталкинский ГОК и в перспективе Баимский ГОК). Увеличится надежность энергоснабжения Магаданской области, будет обеспечена энергетическая безопасность региона, повысятся в 1,5 раза зимняя гарантированная мощность и выработка Колымской ГЭС. Также на Усть-Среднеканскую ГЭС будет переключено регулирование судоходных попусков, что позволит снять ограничения на режимы работы Колымской ГЭС.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Усть-Среднеканская ГЭС является плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя земляную плотину, сопрягающий устой, бетонную плотину, здание ГЭС.



Земляная плотина отсыпается из песчано-гравийного грунта и имеет противофильтрационное ядро из су-глинка. Проектная длина плотины составляет 2100,0 м, максимальная высота 65,0 м. По состоянию на начало 2018 г. сооружение находится в стадии строительства, напор воспринимает временная земляная плотина длиной 1218,0 м и высотой 33,5 м.

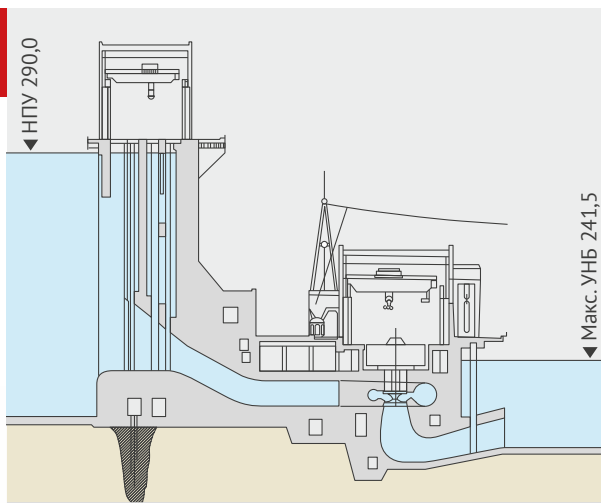
Бетонная плотина (также находится в стадии строительства) общей длиной 325,0 м и проектной максимальной высотой 74,0 м состоит из водосбросной, станционной и глухой плотин. Сопряжение с земляной плотиной осуществляется с помощью бетонного сопрягающего устоя длиной 70,0 м. Водосбросная плотина имеет 10 глубинных отверстий размером 6,0×12,0 м, гашение энергии потока сбрасываемой воды производится в водобойном колодце. Пропускная способность водосброса 8800 м<sup>3</sup>/с при отметке 256,5 м и 17 200 м<sup>3</sup>/с при НПУ 290,0 м.

В приплотинном здании ГЭС планируется разместить четыре гидроагрегата мощностью по 142,5 МВт, оборудованных радиально-осевыми турбинами (проектный расчетный напор 58,4 м). По состоянию на начало 2018 г. смонтированы два гидроагрегата, гидротурбины которых имеют временные рабочие колеса. На промежуточной отметке водохранилища 256,5 м гидроагрегаты работают при напоре 22,9 м и имеют мощность по 84 МВт.

Выдача электроэнергии Усть-Среднеканской ГЭС в энергосистему производится с КРУЭ 220 кВ. Проектная среднесуточная выработка электроэнергии составляет 2555 млн кВт·ч, фактическая на отметке водохранилища 256,5 м — 495,6 млн кВт·ч.



Спиральная камера третьего гидроагрегата



## Усть-Среднеканская ГЭС

**Установленная мощность, МВт** 168 (570) \*

**Среднегодовая выработка, млн кВт·ч** 495,6 (2555)

**Месторасположение:** Магаданская область, Среднеканский район

**Водный объект:** р. Колыма

**Год пуска первого гидроагрегата** 2013

**Схема создания напора:** плотинная

### ПЛОТИНА\*\*

**Тип плотины:** грунтовая

**Максимальная высота, м** 33,5 (65,0)

**Длина по гребню, м** 1218,0 (2100,0)

**Расчетный максимальный**

**сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с** 8800 (18 280)

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

**Объем полный, км<sup>3</sup>** 0,524 (5,4)

**Объем полезный, км<sup>3</sup>** 0 (2,57)

**Площадь при НПУ, км<sup>2</sup>** 59,6 (265,0)

**Отметка НПУ, м** 256,5 (290,0)

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

**Количество и мощность**

**гидроагрегатов** 2×84 МВт (4×142,5 МВт)

**Тип турбин:** радиально-осевые

**Расчетный напор, м** 25,7 (58,4) \*\*\*

\* Здесь и далее фактические значения на начало 2018 г. В скобках — проектные значения.

\*\* Временная земляная плотина (в скобках — постоянная земляная плотина, проектные значения).

\*\*\* Среднегодовой летний напор на отметке водохранилища 256,5 м (в скобках — проектный напор).

166,4 МВт



## Павловская ГЭС

Павловская ГЭС расположена на р. Уфе, возле с. Павловка Нуримановского района Республики Башкортостан и является крупнейшей ГЭС в республике. Станция имеет нестандартную конструкцию: водосливная плотина совмещена со зданием ГЭС, судоходный шлюз также выполняет функции дополнительного водосброса. Павловская ГЭС входит в состав ООО «Башкирская генерирующая компания», судоходный шлюз находится в ведении Министерства транспорта РФ.

Первые проектные проработки по гидроэнергетическому использованию р. Уфы были проведены в 1933 г. в бюро уральского треста «ГИДЭП», занимавшегося изучением энергетического потенциала рек Среднего и Южного Урала. На р. Уфе был намечен к строительству каскад из 11 гидроэлектростанций, в том числе пять из них — ниже г. Красноуфимска. Был создан первый эскизный проект Павловской ГЭС, но дальнейшие проработки приостановились. Работы по изысканию и проектированию станции возобновились в 1942 г. Проектное задание Павловской ГЭС утверждено 9 мая 1945 г., технический проект — 20 апреля 1954 г.

Подготовительные работы по возведению Павловской ГЭС были начаты в 1950 г., а земляные работы на основных сооружениях — в 1952 г. Река Уфа была перекрыта весной 1959 г., а 24 апреля того же года заработал первый гидроагрегат. Последняя станционная машина пущена в 1960 г., а в 1961 г. строительство Павловской ГЭС было завершено.

Павловская ГЭС стала первой в отечественной практике гидротехнического строительства гидроэлек-

тростанцией, возведенной на закарстованных известняках, имеющих большие трещины и пустоты, что потребовало больших объемов цементационных работ.

Павловская ГЭС является единственной гидроэлектростанцией на р. Уфе. Станция выполняет функции аварийного резерва и покрытия пиковой части графика нагрузки Башкирской энергосистемы. С момента пуска гидроэлектростанция выработала более 35 млрд киловатт-часов электроэнергии. Помимо выработки электроэнергии, Павловская ГЭС обеспечивает речное судоходство, а также водоснабжение г. Уфы. В рамках программы модернизации станции проведена замена лопастей и камер рабочих колес гидротурбин, силовых трансформаторов, систем возбуждения гидрогенераторов, реконструирована русловая плотина, усилено крепление дна отводящего канала. Ведется замена аварийно-ремонтных затворов гидроагрегатов.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

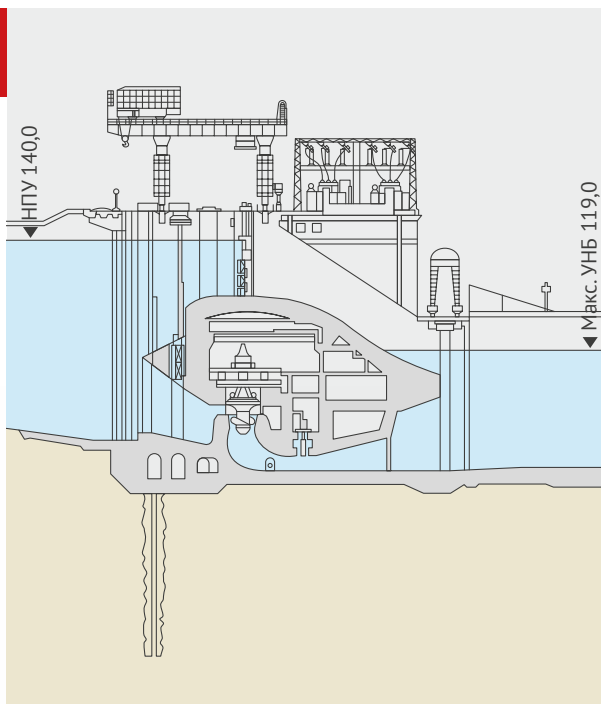
Павловская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя две грунтовых плотины (русловую намывную и левобережную), здание ГЭС (совмещенное с водосливной плотиной), одноплощадный однокамерный судоходный шлюз-водосброс. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

Русловая грунтовая плотина намыта из аллювиальных отложений, имеет противотрафиционное ядро

из мелкозернистого песка со стенкой из металлического шпунта. Длина плотины составляет 232,0 м, высота — 43,0 м. Левобережная грунтовая плотина отсыпана из суглинков, имеет длину 397,0 м и высоту 20,0 м. Для пропуска через гидроузел речных судов используется не имеющий аналогов в России одноконтурный однокамерный судоходный шлюз, применяемый также как дополнительный водосброс пропускной способностью 1100 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 1410 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Водосливная плотина совмещена со зданием ГЭС. В верхней части сооружения общей длиной 79,2 м и высотой 53,5 м размещены четыре поверхностных водослива общей пропускной способностью 5540 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 6740 м<sup>3</sup>/с при ФПУ. В здании ГЭС под водосливами размещены четыре гидроагрегата мощностью по 41,6 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 22,0 м).

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии Павловской ГЭС составляет 590 млн кВт·ч.



Машинный зал



Главный щит управления

### Павловская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	166,4
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	590
<b>Месторасположение:</b> Республика Башкортостан, Нуримановский район	
<b>Водный объект:</b> р. Уфа	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1959
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	43,0
<b>Длина по гребню, м</b>	232,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	6740

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	1,41
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	0,9
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	115,9
<b>Отметка НПУ, м</b>	140,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×41,6 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	22,0

\* Русловая намывная плотина.



## Верхне-Свирская ГЭС

Верхне-Свирская гидроэлектростанция расположена на р. Свирь в Подпорожском районе Ленинградской области, возле г. Подпорожье и является верхней ступенью каскада ГЭС на р. Свирь. Помимо выработки электроэнергии станция играет важную роль в обеспечении судоходства. Верхне-Свирская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1». Станции присвоено имя С.А. Казарова, руководившего «Ленэнерго» в 1976–1997 гг.

Проработки каскада ГЭС на р. Свирь велись с 1916 г. В 1918 г. была рассмотрена смета строительства ГЭС и начались подготовительные работы, которые вскоре прекратились. Тем не менее проектные проработки и изыскания продолжались — р. Свирь по причине близости к г. Ленинграду и острой необходимости в улучшении условий судоходства (которому сильно мешали пороги на реке) рассматривалась для гидроэнергетического освоения в первую очередь.

В 1920 г. была выбрана трехступенчатая схема каскада на р. Свирь со следующими створами: у истока р. Свирь из Онежского озера (Свирь-1), у Подпорожья (Свирь-2) и у Лодейного Поля (Свирь-3). В таком виде схема была включена в план ГОЭЛРО. Первоочередной была выбрана нижняя ступень, Нижне-Свирская ГЭС, строительство которой началось в 1927 г. В 1932 г. было решено отказаться от ГЭС Свирь-1 с повышением напора на ГЭС Свирь-2 (Верхне-Свирской). Подготовительные работы по строительству Верхне-Свирской ГЭС начались в 1935 г. с возведения автодороги Нижне-Свирской ГЭС. Одновременно под руководством Г.О. Графтио велось проектирование станции.

Работы на основных сооружениях Верхне-Свирской ГЭС были начаты в 1938 г., к началу Великой Отечественной войны был вырыт котлован и начаты бетонные работы. В 1941 г. строительная площадка попала в зону оккупации, котлован был затоплен. В 1947 г. приступили к восстановлению инфраструктуры строительства, а в 1949 г. начались работы на основных сооружениях.

Первый гидроагрегат Верхне-Свирской ГЭС пущен в декабре 1951 г., в 1952 г. с пуском последнего гидроагрегата строительство станции было завершено. В промышленную эксплуатацию Верхне-Свирская ГЭС была принята 13 февраля 1960 г. Верхне-Свирская ГЭС работает в пиковой части графика нагрузок. Благодаря емкому водохранилищу станция регулирует сток реки в интересах всего каскада на р. Свирь. Являясь частью Волго-Балтийского водного пути, Верхне-Свирская ГЭС обеспечивает крупнотоннажное судоходство на Верхней Свири, где до строительства ГЭС имелось несколько мелководных и порожистых участков.

После более чем 60-летней эксплуатации станция стала нуждаться в модернизации. В 1992–1995 гг. были заменены гидрогенераторы, в 2007 г. — силовые трансформаторы 220 кВ.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Верхне-Свирская ГЭС представляет собой плотинную гидроэлектростанцию с русловым зданием ГЭС. Сооружения гидроузла включают в себя земляную плотину, дамбы, водосливную плотину, здание гидро-

электростанции, однокамерный однопиточный судосходный шлюз. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

Земляная плотина длиной 312,8 м и высотой 31,0 м насыта из мелкого песка. Левобережная земляная дамба имеет длину 350,0 м. Водосливная плотина гравитационная бетонная, расположена между земляной плотиной и зданием ГЭС, имеет длину 101,0 м и максимальную высоту 34,0 м. Плотина оборудована тремя водосливными пролетами шириной по 27,0 м, снабженными секторными затворами, общей пропускной способностью 1200 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании ГЭС руслового типа размещены четыре гидроагрегата мощностью по 40 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 14,0 м).

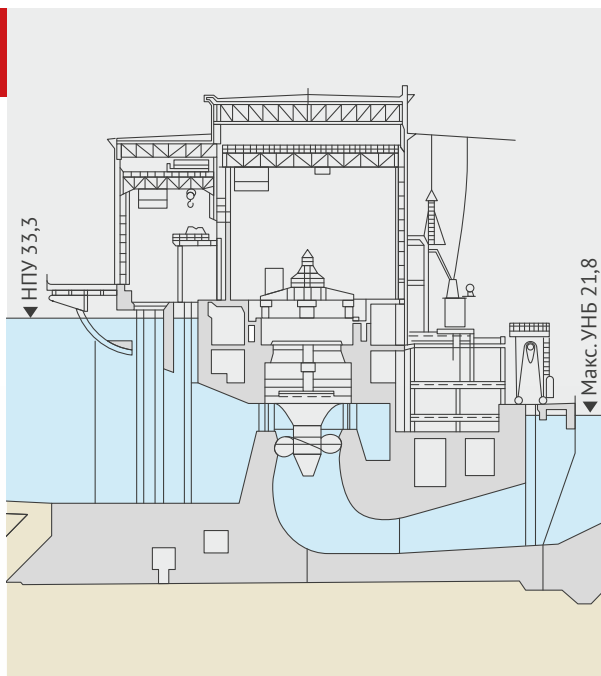
Выдача электроэнергии Верхне-Свирской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 и 220 кВ. Средне-многолетняя выработка электроэнергии составляет 589,3 млн кВт·ч.



Машинный зал



Пульт управления



### Верхне-Свирская ГЭС

Установленная мощность, МВт	160
Средне-многолетняя выработка, млн кВт·ч	589,3
Месторасположение: Ленинградская область, Подпорожский район	
Водный объект: р. Свирь	
Год пуска первого гидроагрегата	1951
Схема создания напора: плотинная	

#### ПЛОТИНА\*

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	31,0
Длина по гребню, м	312,8
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	2680

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*

Объем полный, км <sup>3</sup>	260
Объем полезный, км <sup>3</sup>	12,7
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	9945
Отметка НПУ, м	33,3

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	4×40 МВт
Тип турбин:	поворотно-лопастные
Расчетный напор, м	14,0

\* Земляная плотина.

\*\* Включая Онежское озеро.



156 МВт

## Серебрянская ГЭС-2

Серебрянская ГЭС-2 расположена на р. Вороньей в Кольском районе Мурманской области, возле пос. Туманный и является нижней ступенью Серебрянского каскада ГЭС. Третья по мощности гидроэлектростанция в Мурманской области. Серебрянская ГЭС-2 входит в состав ПАО «ТТК-1».

Строительство каскада ГЭС на р. Вороньей было выбрано следующим этапом развития гидроэнергетики Мурманской области после возведения Ковдинского каскада. Проект Серебрянских ГЭС создан Институтом «Ленгидропроект», уточненное проектное задание утверждено в 1967 г.

Решение о строительстве Каскада Серебрянских ГЭС было принято в июне 1962 г. Подготовительные работы по строительству станций начались в апреле 1963 г. Створы ГЭС находились в труднодоступной необжитой местности, в результате потребовались значительные усилия для создания всей необходимой для строительства инфраструктуры, в частности дороги длиной 120 км. Сначала были начаты работы на Серебрянской ГЭС-1, к строительным работам на второй станции каскада приступили в 1968 г. Здание ГЭС-2 было построено за беспрецедентно короткие сроки — 8 месяцев. Первый бетон в фундамент здания был уложен в марте 1972 г., а 22 декабря того же года заработал первый гидроагрегат, причем оставшиеся машины были пущены до конца года. В 1973 г. строительство станции, а с ней и всего Серебрянского каскада ГЭС было в целом завершено. Во время строительства использовались передовые методы непрерывной укладки бетона,

а также впервые в истории отечественного гидроэнергетического строительства применен монтаж укрупненных узлов гидроагрегатов.

Особенностью Серебрянской ГЭС-2 является использование высоконапорных поворотно-лопастных турбин. Изначально на станции были установлены двухперовые поворотно-лопастные турбины, оказавшиеся неудачными — в начальный период эксплуатации из-за сильных вибраций мощность турбин была ограничена, потребовалась существенная их доработка для снятия ограничений. В 2002–2003 гг. произведена замена рабочих колес гидротурбин на традиционные поворотно-лопастные. Это помимо решения проблем с надежностью позволило в 2010 г. увеличить мощность станции в результате перемаркировки с исходных 150 до 156 МВт. Серебрянская ГЭС-2 работает в пиковой части графика нагрузок, выполняет функции регулирования частоты, является аварийным резервом мощности энергосистемы.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Серебрянская ГЭС-2 является плотинно-деривационной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя каменно-земляную плотину, водосброс, водоприемник, турбинные водоводы, здание ГЭС, отводящий канал. Конструкции Серебрянских ГЭС-1 и ГЭС-2 максимально унифицированы.

Каменно-земляная плотина длиной 1814,0 м и максимальной высотой 63,0 м отсыпана из песчано-гравелистых грунтов. Для защиты от фильтрации плотина

имеет экран из суглинков и диафрагму из металлического шпунта. Справа к плотине примыкает водосброс, представляющий собой водослив с широким порогом и четырьмя поверхностными отверстиями шириной 10,0 м, оборудованными сегментными затворами. Со стороны верхнего бьефа выполнена расчистка до отметки 66,5 м, а в нижнем бьефе устроен отводящий канал длиной 345,0 м в виде быстротока. Пропускная способность водосброса 1200 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

Железобетонный водоприемник с донным водозабором встроен в каменно-земляную плотину. Из водоприемника берут начало три металлических турбинных водовода длиной по 177,0 м и диаметром на разных участках 5,2 и 5,6 м.

В здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 52 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 62,5 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 543,0 м.

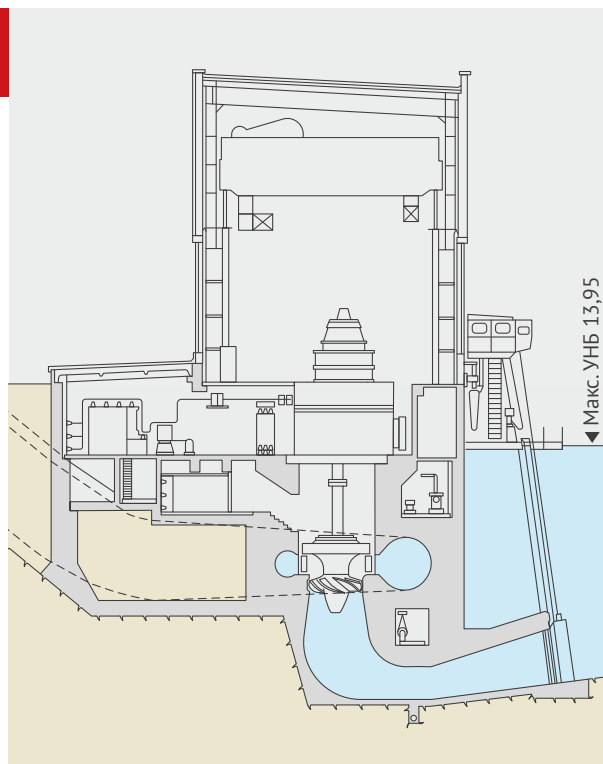
Выдача электроэнергии Серебрянской ГЭС-2 в энергосистему производится с ОРУ 150 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 519 млн кВт·ч.



Строительство Серебрянской ГЭС-2



Машинный зал



## Серебрянская ГЭС-2

Установленная мощность, МВт	156
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	519
<b>Месторасположение:</b> Мурманская область, Кольский район	
<b>Водный объект:</b> р. Воронья	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1972
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	63,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1814,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1426

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	428
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	5
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	25,5
<b>Отметка НПУ, м</b>	74,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×52 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	62,5

155,5 МВт



## Нива ГЭС-3

Нива ГЭС-3 расположена в Кандалакшском районе Мурманской области, возле г. Кандалакши и является нижней ступенью каскада ГЭС на р. Ниве. Это первая гидроэлектростанция России с подземным зданием ГЭС. Нива ГЭС-3 входит в состав ПАО «ТПК-1».

Строительство Нива ГЭС-3 началось в 1937 г. на этапе завершения работ по возведению первой гидроэлектростанции Мурманской области Нива ГЭС-2. Проект новой ГЭС, разработанный Институтом «Ленгидропроект», отличался наличием большого количества подземных сооружений, в числе которых здание ГЭС. Как и в случае с Нива ГЭС-2, на строительстве станции широко использовался труд заключенных.

В августе 1940 г. отдельным постановлением Совнаркома СССР № 1994-836с задачей исключительной важности было определено строительство алюминиевых заводов и ряда гидроэлектростанций с вводом их в работу в 1941–1943 гг. Нива ГЭС-3 должна была обеспечить энергией новый алюминиевый завод в г. Кандалакше. Но начало Великой Отечественной войны не позволило завершить строительство: в 1941 г. возведение станции было остановлено, а находящиеся в высокой степени готовности подземные сооружения затоплены. В 1944 г. с осушения подземных сооружений начался этап достройки Нива ГЭС-3. Первый агрегат станции был пущен 21 декабря 1949 г., а в 1950 г. был пущен последний гидроагрегат и строительство станции было завершено. В промышленную эксплуатацию Нива ГЭС-3 мощностью 154 МВт была принята 6 июля 1951 г.

Гидроэлектростанции Нивского каскада сыграли важную роль в развитии промышленности Мурманской области, в частности они долгое время являлись основным источником энергоснабжения Кандалакшского алюминиевого завода.

За более чем 60-летний период эксплуатации оборудование Нива ГЭС-3 устарело и требовалась его модернизация. В период 2004–2007 гг. были заменены рабочие колеса гидротурбин, что позволило увеличить мощность станции на 1,5 МВт.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Нива ГЭС-3 является деривационной гидроэлектростанцией. Сооружения станции разделяются на головной узел, станционный узел, подводящую и отводящую деривацию, которой создается большая часть напора. Нижним бьефом станции является Белое море. Сооружения головного узла расположены на р. Ниве, обеспечивают забор воды в канал. Состоят из земляной плотины, водосброса и водоприемника.

Земляная плотина отсыпана из моренных грунтов, имеет длину 263,5 м и максимальную высоту 19,2 м. Справа к плотине примыкает водосброс, представляющий собой гравитационную железобетонную водосливную плотину длиной 33,0 м и высотой 17,5 м. Плотина имеет два водосливных пролета шириной по 12,0 м, оборудованных плоскими затворами. Пропускная способность водосброса 788 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 850 м<sup>3</sup>/с при ФПУ. К водосбросу примыкает водоприемник деривации пропускной способностью 250 м<sup>3</sup>/с.



Подводящая деривация включает в себя канал длиной 58,8 м, напорный подводящий тоннель длиной 2,72 км, средний канал длиной 1,21 км с боковым аварийным водосливом пропускной способностью 150 м<sup>3</sup>/с.

Станционный узел состоит из напорного бассейна с аванкамерой, тоннельных водоводов и подземного здания ГЭС, в котором размещены четыре гидроагрегата с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 74,0 м). Три гидроагрегата имеют мощность 38,5 МВт, один — 40 МВт.

Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящую деривацию, включающую в себя безнапорный отводящий тоннель длиной 2725,0 м и отводящий канал длиной 738,8 м.

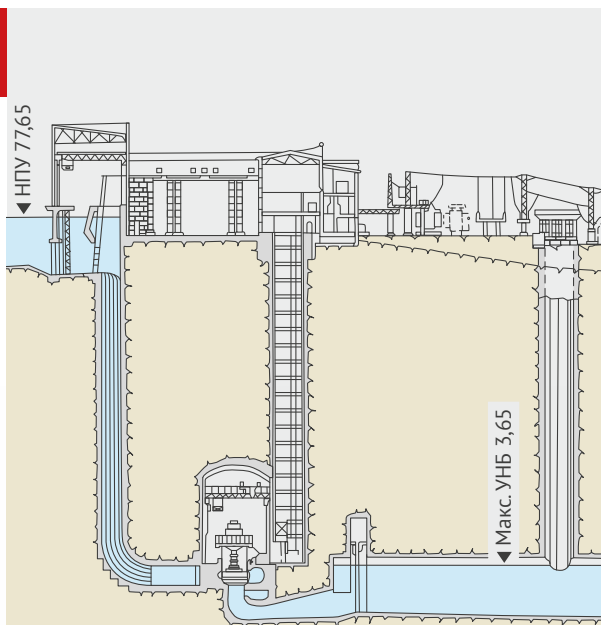
Выдача электроэнергии Нива ГЭС-3 в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднеголетняя выработка электроэнергии составляет 905,5 млн кВт·ч.



Напорный бассейн



Машинный зал



## Нива ГЭС-3

Установленная мощность, МВт	155,5
Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч	905,5
Месторасположение:	Мурманская область, Кандалакшский район
Водный объект:	р. Нива
Год пуска первого гидроагрегата	1949
Схема создания напора:	деривационная

### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	19,2
Длина по гребню, м	263,5
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	1038*

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	7,8
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	1,53
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	1,62
Отметка НПУ, м	77,65

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	1×40; 3×38,5 МВт
Тип турбин:	радиально-осевые
Расчетный напор, м	74,0

\* Фактически максимальный сбросной расход ограничен 950 м<sup>3</sup>/с по условиям неподтопления жилой застройки г. Кандалакши.



## Княжегубская ГЭС

Княжегубская ГЭС расположена в Мурманской области, возле пос. Зеленоборский Кандалакшского района и является нижней, наиболее мощной ступенью каскада ГЭС на р. Ковде. Особенностью станции является переброска всего стока реки в искусственное устье и использование в качестве нижнего бьефа Белого моря. Княжегубская ГЭС входит в состав ПАО «ТТК-1».

После завершения сооружения каскада гидроэлектростанций на р. Ниве усилия гидростроителей были направлены на освоение гидропотенциала р. Ковды. 4 июля 1951 г. Совет Министров СССР утвердил план строительства Княжегубской ГЭС — нижней ступени будущего каскада. Проект новой гидроэлектростанции был разработан Ленинградским отделением Института «Гидроэнергопроект» (в настоящее время Институт «Ленгидропроект»).

Подготовительные работы по строительству станции были начаты в 1951 г. Стройка продвигалась быстрыми темпами, несмотря на территориальную разбросанность сооружений. В августе 1952 г. были развернуты земляные работы на площадке здания ГЭС, в октябре того же года — в подводящем канале. Летом 1953 г. началась разработка отводящего канала. Первый гидроагрегат Княжегубской ГЭС был пущен 21 октября 1955 г., последний — 28 марта 1956 г. В промышленную эксплуатацию станция была принята в июле 1959 г. Изначально мощность ГЭС составляла 144 МВт (четыре гидроагрегата по 36 МВт), впоследствии за счет модернизации гидроагрегатов она была увеличена до 152 МВт.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Княжегубская ГЭС является плотинно-деривационной гидроэлектростанцией с безнапорной деривацией. Концепция гидроэлектростанции предусматривает переброску всего стока р. Ковды по более короткому искусственному пути (в губу Княжую вместо естественного устья реки в губе Ковде). Расстояние между искусственным и естественным руслами составляет 28 км.

Сооружения Княжегубской ГЭС разделяются на три обособленных, удаленных друг от друга гидроузла: Ляхкоминский, Тупьегубский и Княжегубский.

Сооружения Ляхкоминского гидроузла перекрывают естественное русло р. Ковды, включают в себя Ляхкоминскую земляную плотину, водосбросную плотину и девять земляных дамб. Ляхкоминская земляная плотина имеет длину 952,0 м и максимальную высоту 18,0 м. Дамбы имеют общую длину 165,0 м. Водосбросная плотина гравитационная бетонная длиной 72,0 м, имеет шесть пролетов шириной по 10,0 м, оборудованных плоскими затворами. Пропускная способность плотины 1100 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 1340 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Тупьегубский гидроузел состоит из земляной плотины длиной 962,0 м и максимальной высотой 11,0 м, перекрывающей локальное понижение местности у губы Тупой в 12 км к юго-востоку от Ляхкоминского гидроузла.

Княжегубский гидроузел расположен примерно в 10 км северо-восточнее Ляхкоминского гидроузла. Его сооружения включают в себя подводящий ка-

нал, земляную плотину, здание ГЭС и отводящий канал. Подводящий канал длиной 1760,0 м соединяет основную часть Княжегубского водохранилища с небольшим водохранилищем у здания ГЭС (бассейном суточного регулирования). В головной части канала оборудовано заградительное сооружение.

Земляная плотина отсыпана из моренного суглинка, имеет длину 628,0 м и высоту 20,8 м. Слева к плотине примыкает здание ГЭС руслового типа, в котором размещены четыре гидроагрегата мощностью по 38 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 33,1 м). Между гидроагрегатами расположены два донных водосбросных отверстия пропускной способностью 300 м<sup>3</sup>/с при НПУ. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается через отводящий канал длиной 1140,0 м в губу Княжую Белого моря.

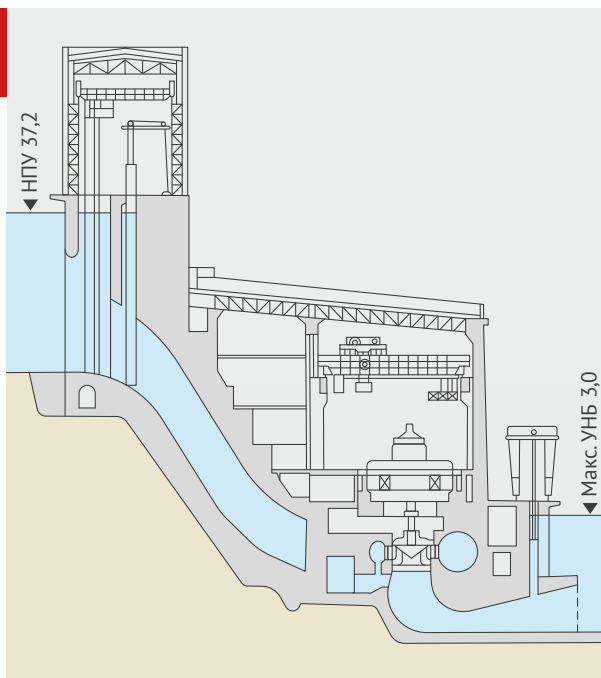
Выдача электроэнергии Княжегубской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110, 150 и 330 кВ. Среднемноголетняя выработка электроэнергии составляет 751,7 млн кВт·ч.



Машинный зал



Пульт управления



### Княжегубская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	152
<b>Среднемноголетняя выработка, млн кВт·ч</b>	751,7
<b>Месторасположение:</b> Мурманская область, Кандалакшский район	
<b>Водный объект:</b> р. Ковда	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1955
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

#### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	20,8
<b>Длина по гребню, м</b>	628,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1860

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	3,44
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	1,93
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	610
<b>Отметка НПУ, м</b>	37,2

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×38 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	33,1

\* Княжегубская земляная плотина.



## Верхне-Териберская ГЭС

Верхне-Териберская ГЭС расположена на р. Териберке в 12,4 км от ее устья, в Кольском районе Мурманской области и является верхней и наиболее мощной ступенью Териберского каскада ГЭС. Подпорные сооружения станции создали Верхне-Териберское водохранилище, обеспечивающее полное годовое регулирование стока реки в интересах всего каскада. Особенностью конструкции станции является установка только одного гидроагрегата, работающего при самом высоком напоре среди ГЭС, расположенных на Северо-Западе России. Верхне-Териберская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

Решение о начале возведения Териберских ГЭС, спроектированных Институтом «Ленгидропроект», было принято Министерством энергетики и электрификации СССР 30 октября 1975 г. как следующий этап освоения гидроэнергетического потенциала рек Кольского полуострова после завершения строительства Серебрянских ГЭС. Гидроэлектростанции проектировались как остропиковые, с продолжительностью работы 6–8 часов в сутки, с полной остановкой в выходные дни. Строительство Верхне-Териберской ГЭС было начато в январе 1976 г. Станции Териберского каскада возводились вахтовым методом, в труднодоступной необжитой местности. Пуск гидроагрегата состоялся 6 ноября 1984 г. В постоянную эксплуатацию Териберские ГЭС были введены в 1990 г.

Верхне-Териберская ГЭС работает в пиковой части графика нагрузок, является аварийным резервом мощности энергосистемы и управляется с пульты Се-

ребрянской ГЭС-1. Персонал на станции работает вахтовым методом.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Верхне-Териберская ГЭС является высоконапорной плотинно-деривационной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя земляную плотину, дамбы, водосброс, соединительный и подводящий каналы, водоприемник, напорную шахту, тоннельный водовод, здание ГЭС, отводящий канал.

Земляная плотина длиной 368,0 м и максимальной высотой 43,0 м отсыпана из моренных суглинков. Четыре земляные дамбы общей длиной 787,0 м и максимальной высотой 16,0 м, также отсыпанные из моренных суглинков, перекрывают локальные понижения местности. Плотины и дамбы однородные, противофильтрационных элементов не имеют.

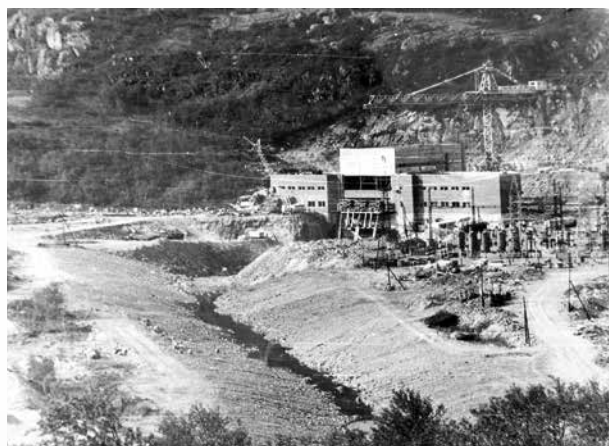
В правобережное примыкание плотины врезан водосброс поверхностного типа, состоящий из железобетонной водосливной плотины и отводящего канала быстротока. Ширина пролета водосливной плотины 14,0 м, высота водосливной части 8,5 м. Водосливное отверстие оборудовано сегментным затвором. Сброс воды осуществляется по вырубленному в скале отводящему каналу длиной 160,0 м и шириной 18,0 м. Расчетный расход водосброса составляет 688 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 734 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Соединительный канал длиной 360,0 м и шириной 17,0 м расположен слева от плотины на расстоянии 2,7 км. Канал, вырубленный в скале, соединяет водо-

хранилище и водоприемник, имеющий два глубинных отверстия. Водоприемник сопрягается с напорной шахтой диаметром 6,1 м и глубиной 80,0 м переходящей в горизонтальный напорный тоннель длиной 1330,0 м. Тоннель не имеет бетонной обделки, на подходе к зданию ГЭС на протяжении 102,0 м выполнена металлическая облицовка.

В наземном здании ГЭС размещен один вертикальный гидроагрегат мощностью 130 МВт с радиально-осевой турбиной (расчетный напор 111,0 м). Перед гидроагрегатом смонтирован дисковый затвор диаметром 4,5 м. Отработавшая в турбине вода сбрасывается в проложенный в рыхлых отложениях отводящий канал длиной 590,0 м. К правому берегу канала примыкает защитная дамба из скального грунта длиной 250,0 м и высотой 5,0 м.

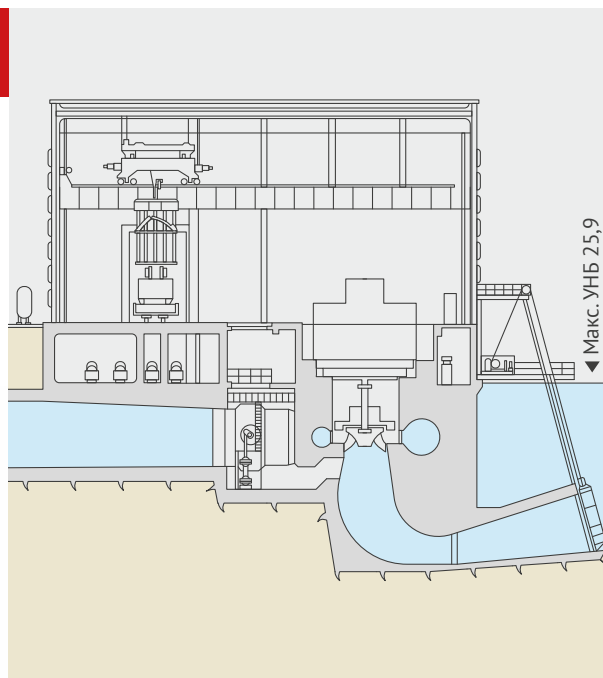
Выдача электроэнергии ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 150 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 236 млн кВт·ч.



Строительство Верхне-Териберской ГЭС



Машинный зал



## Верхне-Териберская ГЭС

Установленная мощность, МВт	130
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	236
Месторасположение:	Мурманская область, Кольский район
Водный объект:	р. Териберка
Год пуска первого гидроагрегата	1984
Схема создания напора:	плотинно-деривационная

### ПЛОТИНА\*

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	43,0
Длина по гребню, м	368,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	821

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	451,8
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	288
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	31,1
Отметка НПУ, м	145,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	1 × 130 МВт
Тип турбин:	радиально-осевая
Расчетный напор, м	111,0

\* Земляная плотина.



## Нарвская ГЭС

Нарвская ГЭС расположена на р. Нарве в Кингисеппском районе Ленинградской области, в г. Ивангород. Особенностью станции является ее расположение на пограничной реке, при этом часть сооружений Нарвской ГЭС находится на территории Эстонии. Нарвская ГЭС эксплуатируется ПАО «ТТК-1».

Расположенный на р. Нарве водопад еще в XVIII веке использовался для привода лесопильных мельниц. В 1857 г. на острове вблизи водопада была основана Кренгольмская мануфактура, использовавшая для привода механизмов водяные колеса больших размеров. В 1868–1884 гг. водяные колеса были заменены на гидротурбины, в результате к 1890 г. гидросиловая установка мануфактуры достигла мощности 1200 л. с. и считалась крупнейшей в мире. Вода к турбинам подавалась при помощи каналов, прорытых в обход водопадов.

Уже в 1889 г. был предложен первый проект строительства ГЭС на р. Нарве для энергоснабжения г. Санкт-Петербурга, но он, как и последующие проекты 1864 и 1907 гг., остался нереализованным. В 1922 г. построить ГЭС мощностью 50 МВт на р. Нарве планировало правительство Эстонии, но и этот проект не был осуществлен. Кренгольмская мануфактура для своих целей установила небольшой гидроагрегат, а впоследствии построила малую ГЭС мощностью 3,5 МВт, которая была разрушена в 1944 г. и восстановлена в 1951 г. с увеличением мощности до 4,8 МВт.

В 1945 г. Институт «Ленгидропроект» на основании выполненных изысканий составил технико-эконо-

мический доклад по схеме использования р. Нарвы, а в 1950 г. был разработан технический проект Нарвской ГЭС. В том же году начались подготовительные работы по строительству новой станции. Первый гидроагрегат Нарвской ГЭС был пущен 30 сентября 1955 г., до конца года заработали остальные гидроагрегаты. В 1956 г. строительство станции было завершено, акт о приемке Нарвской ГЭС в постоянную эксплуатацию был подписан 11 декабря 1969 г.

После распада СССР некоторые сооружения станции (левобережная дамба, дамба нижнего бьефа и половина водосливной плотины), а также часть водохранилища оказались на территории Эстонии.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Нарвская ГЭС представляет собой плотинно-деривационную гидроэлектростанцию с безнапорной деривацией, которой создается большая часть напора. Сооружения гидроузла разделяются на головной узел, деривацию и станционный узел. Сооружения головного узла включают в себя водосливную плотину, водоприемник, ледозащитную стенку и три земляные насыпные дамбы. Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 206,0 м и максимальной высотой 9,0 м. Плотина имеет 11 водосливных пролетов шириной по 16,0 м, оборудованных плоскими затворами. Пропускная способность водосливной плотины 2450 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 2700 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Слева к устью водосливной плотины прилегает левобережная дамба длиной 1297,0 м и максимальной

высотой 4,0 м. К левобережной дамбе примыкает дамба нижнего бьефа длиной 300,0 м, проходящая вдоль берега отводящего русла водосброса. Между водосливной плотиной и водоприемником располагается правобережная дамба длиной 366,6 м и максимальной высотой 1,5 м. Водоприемник ГЭС имеет три пролета шириной по 16,0 м, оборудованных плоскими затворами. Перед водоприемником расположена бетонная ледозащитная стенка, имеющая 13 пролетов шириной по 15,0 м.

Подводящий деривационный канал расположен между водоприемником и напорным бассейном, имеет длину 2144,0 м и ширину 20,0 м. Пропускная способность канала 750 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 900 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

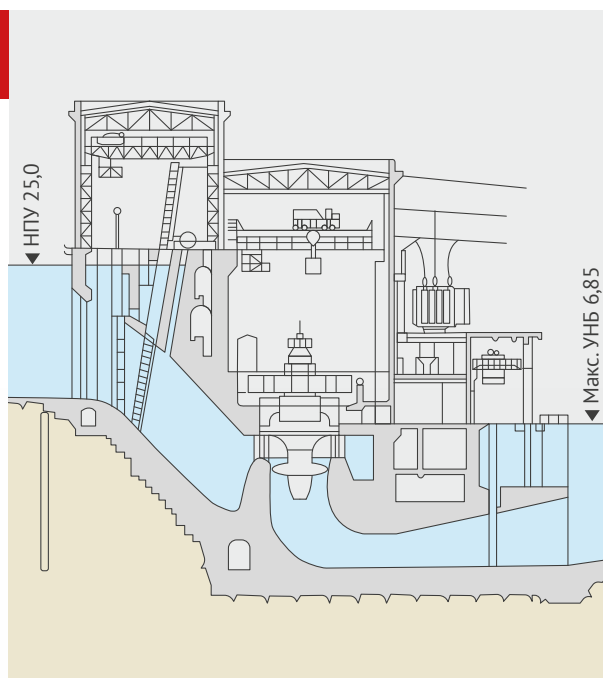
Станционный узел включает в себя напорный бассейн длиной 170,0 м с ледосбросом (пропускной способностью 155 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 175 м<sup>3</sup>/с при ФПУ), здание ГЭС, отводящий канал и угреход.

В здании гидроэлектростанции размещены три гидроагрегата мощностью по 41,6 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 23,5 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 1060,0 м, представляющий расчищенный и углубленный участок русла р. Нарвы. Для прохода молоди угря из нижнего бьефа в верхний сооружен угреход длиной 257,0 м, конструктивно выполненный в виде прямоугольного бетонного лотка с галькой, оборудованного промежуточными бассейнами для отдыха рыбы.

Выдача электроэнергии Нарвской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 640 млн кВт·ч.



Холостой водосброс напорного бассейна



## Нарвская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	124,8
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	640
<b>Месторасположение:</b>	Ленинградская область, Кингисеппский район
<b>Водный объект:</b>	р. Нарва
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1955
<b>Схема создания напора:</b>	плотинно-деривационная

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	гравитационная бетонная
<b>Максимальная высота, м</b>	9,0
<b>Длина по гребню, м</b>	206,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	3200

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	290,7
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	54,6
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	144,1
<b>Отметка НПУ, м</b>	25,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×41,6 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	23,5

\* Водосливная плотина.



## Светогорская ГЭС

Светогорская гидроэлектростанция расположена на р. Вуоксе в Выборгском районе Ленинградской области, в г. Светогорске и является третьей (с учетом ГЭС, расположенных на территории Финляндии) ступенью Вуоксинского каскада ГЭС. Строительство станции было начато в Финляндии и закончено советскими гидроэнергетиками. Светогорская ГЭС входит в состав ПАО «ГПК-1».

В 1906 г. на месте современной Светогорской ГЭС была построена водорегулирующая плотина, оказавшаяся неудачной и разрушившаяся. В 1908 г. была спроектирована, а затем и построена новая плотина, позволившая ввести в работу в 1910 г. небольшую Энсо ГЭС, снабжавшую электроэнергией местные целлюлозно-бумажные заводы. После образования независимой Финляндии станция неоднократно расширялась и к 1930-м гг. насчитывала девять турбин, но ее мощность уже не удовлетворяла потребности производства. К концу 1930-х г. финскими инженерами на месте старой станции была спроектирована новая, значительно более мощная Энсо ГЭС, возведение которой началось в 1937 г. после пуска нижележащей Роухиала ГЭС. В марте 1940 г. строящаяся ГЭС при готовности около 30% оказалась на территории, переданной СССР по итогам советско-финской войны 1939–1940 гг. Советские инженеры переработали проект в части увеличения высоты плотины и мощности станции, строительство было продолжено, но после начала Великой Отечественной войны стройплощадка Энсо ГЭС оказалась на оккупированной территории. Финские инже-

неры продолжили возведение станции по советскому проекту и даже успели провести пробные пуски оборудования. В 1944 г. Энсо ГЭС была освобождена советскими войсками, после чего строительство станции было продолжено.

Первый гидроагрегат Энсо ГЭС был пущен 19 июня 1945 г., последний — в ноябре 1947 г. В промышленную эксплуатацию станция мощностью 100,5 МВт была принята 23 мая 1949 г., в этом же году Энсо ГЭС получила новое название — Светогорская ГЭС.

Увеличение высоты плотины (и соответственно уровня водохранилища) привело к снижению выработки электроэнергии на ГЭС Иматра в Финляндии. В 1972 г. соглашением «Об энергетическом использовании участка р. Вуокса между ГЭС Иматра и Светогорская» был урегулирован вопрос компенсации снижения выработки электроэнергии в объеме 19,9 млн кВт·ч финской стороне.

К началу 2000-х гг. оборудование станции достигло высокой степени износа. В 2009–2012 гг. все гидроагрегаты были заменены на новые, повышенной мощности, что позволило увеличить установленную мощность станции до 122 МВт. Также было заменено оборудование распределительного устройства 110 кВ на современное КРУЭ.

Светогорская ГЭС является важным источником энергоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий на Карельском перешейке, часть вырабатываемой электроэнергии экспортируется в Финляндию.



## ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Светогорская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла разделяются на бетонную плотину и здание ГЭС. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

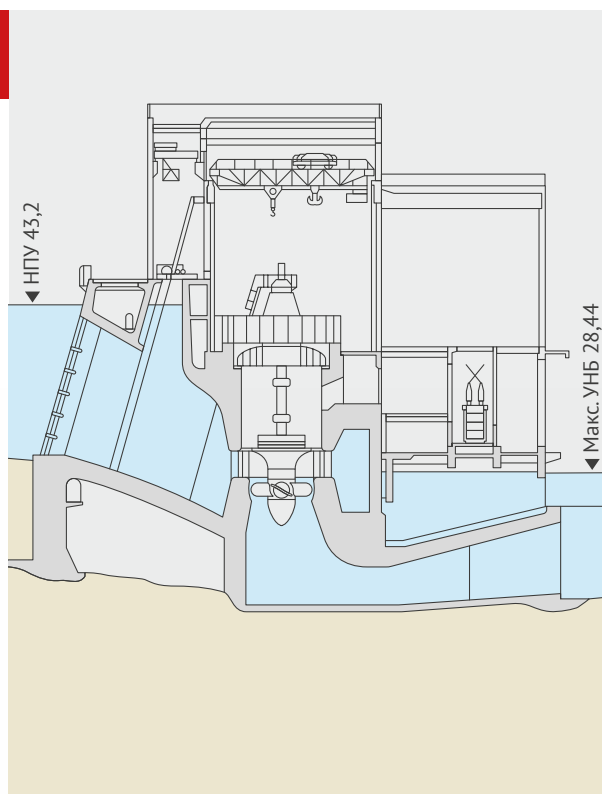
Гравитационная бетонная плотина длиной 130,7 м и максимальной высотой 23,0 м разделяется на левобережную глухую часть, большой водосброс, глухую плотину, бревноспуск, малый водосброс и ледосброс.

Левобережная глухая часть плотины имеет длину 31,2 м, на ней размещена насосная станция. Большой водосброс имеет один пролет шириной 26,0 м, оборудованный сегментным затвором. Пропускная способность водосброса 985 м<sup>3</sup>/с при НПУ. Глухая плотина длиной 35,12 м изначально построена как водосливная, но в настоящее время шесть поверхностных водосбросных пролетов перекрыты железобетонной стенкой. Бревноспуск также перекрыт бетонной стенкой и выведен из эксплуатации. Малый водосброс имеет пролет шириной 12,0 м, оборудованный сегментным затвором, его пропускная способность при НПУ составляет 450 м<sup>3</sup>/с. Между малым водосбросом и зданием ГЭС расположен однопролетный ледосброс пропускной способностью 95 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании ГЭС руслового типа размещены четыре гидроагрегата мощностью по 30,5 МВт с поворотнo-лопастными турбинами (расчетный напор 15,15 м). Изначально имелся также гидроагрегат собственных нужд мощностью 0,5 МВт, в настоящее время время демонтированный. Выдача электроэнергии Светогорской ГЭС в энергосистему производится с КРУЭ 110 кВ, а также ОРУ 110 кВ и ЗРУ 10 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 661,7 млн кВт·ч.



Машинный зал



## Светогорская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	122
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	661,7
<b>Месторасположение:</b> Ленинградская область, Выборгский район	
<b>Водный объект:</b> р. Вуокса	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1945
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	23,0
<b>Длина по гребню, м</b>	130,7
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	2410

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	28,75
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	9,5
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	3,18
<b>Отметка НПУ, м</b>	43,2

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×30,5 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотнo-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	15,15



## Угличская ГЭС

Угличская ГЭС расположена на р. Волге в Ярославской области, в г. Угличе. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь второй ступенью каскада ГЭС на р. Волге. Одна из старейших гидроэлектростанций России, пущена в 1940 г., сыграла важную роль в обеспечении Москвы электроэнергией в годы Великой Отечественной войны, особенно в период боев за Москву. Строительство станции велось в 1935–1955 гг., преимущественно силами заключенных ГУЛАГа. Угличская ГЭС входит в состав филиала ПАО «РусГидро» — «Каскад Верхневолжских ГЭС».

Интерес к использованию энергетических ресурсов Верхней Волги возник в начале 1930-х гг. В подготовленной в 1933 г. схеме освоения р. Волги уже фигурировала Угличская ГЭС, которую планировалось построить к 1937 г. Однако в 1934 г. в схеме освоения Верхней Волги вместо нее появились Мышкинская и Калязинская ГЭС.

Решение о возведении Угличской ГЭС было принято в 1935 г. по итогам работы экспертной комиссии, изучавшей целесообразность возведения Ярославской ГЭС, уже строящейся. В результате работы комиссии вместо возведения Ярославской, Мышкинской и Калязинской ГЭС было признано более эффективным строительство Угличской и Рыбинской ГЭС, которое было поручено НКВД.

Сооружение Угличской ГЭС началось в октябре 1935 г. с подготовительного этапа — возведения дорог, базы строительства, жилья. Земляные работы на сооружениях гидроузла начались в 1936 г., первый бетон был

уложен в апреле 1938 г. Особенностью строительства Угличской ГЭС являлось возведение бетонных сооружений (водосбросной плотины, шлюзов и здания ГЭС) в котлованах в пойме, вне русла реки, что позволило отказаться от строительства временных перемычек в русле, ускорить и упростить работы. К 1938 г. земляные работы по котлованам основных сооружений были завершены. Широкое распространение получила гидромеханизация, с помощью которой была сделана значительная часть насыпей, в том числе намыта русловая плотина (причем впервые в отечественной практике намыв производился и зимой).

15 октября 1939 г. р. Волга была перекрыта, и начался намыв земляной плотины. В январе 1940 г. был начат монтаж первого гидроагрегата, в феврале того же года — второго. Первый гидроагрегат пущен 8 декабря 1940 г., второй — 20 марта 1941 г. К началу Великой Отечественной войны строительные работы были близки к завершению, станция эксплуатировалась в соответствии с проектом, но в связи с тяжелыми условиями военного и послевоенного времени устранение оставшихся недоделок затянулось. Официально строительство было завершено 30 июля 1955 г. На момент пуска гидроагрегатов Угличская ГЭС (110 МВт) являлась второй по мощности действующей гидроэлектростанцией СССР, уступая Днепрогэсу (560 МВт), но превосходя Нижне-Свирскую ГЭС (96 МВт).

В годы Великой Отечественной войны Угличская ГЭС обеспечивала бесперебойное энергоснабжение Москвы. Выработка электроэнергии Рыбинской и Углич-

ской ГЭС в 1941 — начале 1942 гг. имела особо важное значение, поскольку в ходе боев за Москву большинство электростанций «Мосэнерго» были либо эвакуированы, либо испытывали острый дефицит топлива. Всего за годы войны Угличская ГЭС выработала более миллиарда киловатт-часов электроэнергии.

В настоящее время ведется модернизация станции, предусматривающая замену всего устаревшего оборудования и ремонт сооружений. Уже реконструировано распределительное устройство, заменены один из гидроагрегатов и силовые трансформаторы.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

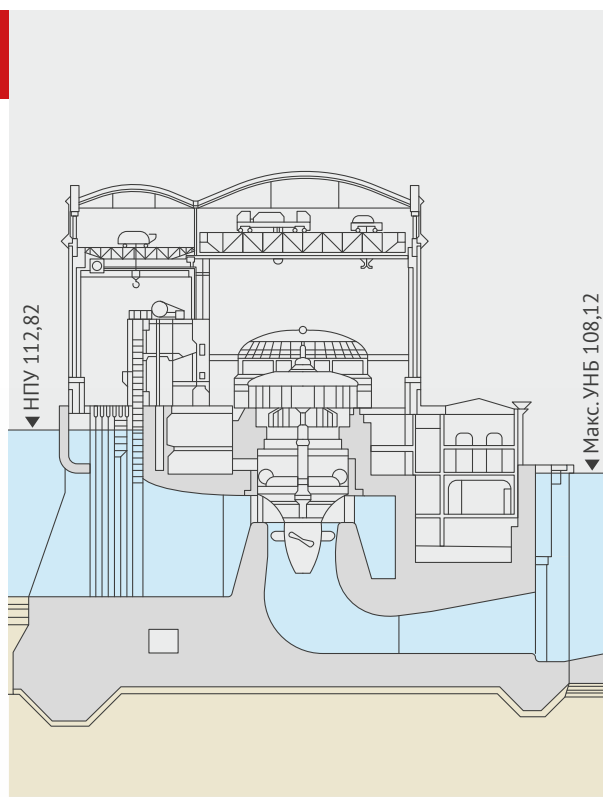
Угличская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя земляную плотину, сопрягающую дамбу, водосливную плотину, здание ГЭС, односторонний однокамерный судоходный шлюз. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

Земляная плотина с металлической противодиффузионной диафрагмой имеет длину 314,0 м и максимальную высоту 27,0 м. Сопрягающая дамба расположена на правом берегу, имеет длину 1240,0 м и максимальную высоту 5,0 м. Водосливная плотина двухъярусная, с семью поверхностными водосливами и семью донными водосбросами, пропускной способностью 11 900 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 12 250 м<sup>3</sup>/с при ФПУ. В здании ГЭС размещены два гидроагрегата с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 13,0 м), мощностью 55 и 65 МВт.

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 240 млн кВт·ч.



Здание ГЭС



## Угличская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	120
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	240
<b>Месторасположение:</b> Ярославская область, Угличский район	
<b>Водный объект:</b> р. Волга	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1940
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	27,0
<b>Длина по гребню, м</b>	314,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	11 900

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	1,245
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	0,674
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	249,2
<b>Отметка НПУ, м</b>	112,82

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	1×65; 1×55 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	13,0



118 МВт

## Лесогорская ГЭС

Лесогорская ГЭС расположена на р. Вуоксе в Выборгском районе Ленинградской области, в пос. Лесогорский. В настоящее время Лесогорская ГЭС входит в состав ПАО «ТГК-1» и является четвертой ступенью Вуоксинского каскада ГЭС. Станция была построена в Финляндии под названием Роухиала ГЭС.

Строительство Роухиала ГЭС началось в Финляндии в августе 1934 г., первый гидроагрегат был пущен в марте 1937 г., к концу того же года станция вышла на полную мощность — 92 МВт. Новая ГЭС предназначалась в том числе для энергоснабжения предприятия по производству искусственного волокна.

В марте 1940 г. по итогам советско-финской войны территория, на которой расположена гидроэлектростанция, была передана СССР. Первоначально Роухиала ГЭС поставляла электроэнергию в Финляндию, поскольку вблизи станции не было достаточного количества потребителей. Но уже в сентябре 1940 г. завершилось строительство ЛЭП на г. Выборг и г. Ленинград.

После начала Великой Отечественной войны два гидроагрегата станции были демонтированы и эвакуированы в г. Горький и г. Усть-Каменогорск, их планировали установить на строящихся на Урале Широковской и Поньшской ГЭС (Широковскую ГЭС возвели с использованием изготовленных специально для нее гидроагрегатов, а от строительства Поньшской ГЭС отказались). 22 августа 1941 г. Роухиала ГЭС оказалась на оккупированной территории.

В августе 1944 г. Роухиала ГЭС была освобождена советскими войсками. Станция была поврежде-

на, поэтому немедленно были развернуты восстановительные работы, и 19 декабря 1945 г. Роухиала ГЭС возобновила свою работу. Два демонтированных гидроагрегата были возвращены и вновь смонтированы в 1946–1947 гг. В 1948 г. станция сменила название на Лесогорскую ГЭС. Впоследствии за счет увеличения мощности гидроагрегатов установленная мощность станции возросла до 108 МВт (4×27 МВт). К началу 2000-х гг. оборудование станции достигло высокой степени износа. В 2010–2013 гг. все гидроагрегаты были заменены на новые, повышенной мощности, что позволило увеличить установленную мощность станции до 118 МВт. Также было заменено оборудование ЗРУ 110 кВ.

Лесогорская ГЭС является важным источником энергоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий на Карельском перешейке, часть вырабатываемой электроэнергии экспортируется в Финляндию.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Лесогорская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла разделяются на бетонную плотину и здание ГЭС. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

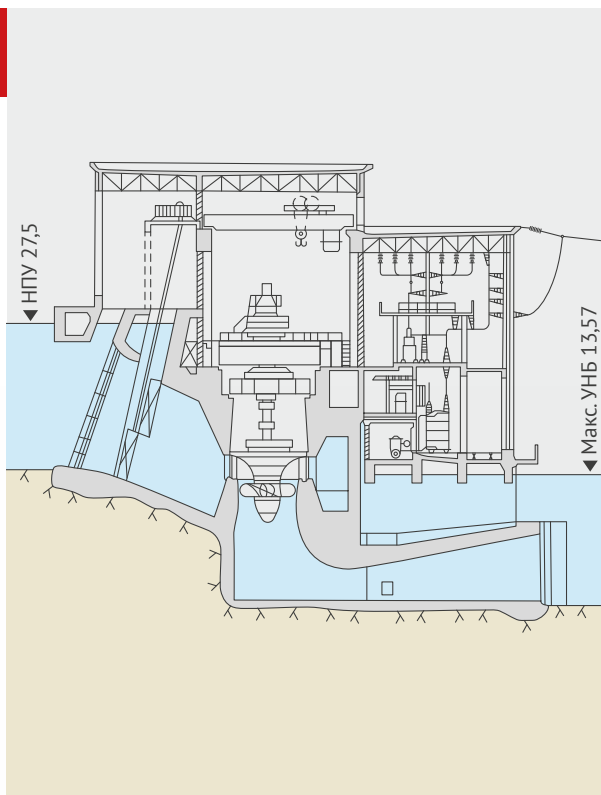
Гравитационная бетонная плотина длиной 146,0 м и максимальной высотой 30,0 м разделяется на правобережную глухую часть с бревнопуском, водосливную и ледосброс.

Правобережная глухая часть сопрягается с берегом при помощи железобетонной диафрагмы, оборудована донными отверстиями (к настоящему времени забетонированы) и бревнопуском (выведен из эксплуатации).

Водосливная часть плотины имеет три водосбросных пролета шириной по 20,0 м, два из которых оборудованы цилиндрическими (вальцовыми) затворами, а один — сегментным затвором. Пропускная способность водосливной плотины 1550 м<sup>3</sup>/с при НПУ. Между водосливной частью плотины и зданием ГЭС расположен двухпролетный ледосброс пропускной способностью 70 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании ГЭС руслового типа размещены четыре гидроагрегата мощностью по 29,5 МВт с поворотнo-лопастными турбинами (расчетный напор 15,4 м).

Выдача вырабатываемой Лесогорской ГЭС электроэнергии в энергосистему производится с ЗРУ 110 кВ и ПС 10/35 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 661,6 млн кВт·ч.



Машинный зал



Пульт управления

## Лесогорская ГЭС

Установленная мощность, МВт	118
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	661,6
Месторасположение:	Ленинградская область, Выборгский район
Водный объект:	р. Вуокса
Год пуска первого гидроагрегата	1937
Схема создания напора:	плотинная

### ПЛОТИНА

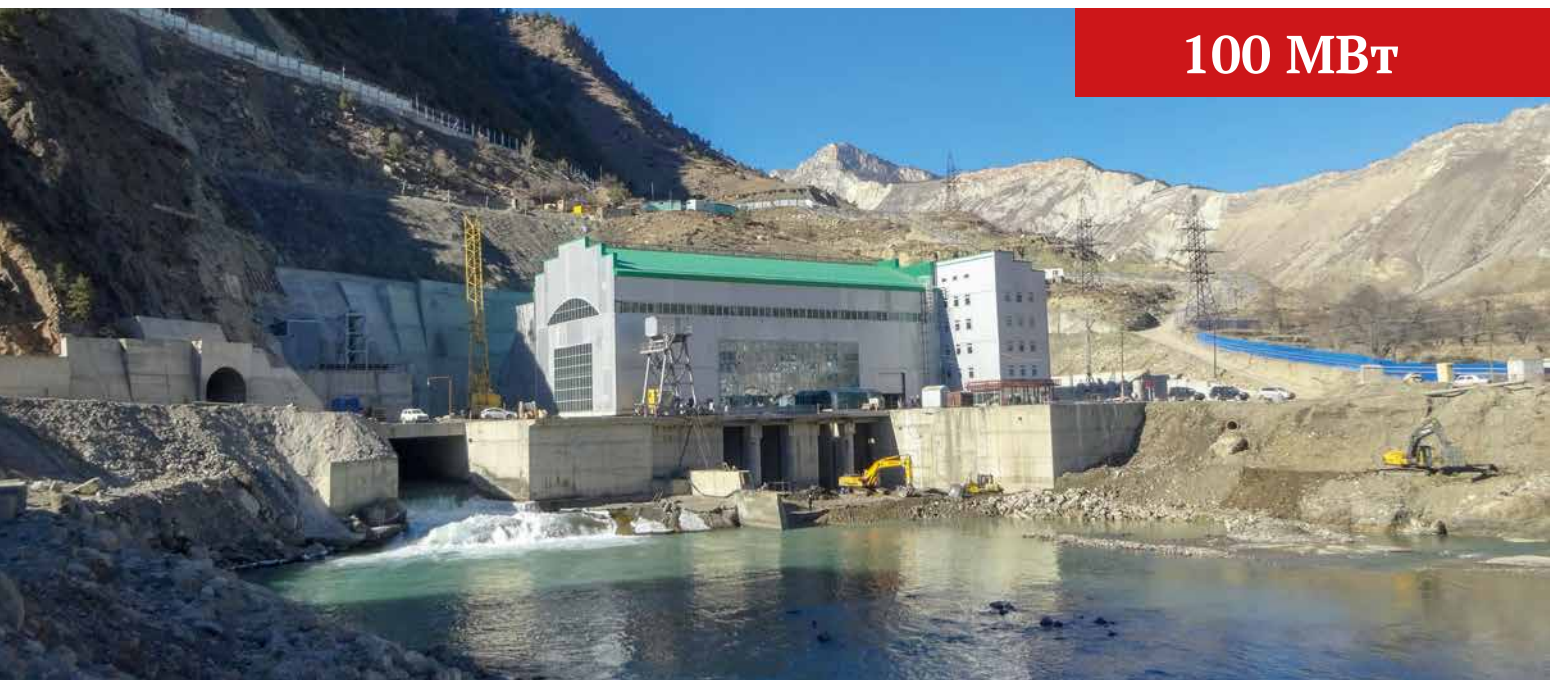
Тип плотины:	гравитационная бетонная
Максимальная высота, м	30,0
Длина по гребню, м	146,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	2500

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	35,48
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	6,53
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	3,2
Отметка НПУ, м	27,5

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	4×29,5 МВт
Тип турбин:	поворотнo-лопастные
Расчетный напор, м	15,4



## Готатлинская ГЭС

Готатлинская ГЭС расположена на р. Аварское Койсу (в 44 км от ее устья) в Республике Дагестан, возле с. Чалда Гергебильского района и является верхней ступенью каскада ГЭС. Одно из последних сооружений гидроэлектростанций России, введена в эксплуатацию в 2015 г., а также одна из трех ГЭС России, имеющих плотину с асфальтобетонной диафрагмой. Готатлинская ГЭС эксплуатируется Дагестанским филиалом ПАО «РусГидро».

Строительство Готатлинской ГЭС было задумано еще в советские годы в качестве следующего этапа освоения гидропотенциала р. Аварское Койсу, начатого сооружением Ирганайской ГЭС. Изначально планировалось построить мощную Зирани ГЭС, но затем проектировщики, желая уменьшить зону затопления ценных сельскохозяйственных земель, вместо одной станции решили построить две: плотинную Готатлинскую ГЭС и деривационную Могохскую ГЭС.

Технико-экономическое обоснование строительства Готатлинской ГЭС было утверждено в 1990 г. После утверждения рабочего проекта в 1995 г. начались подготовительные работы — вертикальная планировка территории производственной базы, строительство ВЛ 110 кВ и подстанции. В 1997 г. все работы были прекращены в связи с недостатком финансирования.

Решение о возобновлении строительства станции принято в 2006 г., и уже в следующем году были развернуты работы на стройплощадке. Проект станции был актуализирован: плотина с глинобетонной диафрагмой заменена на плотину с асфальтобетонной

диафрагмой: строительный тоннель перенесен на левый берег. В 2008 г. были завершены работы по проходке строительного тоннеля, а также земляные работы в котловане здания ГЭС.

18 марта 2009 г. перекрыто русло р. Аварское Койсу. В 2011 г. был начат монтаж закладных частей гидротурбин, верхней части здания ГЭС, развернуты работы по сооружению «стены в грунте» в основании плотины. В 2013 г. начато строительство асфальтобетонной диафрагмы плотины, а уже в 2014 г. завершены работы по монтажу гидроагрегатов и отсыпке плотины. Гидроагрегаты станции введены в эксплуатацию 1 октября 2015 г., а в 2016 г. строительство станции было завершено. В декабре 2016 г. Готатлинской ГЭС было присвоено имя инженера-гидротехника В. А. Минина, главного инженера проекта ряда ГЭС Дагестана.

Готатлинская ГЭС используется для работы в пиковом режиме, для сглаживания суточных и недельных колебаний графика нагрузки Объединенной энергосистемы Юга России.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

ГЭС является высоконапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя плотину, водосброс, водоприемник, водоподводящий тракт с водовыпуском, здание ГЭС, отводящий канал. Плотина грунтовая, галечниковая с асфальтобетонной диафрагмой. Высота плотины 69,0 м, длина 157,0 м. Образованное плотиной водохранилище осуществляет точное и недельное регулирование стока.

Эксплуатационный водосброс расположен на правом берегу, состоит из водоприемника в виде траншейного водослива, слабонаклонного тоннеля длиной 491,0 м и конечного устройства. Водосброс не имеет затворов, включается в работу в режиме перелива. Пропускная способность водосброса — 700 м<sup>3</sup>/с (при ФПУ 667,0 м).

Водоприемник однопролетный, расположен на левом берегу. Водоподводящий тракт частично совмещен со строительным тоннелем и состоит из вертикальной шахты глубиной 35,0 м, строительно-деривационного тоннеля, подземного станционного водовода, а также развилки на два турбинных водовода. Из водоподводящего тракта также берет начало водовыпуск максимальной пропускной способностью 660 м<sup>3</sup>/с.

В здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 50 МВт. Гидроагрегаты оборудованы радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 73,0 м). Перед турбинами установлены дисковые затворы. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 1550,0 м.

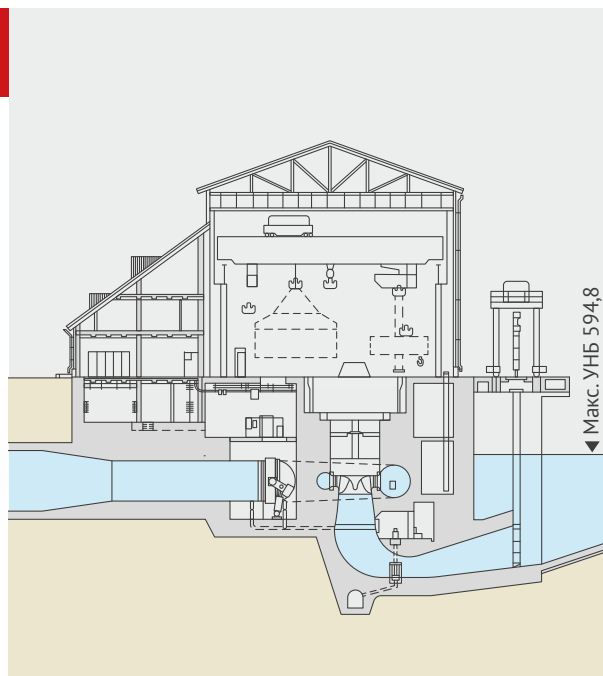
Выдача электроэнергии ГЭС в энергосистему производится с КРУЭ 110 кВ. Проектная среднесуточная выработка электроэнергии составляет 350 млн кВт·ч.



Концевое устройство водосброса



Траншейный водосброс



## Гоцатлинская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	100
<b>Среднесуточная выработка, млн кВт·ч</b>	350
<b>Месторасположение:</b> Республика Дагестан, Гергебильский район	
<b>Водный объект:</b> р. Аварское Койсу	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2015
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	69,0
<b>Длина по гребню, м</b>	157,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	856*

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	48,14
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	3,55
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1,815
<b>Отметка НПУ, м</b>	665,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2 × 50 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	73,0

\* Расход при ФПУ 667,0 м. При НПУ 665,0 м расход 156 м<sup>3</sup>/с.



## Нижне-Свирская ГЭС

Нижне-Свирская ГЭС расположена на р. Свирь в Лодейнопольском районе Ленинградской области, возле пос. Свирьстрой и является нижней ступенью каскада ГЭС на р. Свирь, построенной по плану ГОЭЛРО. Это одна из старейших гидроэлектростанций России. Нижне-Свирская ГЭС входит в состав ПАО «ТГК-1».

Первый эскизный проект ГЭС на р. Свирь был создан в 1916 г. инженером И.В. Егизаровым по заказу Министерства путей сообщения. Он подразумевал возведение двух ГЭС и разборной плотины в истоке р. Свирь. В 1918 г. Советом народных комиссаров были выделены средства на строительство Волховской и Свирской ГЭС, начались подготовительные работы.

В конце 1919 г. было решено объединить строительство Волховской и Свирской ГЭС. Однако в условиях экономической разрухи и гражданской войны вести строительство сразу двух ГЭС не представлялось возможным, и в 1921 г. работы по Свирской ГЭС были приостановлены.

Эскизный проект Нижне-Свирской ГЭС был создан под руководством Г.О. Графтио в 1926 г. и утвержден в марте 1927 г. Нижне-Свирская ГЭС стала одной из первых станций в мире, возводимых на мягких основаниях, в связи с чем к ее проектированию привлекались лучшие иностранные специалисты, прорабатывалось множество вариантов конструкции как гидроузла в целом, так и его отдельных элементов. Проект основания плотины, предложенный Г.О. Графтио, был окончательно одобрен только в 1930 г.

Подготовительные работы по строительству Нижне-Свирской ГЭС начались в октябре 1927 г. земляные работы на основных сооружениях были развернуты в 1929 г., бетонные работы — в 1930 г. Первый гидроагрегат пущен 19 декабря 1933 г., после пуска последнего гидроагрегата в 1935 г. строительство станции было завершено. В промышленную эксплуатацию Нижне-Свирская ГЭС принята 15 сентября 1936 г.

В 1941–1944 гг. Нижне-Свирская ГЭС оказалась в зоне оккупации, ее сооружения и оборудование получили значительные повреждения. Сразу после освобождения станции были начаты восстановительные работы. 19 марта 1946 г. после пуска первого восстановленного гидроагрегата Нижне-Свирская ГЭС стала вновь вырабатывать электроэнергию, в 1948 г. восстановление станции было завершено. 14 мая 1949 г. Нижне-Свирской ГЭС было присвоено имя академика Г.О. Графтио.

Нижне-Свирская ГЭС работает в энергосистеме Северо-Запада России, всего за время эксплуатации станция выработала более 30 млрд кВт·ч электроэнергии. Нижне-Свирская ГЭС сыграла существенную роль в развитии г. Ленинграда и Ленинградской области в 1930-е гг.: после ее пуска выработка электроэнергии в системе «Ленэнерго» увеличилась на 35%. Водоохранилище Нижне-Свирской ГЭС обеспечило крупнотоннажное судоходство по р. Свирь, затопив порожистый участок реки.

После более чем 60-летней эксплуатации станция стала нуждаться в модернизации. В 1997 и 2003 гг. были



заменены турбины на двух гидроагрегатах, что позволило увеличить мощность станции с 88 до 99 МВт.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Нижне-Свирская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают три земляные плотины, водосливную плотину, здание ГЭС, однокамерный однониточный судоходный шлюз.

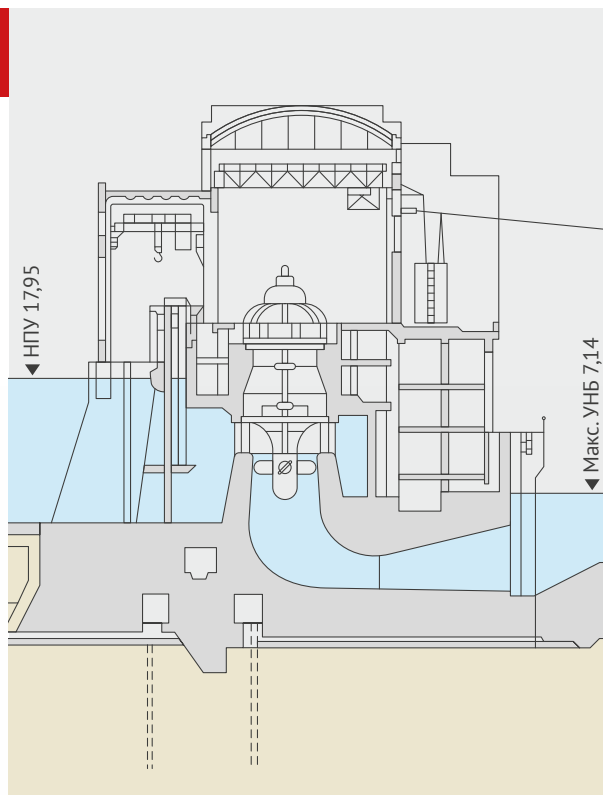
Большую часть напорного фронта станции образуют три насыпные земляные плотины: правобережная дамба, русловая плотина и левобережная дамба. Правобережная дамба отсыпана из песка, имеет длину 1075,0 м и высоту 7,74 м. Русловая плотина длиной 70, м и наибольшей высотой 28,0 м расположена между зданием ГЭС и судоходным шлюзом, на о. Негежма. Левобережная дамба отсыпана из песка, расположена между левым берегом р. Свирь и судоходным шлюзом, имеет длину 300,0 м и высоту 7,24 м.

Водосливная гравитационная бетонная плотина расположена между земляной плотиной и зданием ГЭС, имеет длину 216,1 м и максимальную высоту 21,1 м. В левой части находятся три глубоких водосбросных отверстия шириной по 13,2 м, а также один водосбросный пролет шириной 30,9 м. В правой части плотины имеется четыре водосбросных пролета шириной по 20,5 м, оборудованных плоскими затворами. Пропускная способность плотины 2075 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 2190 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании ГЭС руслового типа размещены четыре гидроагрегата с поворотной-лопастными турбинами (расчетный напор 11,0 м). Два из них имеют мощность 22 МВт и еще два — 27,5 МВт. Также имелись два гидроагрегата собственных нужд, к настоящему времени они демонтированы. Выдача электроэнергии Нижне-Свирской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 434 млн кВт·ч.



Водосливная плотина



## Нижне-Свирская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	99
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	434
<b>Месторасположение:</b> Ленинградская область, Лодейнопольский район	
<b>Водный объект:</b> р. Свирь	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1933
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	21,1
<b>Длина по гребню, м</b>	216,1
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	3275

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	119
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	23
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	24,3
<b>Отметка НПУ, м</b>	17,95

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×22; 2×27,5 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотной-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	11,0

## Иовская ГЭС

Иовская ГЭС расположена на р. Иове (среднее течение р. Ковды) в Мурманской области, у пос. Зареченск Кандалакшского района. Является средней ступенью Ковдинского каскада ГЭС. Отличается оригинальной конструктивной схемой переброски в водохранилище стока двух озер. Иовская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

В 1953 г. Ленинградским отделением Института «Гидроэнергопроект» было составлено проектное задание, предусматривавшее гидроэнергетическое использование Верхней Ковды двумя станциями — Кумской и Иовской ГЭС. Строительство Иовской ГЭС началось в 1957 г. и велось быстрыми темпами: первый гидроагрегат был пущен 28 декабря 1960 г., второй — 22 мая 1961 г. К моменту пуска первого гидроагрегата здание ГЭС не было достроено, агрегат находился под временным металлическим шатром и эксплуатировался при отрицательных температурах.

29 августа 1964 г. Иовская ГЭС была принята в постоянную эксплуатацию. В 1965 г. были завершены работы по переброске в Иовское водохранилище стока озер Таванд и Толванд (в естественных условиях их сток поступал в Ковдозеро), что позволило увеличить выработку электроэнергии. На Иовской ГЭС впервые в СССР были установлены асинхронизированные синхронные генераторы, на станции была создана научно-техническая лаборатория, изучавшая особенности функционирования этих генераторов.

Первоначально мощность Иовской ГЭС составляла 80 МВт. В 1982–1983 гг. поворотные-лопастные турбины

станции, показавшие низкую надежность и не имеющие резерва мощности, были заменены на более мощные пропеллерные турбины, в результате чего мощность Иовской ГЭС возросла до 96 МВт. Как показала практика эксплуатации, пропеллерные турбины оказались неудачными (повышенное трещинообразование, ухудшение вибрационного состояния).

В период 2012–2014 гг. произведена повторная замена рабочих колес гидротурбин на поворотные-лопастные, а также заменены обмотка статора генераторов, системы управления и защиты гидроагрегатов. Имеются проектные проработки увеличения мощности станции на 50 МВт с установкой дополнительно гидроагрегата.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Иовская ГЭС — плотинно-деривационная гидроэлектростанция с безнапорной деривацией. Сооружения Иовской ГЭС включают в себя три земляные плотины (на р. Иове и озерах Таванд и Толванд), канал Таванд — Толванд, водосброс, подводящий канал, водоприемник, напорные трубопроводы, здание ГЭС, отводящий канал, лесосплавной лоток.

Плотина на о. Таванд земляная глухая, длиной 500,0 м и максимальной высотой 5,0 м. Сток о. Таванд перебрасывается в о. Толванд по каналу длиной 5,0 км. Плотина на о. Толванд земляная, длиной 1180,0 м и максимальной высотой 27,0 м. Земляная плотина Иовского гидроузла, имеет длину 350,0 м и максимальную высоту 27,5 м.

Водосбросная плотина гравитационная бетонная, пропускной способностью 1300 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 1330 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Подводящий канал ГЭС расположен справа от русла р. Иовы, имеет длину 1340,0 м и расчетный расход 332 м<sup>3</sup>/с. Канал завершается водоприемником в виде напорного бассейна, из которого вода поступает в четыре металлических напорных трубопровода диаметром 5,6 м и длиной по 40,0 м. Оригинальной конструктивной особенностью станции является подвод воды к каждому гидроагрегату по двум напорным водоводам.

В здании гидроэлектростанции размещены два гидроагрегата мощностью по 48 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 32,0 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 527,0 м.

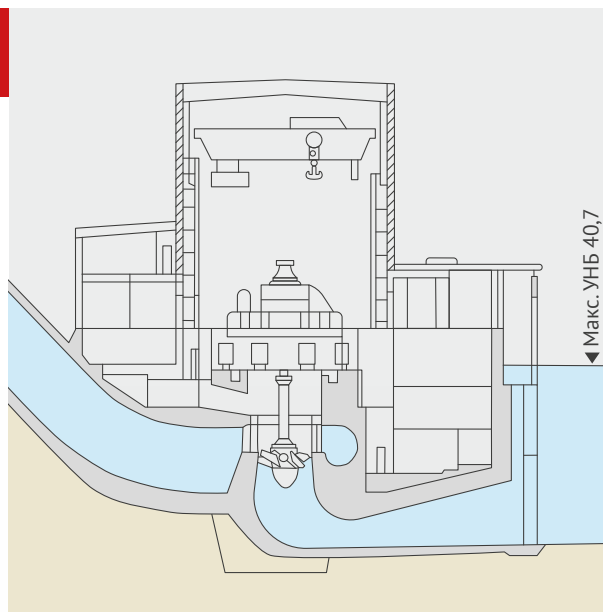
Выдача электроэнергии Иовской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 150 кВ. Среднеголетняя выработка электроэнергии составляет 508,4 млн кВт·ч.



Пульт управления



Машинный зал



### Иовская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	96
<b>Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч</b>	508,4
<b>Месторасположение:</b>	Мурманская область, Кандалакшский район
<b>Водный объект:</b>	р. Иова (Ковда)
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1960
<b>Схема создания напора:</b>	плотинно-деривационная

#### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	27,5
<b>Длина по гребню, м</b>	350,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1632

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	2,06
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	0,54
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	294
<b>Отметка НПУ, м</b>	72,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×48 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	32,0

\* Земляная плотина Иовского гидроузла.

\*\* Иовское водохранилище без учета озер Таванд и Толванд.



## Кубанская ГЭС-3

Кубанская ГЭС-3 расположена возле пос. Каскадный Андроповского района Ставропольского края, на Большом Ставропольском канале. Совместно с ГЭС-4 и Свистухинской ГЭС входит в Барсучковскую группу ГЭС. По конструкции и основным параметрам ГЭС-3 и ГЭС-4 очень близки друг к другу, поскольку строились в одно время в похожих условиях и используют максимально унифицированные элементы. Кубанская ГЭС-3 эксплуатируется филиалом ПАО «РусГидро» — «Каскад Кубанских ГЭС».

Проектное задание первой очереди Кубань — Калаусской системы (Большого Ставропольского канала) было утверждено в 1956 г. Барсучковский участок канала в нем был запроектирован без учета водоснабжения Невинномысского химического комплекса и Невинномысской ГРЭС, с незначительными объемами подачи воды (около 30 м<sup>3</sup>/с). Проектным заданием предполагалось строительство на Барсучковском канале трех ГЭС общей мощностью 32,3 МВт.

В ходе дальнейшего проектирования было решено увеличить расход воды по каналу до 150–110 м<sup>3</sup>/с, а также исключить нижнюю ГЭС в каскаде. Мощность и выработка оставшихся двух станций значительно возросли. В таком виде проект был принят к реализации в рамках строительства второй очереди энергетического комплекса Большого Ставропольского канала. Строительство Кубанской ГЭС-3 было начато в 1962 г., причем в первую очередь возводились бассейн суточного регулирования, холостой водосброс и выравнивающее водохранилище, а основной объ-

ем работ непосредственно по зданию ГЭС выполнялся с 1969 г. Первый гидроагрегат Кубанской ГЭС-3 был пущен в 1971 г., на проектную мощность станция вышла в 1972 г.

Наличие бассейна суточного регулирования позволяет Кубанской ГЭС-3 работать в пиковой части графика нагрузки. В настоящее время ведется модернизация станции, предусматривающая замену устаревшего оборудования и ремонт основных сооружений. На первом этапе будут заменены силовые трансформаторы и оборудование распределительных устройств.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Конструктивно ГЭС-3 представляет собой средненапорную деривационную гидроэлектростанцию. Сооружения ГЭС-3 включают в себя бассейн суточного регулирования (БСР) с подводным каналом, холостой водосброс, водоприемник, трехниточный напорный трубопровод, здание ГЭС, отводящий канал, выравнивающее водохранилище.

Бассейн суточного регулирования образован с одной стороны выемкой склона, с другой — дамбами, имеет полезную емкость 1,84 млн м<sup>3</sup> при глубине сработки 2,5 м. При входе в БСР располагается шлюз-регулятор, выполняющий роль сопрягающего сооружения между каналом и БСР.

Холостой водосброс длиной 1226,0 м и пропускной способностью 150 м<sup>3</sup>/с в виде быстрого тока высотой 64,5 м расположен на канале до шлюза-регулятора.

Водоприемник ГЭС-3 сифонного типа, с клапанами для срыва вакуума, трехпролетный. Напорный трубопровод трехниточный, диаметром 4,0 м, длина каждой нитки составляет 832,5 м. Водоводы железобетонные, засыпаны грунтом. Конструкции водоприемника и напорных трубопроводов унифицированы с другими станциями Каскада Кубанских ГЭС, что позволило снизить затраты на сооружение каскада в целом.

В здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 29 МВт. Гидроагрегаты оборудованы радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 59,2 м). Предтурбинные затворы отсутствуют. В отличие от Кубанских ГЭС-1 и ГЭС-2, на ГЭС-3 применено здание классической закрытой конструкции с мостовым краном.

Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 35 и 110 кВ. Среднеголетняя выработка электроэнергии составляет 195 млн кВт·ч.

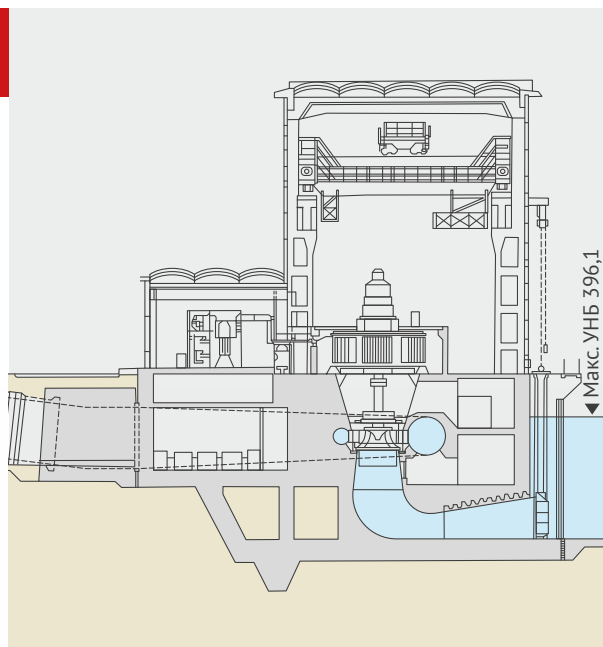
В нижнем бьефе ГЭС-3 расположено выравнивающее водохранилище полным объемом 41 млн м<sup>3</sup> и площадью зеркала 11,2 км<sup>2</sup>.



Бассейн суточного регулирования



Машинный зал



## Кубанская ГЭС-3

Установленная мощность, МВт	87
Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч	195
Месторасположение:	Ставропольский край, Андроповский район
Водный объект:	Большой Ставропольский канал
Год пуска первого гидроагрегата	1971
Схема создания напора:	деривационная

### ПЛОТИНА\*

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	12,0
Длина по гребню, м	2800,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	318

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	2,2
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	1,84
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	0,85
Отметка НПУ, м	460,6

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	3×29 МВт
Тип турбин:	радиально-осевые
Расчетный напор, м	59,2

\* Дамба бассейна суточного регулирования.

\*\* Бассейн суточного регулирования.



## Мамаканская ГЭС

Мамаканская ГЭС расположена на р. Мамакан в Бодайбинском районе Иркутской области, возле пос. Мамакан и является первой гидроэлектростанцией России, построенной на многолетней мерзлоте. Играет важную роль в энергоснабжении золотодобывающих предприятий. Мамаканская ГЭС эксплуатируется АО «Мамаканская ГЭС» (дочернее предприятие ПАО «Полюс»).

Первая небольшая гидроэлектростанция для энергоснабжения Ленского золотопромышленного района была построена еще в 1896 г. на р. Ныгри. С 1902 по 1915 г. на р. Бодайбо был возведен каскад из пяти малых ГЭС общей мощностью 1897 кВт. В 1930-х гг. в связи с развитием золотодобычи и применением драг и мощных экскаваторов, энергопотребление резко возросло, что потребовало строительства более мощных ГЭС. В 1934 г. был составлен «Технико-экономический доклад по энергетическому использованию реки Мамакан», проведены предварительные геологические изыскания в районах перспективных створов, однако начало войны остановило работы.

К строительству гидроэлектростанции на р. Мамакан вернулись в послевоенные годы. В 1954 г. Институтом «Ленгидропроект» было составлено проектное задание, а в 1957 г. — завершена разработка технического проекта Мамаканской ГЭС. Подготовительные работы по возведению станции начались в 1957 г. Несмотря на удаленность и тяжелые природно-климатические условия, строительство велось рекордными темпами: первый гидроагрегат был введен в эксплуатацию

22 декабря 1961 г., последний, четвертый, — 4 октября 1962 г. В постоянную эксплуатацию ГЭС была принята 22 сентября 1966 г. На Мамаканской ГЭС впервые была отработана технология строительства ГЭС в условиях «вечной мерзлоты», которая в последствии использовалась при возведении ГЭС северных гидроэлектростанций. Фактически строительство станции имело экспериментальный характер.

Изначально ГЭС входила в состав «Иркутскэнерго», в 1967 г. она была переведена в состав «Якутскэнерго», в 1980 г. снова передана в состав «Иркутскэнерго». В 1990 г. в связи с началом строительства выше по течению Тельмамской ГЭС и созданием Каскада Мамаканских ГЭС, а также целевым назначением, станция из Министерства энергетики СССР была передана в Министерство цветной металлургии и вошла в состав золотодобывающего треста «Лензолото». Строительство Тельмамской ГЭС было прекращено в 1993 г. в связи с отсутствием финансирования. Намеченная в 1986 г. комиссией Минэнерго СССР реконструкция Мамаканской ГЭС с увеличением мощности на 23% не была реализована.

Учитывая более чем 50-летний период работы Мамаканской ГЭС, эксплуатирующей организацией выполнен ряд работ, направленных на ее частичную модернизацию. Проведен ремонт водосливной части плотины, осуществлен перенос диспетчерского пункта в современное компьютеризированное помещение. На ближайшие годы запланировано комплексное обследование основного оборудования станции с при-

влечением специализированных организаций. По его результатам будут приняты меры по обеспечению безопасности работы гидротехнических сооружений и механического оборудования.

Мамаканская ГЭС является одним из источников энергоснабжения золотодобывающих предприятий, расположенных в Бодайбинском районе, а также обеспечивает водоснабжение пос. Мамакан.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Мамаканская ГЭС является плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя гравитационную бетонную плотину и здание ГЭС.

Гравитационная бетонная плотина с расширенными швами имеет длину 346,65 м и максимальную высоту 57,0 м. Конструктивно разделяется на левобережную глухую плотину длиной 121,75 м, водосливную плотину длиной 135,5 м и правобережную глухую плотину длиной 31,4 м. В стационной части плотины размещены четыре водоприемника, а также турбинные водоводы диаметром 4,0 м.

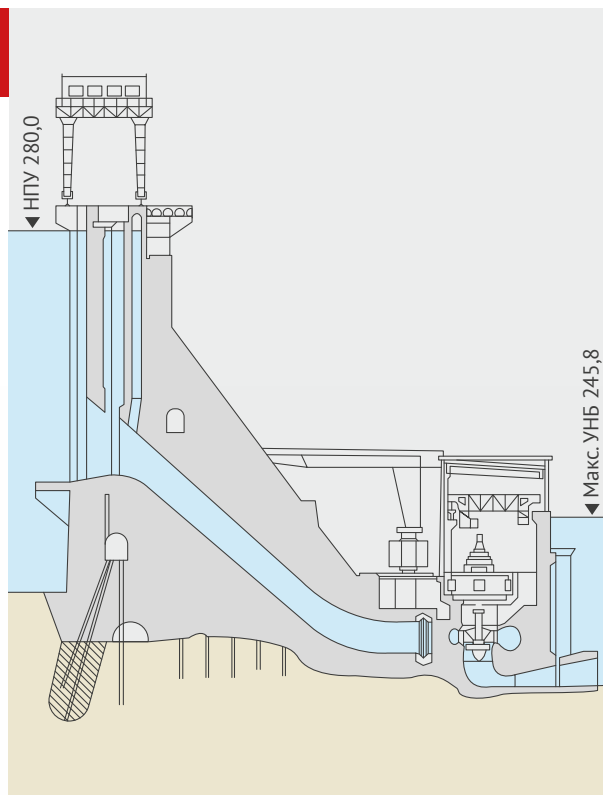
В водосливной части плотины имеются восемь водосливных пролетов шириной по 12,0 м, оборудованных сегментными затворами. Гладкая водосливная грань плотины заканчивается трамплином, отбрасывающим поток в нижний бьеф. В яме размыва происходит гашение его энергии. Пропускная способность водосброса 2920 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 4140 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В приплотинном здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 21,5 МВт, оборудованных поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 45,0 м). Отработавшая в гидроагрегатах вода сбрасывается в отводящий канал, огражденный от нижнего бьефа водосливной плотины раздельной стенкой, которая на длине 61,0 м выполнена бетонной, а затем на длине 60,0 м — ряжевой.

Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 253 млн кВт·ч.



Водосбросная плотина



### Мамаканская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	86
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	253
<b>Месторасположение:</b> Иркутская область, Бодайбинский район	
<b>Водный объект:</b> р. Мамакан	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1961
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА

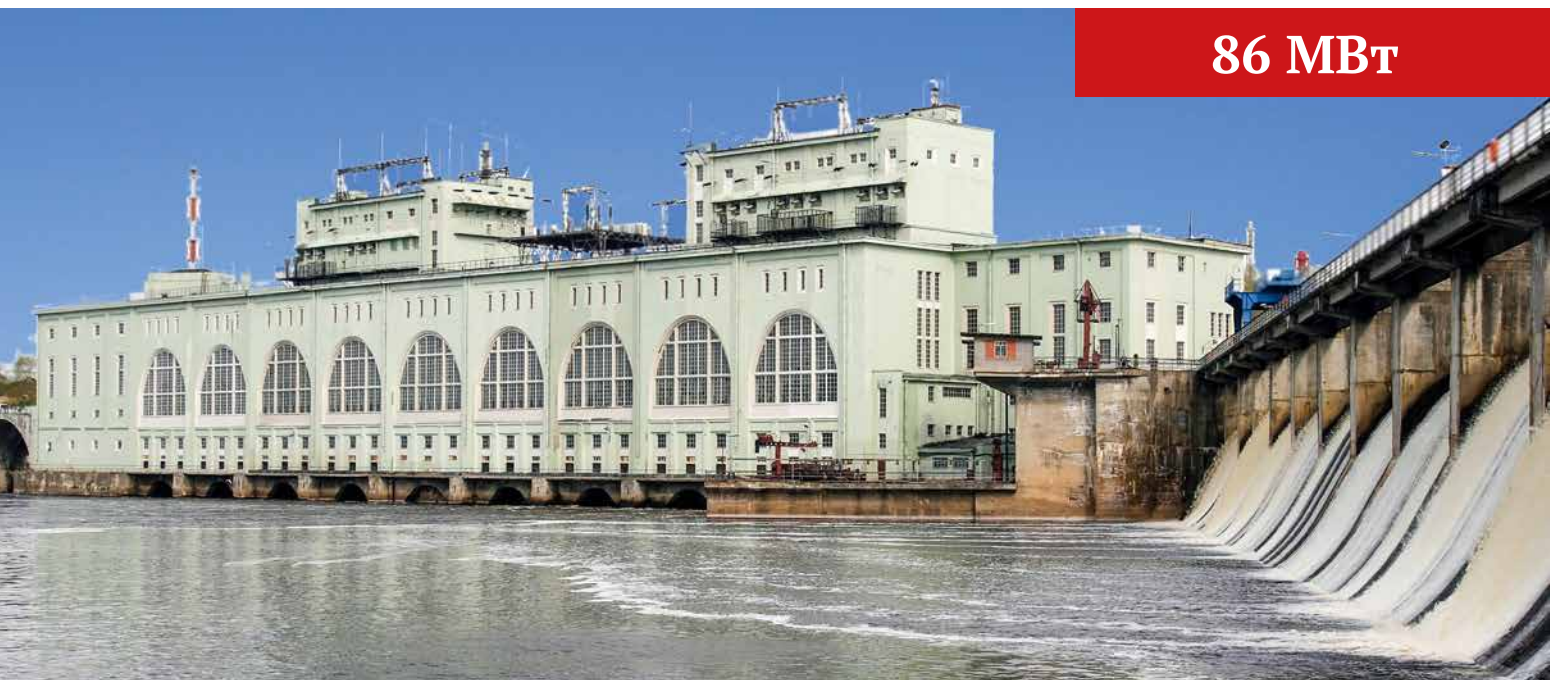
<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	57,0
<b>Длина по гребню, м</b>	346,65
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	3140

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	197,36
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	105,2
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	10,82
<b>Отметка НПУ, м</b>	280,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×21,5 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	45,0



## Волховская ГЭС

Волховская ГЭС расположена на р. Волхов в Волховском районе Ленинградской области, в г. Волхов. Построена по плану ГОЭЛРО, первый гидроагрегат пущен в 1926 г. Волховская ГЭС входит в состав ПАО «ТГК-1».

Первый проект строительства гидроэлектростанции на р. Волхов был разработан В.Ф. Добровольским в 1897 г., он предусматривал передачу электроэнергии в г. Санкт-Петербург по ЛЭП постоянного тока. В 1912 г. Г.О. Графтио подготовил подробный проект ГЭС с 8 турбинами по 7500 л. с., а к 1914 г. он переработал его, предусмотрев установку более мощных турбин — по 10 тыс. л. с. Проект вызвал сильное противодействие владельцев небольших ТЭС и поставлявших им топливо компаний, которые скупили земельные участки вблизи створа.

В 1917 г. в условиях охватившего г. Петроград энергетического кризиса проектом заинтересовалось Временное правительство, были начаты подготовительные работы, вскоре приостановленные в связи со сложной ситуацией в стране. В декабре 1917 г. с проектом ознакомился В.И. Ленин, поручивший Г.О. Графтио предоставить смету на строительство. 13 июля 1918 г. Совет народных комиссаров санкционировал строительство Волховской гидроэлектростанции и выделил более 17 млн руб. на выполнение первоочередных работ.

Подготовительные работы по строительству Волховской ГЭС начались в 1919 г. В 1921 г. станция была включена в план ГОЭЛРО, финансирование стройки

увеличилось. Возведение основных сооружений было начато в 1922 г., первый пробный пуск гидроагрегатов состоялся 5 декабря 1926 г., ввод в эксплуатацию — 19 декабря 1926 г. В 1927 г. с пуском последних гидроагрегатов станция достигла мощности 58 МВт и ее строительство было завершено, в том же году Волховской ГЭС было присвоено имя В.И. Ленина. Волховская ГЭС стала первой крупной станцией, построенной в Советском Союзе, ввод ее сыграл огромную роль в развитии промышленности страны.

В октябре 1941 г. возникла угроза захвата станции немецкими войсками, большая часть ее оборудования была демонтирована и эвакуирована. После стабилизации фронта началось восстановление станции, первые два гидроагрегата вновь заработали в мае 1942 г., а 23 сентября того же года электроэнергия Волховской ГЭС по вновь проложенному по дну Ладожского озера кабелю стала поступать в блокадный г. Ленинград. Полностью станция была восстановлена в 1945 г.

За период эксплуатации Волховская ГЭС неоднократно модернизировалась. Была реконструирована водосливная плотина с монтажом затворов, увеличена мощность гидроагрегатов с 7 до 9 МВт. В 1993–1996 гг. были заменены 3 гидроагрегата, в 2009 г. — еще один.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают водосливную плотину, водоспуск, ледозащитную стенку, средний и нижний островки, рыбоход, здание ГЭС, од-



нокамерный односторонний судоходный шлюз. Характерной особенностью станции является расположение здания ГЭС под углом к потоку, а также наличие аванкамеры, образованной ледозащитной стенкой и сооружениями судоходного шлюза.

Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 212,32 м и высотой 22,13 м, имеет 14 пролетов шириной по 12,0 м и один — шириной 4,3 м, оборудованных плоскими затворами. Пороги водосливов расположены на отметке НПУ, пропускная способность плотины 1074 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Средний островок, расположенный между водосливной плотиной и зданием ГЭС, образован бетонными подпорными стенками. В массиве островка имеется рыбоход, конструктивно реализованный в виде шлюза.

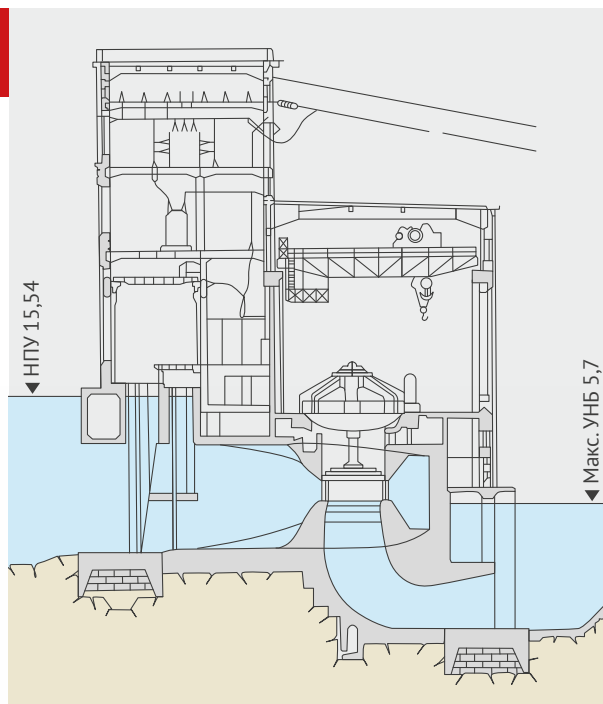
Ледозащитная стенка длиной 256,0 м образует южную грань аванкамеры и представляет собой бетонную аркаду с 18 пролетами, наверху которой покоится массивная подпорная стена.

Нижний островок расположен между зданием ГЭС и водоспуском, образован бетонными подпорными стенками, пространство между которыми засыпано грунтом. Водоспуск находится в северной части аванкамеры, между нижним островком и судоходным шлюзом, имеет два водопропускных отверстия общей пропускной способностью 900 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 1250 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании ГЭС руслового типа размещены 10 гидроагрегатов с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 10,5 м). Четыре из них имеют мощность 12 МВт, еще четыре — 9 МВт, два малых гидроагрегата — по 1 МВт. Выдача электроэнергии Волховской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 367 млн кВт·ч.



Пульт управления



## Волховская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	86
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	367
<b>Месторасположение:</b> Ленинградская область, Волховский район	
<b>Водный объект:</b> р. Волхов	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1926
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	22,13
<b>Длина по гребню, м</b>	212,32
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1748

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	264
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	55
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	58
<b>Отметка НПУ, м</b>	15,54

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×12; 4×9; 2×1 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	10,5

\* Водосливная плотина.



## Шекснинская ГЭС

Шекснинская ГЭС расположена на р. Шексне в Вологодской области, в пос. Шексна, сооружения ГЭС входят в состав сооружений Волго-Балтийского водного пути. Отличается оригинальной конструкцией: здание ГЭС совмещено с поверхностным водосливом. Одна из двух гидроэлектростанций России, на которых установлены горизонтальные капсульные гидроагрегаты. Шекснинская ГЭС эксплуатируется Шекснинским районом гидросооружений и судоходства — филиалом ФБУ «Администрация Волго-Балтийского бассейна внутренних водных путей».

История создания станции тесно связана с историей Волго-Балтийского водного пути. К 1930-м гг. стало очевидно, что Мариинская водная система, состоящая из большого количества небольших преимущественно деревянных шлюзов, устарела и должна быть полностью реконструирована.

В 1940 г. вблизи пос. Шексна и г. Вытегра началась выемка грунта котлованов шлюзов, но работы были прерваны начавшейся Великой Отечественной войной. В 1947 г. строительство Волго-Балта было возобновлено, но работы велись медленными темпами по причине недостаточно выделяемых ресурсов. В 1953 г. стройка была остановлена и законсервирована. В 1955 г. работы были возобновлены, но их интенсивность первое время была недостаточной. Положение изменилось в 1959 г., после решения руководства страны об активизации строительства и вводе Волго-Балтийского водного пути в эксплуатацию в 1965 г.

Шекснинская ГЭС была спроектирована Ленинградским отделением Института «Гидропроект». При проектировании станции было проработано несколько вариантов (с вертикальными агрегатами; с горизонтальными капсульными агрегатами; с горизонтальными турбинами, связанными карданной передачей с вертикальными генераторами). Технический проект гидроагрегата Шекснинской гидроэлектростанции был утвержден в 1961 г.

Строительство станции началось в 1950 г. и велось в две очереди, каждая из которых предусматривала ввод в эксплуатацию двух гидроагрегатов. В связи с тем, что гидроагрегаты ГЭС являлись экспериментальными и их изготовление задерживалось, как часть напорного фронта и как водосбросное сооружение Шекснинская ГЭС начала работу уже в 1963 г. Ввод в работу гидроагрегатов ГЭС состоялся уже после сдачи всего Волго-Балтийского водного пути в постоянную эксплуатацию. Первый гидроагрегат ГЭС был принят во временную эксплуатацию 28 декабря 1965 г., второй — 30 декабря 1966 г., на этом закончилось строительство первой очереди. Гидроагрегаты второй очереди пущены в 1973–1974 гг.

При проектировании и строительстве Шекснинской ГЭС был внедрен ряд нестандартных инженерных решений. Станция является одной из четырех ГЭС России, имеющих здание, совмещенное с поверхностными водосливами. Также на Шекснинской ГЭС, наряду с Саратовской ГЭС, используются горизонтальные капсульные гидроагрегаты.

Основной функцией Шекснинского гидроузла является регулирование уровня водохранилища для обеспечения судоходных глубин с попутной выработкой электроэнергии. Созданное напорными сооружениями гидроузла водохранилище заменило собой несколько шлюзов Мариинской водной системы и один из шлюзов Северо-Двинской водной системы.

К настоящему времени Шекснинская ГЭС отработала более 50 лет, сооружения и оборудование нуждаются в реконструкции, мощность станции ограничена величиной 24 МВт.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Шекснинская ГЭС представляет собой низконапорную русловую гидроэлектростанцию. В состав Шекснинского гидроузла входят земляная плотина, две земляные дамбы, здание ГЭС, совмещенное с поверхностным водосливом, два однокамерных судоходных шлюза.

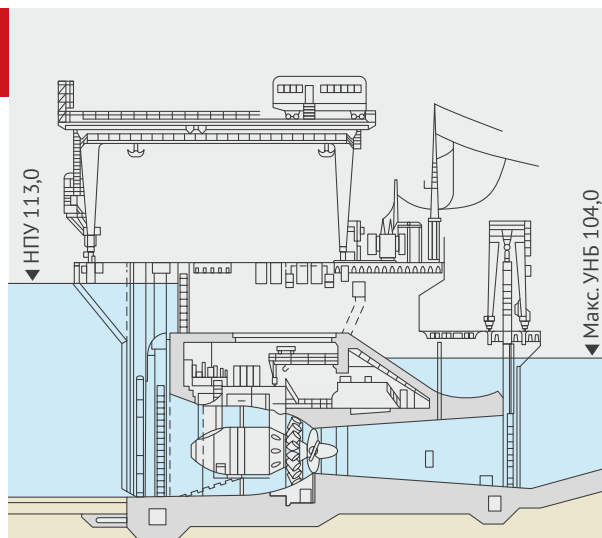
Земляная плотина расположена между правым берегом реки и зданием ГЭС, частично намыта, частично отсыпана из песчаных грунтов, имеет длину 808,0 м и наибольшую высоту 21,0 м. Одна из двух земляных дамб ограничивает водохранилище на пониженном участке рельефа, отсыпана из песчаных грунтов, имеет длину 382,0 м и наибольшую высоту 8,0 м.

Здание Шекснинской ГЭС руслового типа, совмещенное с поверхностным водосливом. В здании ГЭС размещены четыре горизонтальных капсульных гидроагрегата с поворотно-лопастными турбинами, два мощностью 20 МВт и два мощностью 22 МВт (расчетный напор 11,0 м). Над тремя гидроагрегатами размещены три водосбросных пролета шириной по 10,5 м, оборудованных плоскими затворами. Пропускная способность водослива 780 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 120 млн кВт·ч.



Плотина и здание ГЭС



### Шекснинская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	84*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	120
<b>Месторасположение:</b>	Вологодская область, Шекснинский район
<b>Водный объект:</b>	р. Шексна
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1965
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	21,0
<b>Длина по гребню, м</b>	808,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1420***

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	6,514
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	1,85
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1670
<b>Отметка НПУ, м</b>	113,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×20; 2×22 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные, горизонтальные капсульные
<b>Расчетный напор, м</b>	11,0

\* С 2013 г. установлено ограничение мощности ГЭС величиной 24 МВт.

\*\* Земляная плотина.

\*\*\* С учетом введенных ограничений по мощности ГЭС — 1000 м<sup>3</sup>/с.



## Путкинская ГЭС

Путкинская ГЭС расположена в Кемском районе Республики Карелия, возле г. Кемь и является нижней по расположению и первой по времени создания ступенью каскада ГЭС на р. Кемь в 7,5 км от ее устья. Путкинская ГЭС входит в состав ПАО «ТТК-1».

Первые исследования гидроэнергетического потенциала р. Кемь датируются еще 1912 г., работы велись Управлением водных путей Министерства путей и сообщений России. В 1932 г. была подготовлена «Рабочая гипотеза использования реки Кемь», предусматривающая строительство на реке семи ГЭС общей мощностью 196,5 МВт. Начало Великой Отечественной войны прервало дальнейшие проектные проработки. В 1954 г. Институт «Ленгидропроект» приступил к разработке

схемы гидроэнергетического использования р. Кемь. В апреле 1961 г. была утверждена схема использования реки в нижнем течении, а 29 декабря того же года — разработанное Институтом «Ленгидропроект» проектное задание Путкинской ГЭС. Строительство каскада ГЭС на р. Кемь рассматривалось как следующий этап освоения гидроэнергетических ресурсов Карелии после возведения каскада ГЭС на р. Нижний Выг.

Функции заказчика строительства новой станции были переданы руководству Каскада Выгских ГЭС. В апреле 1964 г. начала работу дирекция строящихся Путкинской и Палакоргской ГЭС. Строительство Путкинской ГЭС было начато в 1963 г., первый агрегат станции пущен 28 марта 1967 г., до конца того же года были введены в эксплуатацию остальные гидроагрегаты. В 1968 г. строительство станции было завершено.

Путкинская ГЭС стала первой станцией Кемского каскада. За 50-летний срок ее эксплуатации оборудование устарело. В рамках модернизации ГЭС заменены системы управления гидроагрегатов, лопасти рабочих колес турбин, системы возбуждения генераторов, проводятся работы по замене выключателей распределительного устройства 220 кВ на элегазовые.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Путкинская ГЭС является плотинно-деривационной гидроэлектростанцией с безнапорной деривацией. Сооружения станции включают в себя земляную плотину, водосбросную плотину, две напорные дамбы, подводящий канал, здание ГЭС, отводящий канал.



*Здание ГЭС*

Земляная плотина длиной 227,0 м и максимальной высотой 17,5 м отсыпана из моренного грунта. Две грунтовые напорные дамбы длиной 232,0 и 622,0 м и максимальной высотой 15,5 и 13,5 м соответственно находятся правее плотины и перекрывают местные понижения рельефа. Справа к земляной плотине примыкает водосбросная бетонная плотина длиной 27,0 м и высотой 14,5 м с двумя водосливными пролетами шириной по 12,0 м, оборудованными сегментными затворами. Пропускная способность водосбросной плотины 1184 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 1300 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Подводящий канал проходит справа от русла реки, имеет длину 1451,0 м и пропускную способность 486 м<sup>3</sup>/с. В конце канала находится здание ГЭС руслового типа, в котором размещены три гидроагрегата мощностью по 28 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 20,1 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 170,0 м.

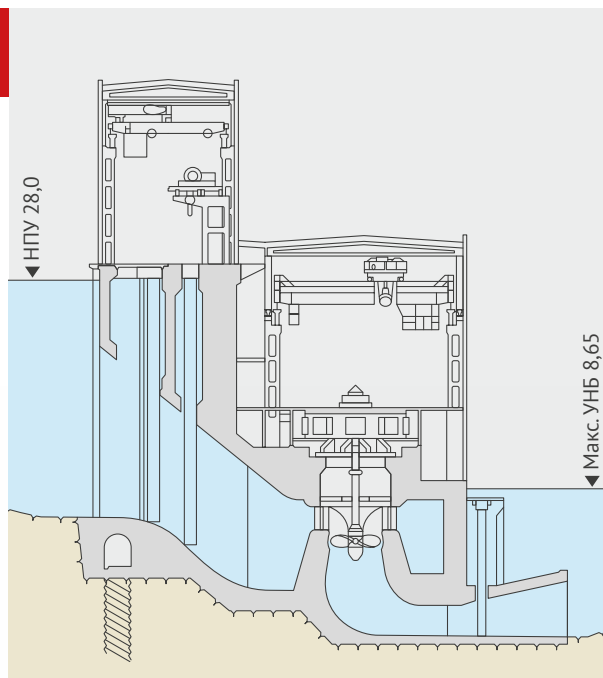
Выдача электроэнергии Путкинской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110, 220 и 330 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 411,7 млн кВт·ч.



Машинный зал



Открытые распределительные устройства 110 и 220 кВ



## Путкинская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	84
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	411,7
<b>Месторасположение:</b> Республика Карелия, Кемский район	
<b>Водный объект:</b> р. Кемь	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1967
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	17,5
<b>Длина по гребню, м</b>	227,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1670

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	49
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	3,2
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	6,4
<b>Отметка НПУ, м</b>	28,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×28 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	20,1

\* Земляная плотина.



## Кумская ГЭС

Кумская ГЭС расположена на р. Куме (верхнее течение р. Ковды) в Лоухском районе Республики Карелия и является верхней, регулирующей ступенью Ковдинского каскада ГЭС. Кумская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

Проектно-изыскательские работы по Кумской ГЭС начались в 1951 г. В 1953 г. Ленинградским отделением Института «Гидроэнергопроект» было составлено проектное задание, предусматривавшее гидроэнергетическое использование Верхней Ковды двумя ступенями — Кумской и Иовской ГЭС. Согласно проектному заданию, Кумская ГЭС должна была строиться с подземным зданием ГЭС и иметь мощность 60 МВт.

Титул строительства Кумской ГЭС был открыт в конце 1955 г., но подготовительные работы вскоре были приостановлены, так как в качестве первоочередного объекта была выбрана Иовская ГЭС. В 1959 г. реализация проекта была продолжена, но по предложению строительной организации было принято решение отказаться от подземного здания ГЭС, как удлиняющего сроки строительства на один-два года. Проект станции был полностью переработан и утвержден 31 марта 1960 г., при этом мощность Кумской ГЭС была увеличена до 80 МВт.

Строители пришли на площадку Кумской ГЭС в январе 1960 г., а уже в августе того же года были начаты земляные работы на основных сооружениях. В мае 1961 г. завершилась разработка котлована станционного узла, начались бетонные работы на напорном бассейне и водосбросе. Река Кума была перекрыта в марте

1962 г., 1 июля того же года был пущен первый гидроагрегат, 1 сентября — второй. Таким образом, станция в необжитой местности была построена в рекордно короткие сроки — менее трех лет. Строительные работы на Кумской ГЭС завершились в 1963 г., в промышленную эксплуатацию станция была принята 17 марта 1965 г.

Кумская ГЭС, имея крупное водохранилище со значительной полезной емкостью, играет важную роль в работе всего Ковдинского каскада, регулируя сток и повышая выработку электроэнергии на нижележащих Иовской и Княжегубской ГЭС.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

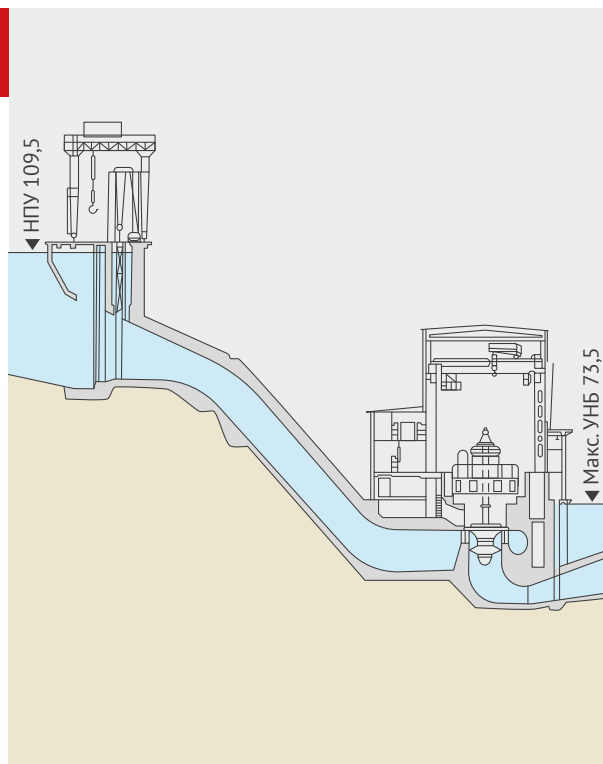
Кумская ГЭС является плотинно-деривационной гидроэлектростанцией с безнапорной деривацией. Сооружения станции включают земляную плотину, водосброс, подводящий канал, водоприемник, напорные трубопроводы, здание ГЭС, отводящий канал.

Земляная плотина отсыпана из моренных суглинков и каменной наброски, имеет длину 700,0 м и максимальную высоту 19,0 м. В теле плотины расположен водосброс высотой 16,5 м с одним пролетом шириной 8,0 м, оборудованным сегментным затвором. Вода попадает в железобетонный закрытый водовод длиной 16,2 м, расположенный в теле плотины, и далее через короткий отводящий канал — в русло р. Кумы. Пропускная способность водосброса 186 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 205,8 м<sup>3</sup>/с при ФПУ. Подводящий канал ГЭС расположен слева от плотины, имеет длину 500,0 м и рас-

четный расход 294 м<sup>3</sup>/с. Канал завершается напорным бассейном с водоприемным устройством, из которого вода поступает в четыре металлических напорных водовода диаметром 5,0 м и длиной по 40,0 м и далее — в турбины ГЭС. Оригинальной конструктивной особенностью станции является подвод воды к каждому гидроагрегату по двум напорным водоводам.

В здании Кумской ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 40 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 32,0 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 1306,0 м.

Выдача электроэнергии Кумской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 150 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 355,6 млн кВт·ч.



Машинный зал



Панорама сооружений

### Кумская ГЭС

Установленная мощность, МВт	80
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	355,6
<b>Месторасположение:</b> Республика Карелия, Лоухский район	
<b>Водный объект:</b> р. Кума (Ковда)	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1962
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	19,0
<b>Длина по гребню, м</b>	700,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	476

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	9,83
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	8,63
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1910
<b>Отметка НПУ, м</b>	109,5

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×40 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	32,0



## Ондская ГЭС

Ондская гидроэлектростанция расположена на р. Онде (также использует часть стока р. Нижний Выг) в Сегежском районе Республики Карелия, у дер. Каменный Бор и является верхней ступенью каскада ГЭС на р. Нижний Выг. Наиболее мощная станция каскада. Ондская ГЭС эксплуатируется ООО «Евросибэнерго — тепловая энергия».

В 1912–1915 гг. Управлением землеустройства России были проведены исследования по рекам Выг и Сегежа, связанные с перспективой использования их в энергетических целях. В 1931–1933 гг. был построен Беломорско-Балтийский канал, часть трассы которого прошла по руслу р. Нижний Выг. На реке было создано несколько водохранилищ, наиболее крупным из которых стало Выгозерское. Проект канала не предусматривал строительства ГЭС, излишки воды сбрасывались вхолостую. Наличие уже готовых подпорных сооружений канала способствовало разработке планов строительства при них ГЭС, в результате чего к 1937 г. был разработан технический проект Ондской ГЭС.

Постановлением Совнаркома СССР и ЦК ВКП(б) от 11 октября 1940 г. «Об увеличении производства алюминия и магния в 1941–1942–1943 годах» на НКВД СССР возлагалось строительство Маткожненской и Ондской ГЭС с частичным использованием сооружений Беломорско-Балтийского канала. Электростанции, предназначенные для энергоснабжения нового алюминиевого завода, должны были заработать уже в 1942 г. Начатые в 1940 г. строительные работы остановила война.

После войны было принято решение возобновить строительство. Пересмотренный технический проект Ондской ГЭС, разработанный Институтом «Ленгидропроект», был утвержден в 1949 г. Подготовительные работы по возведению Ондской ГЭС начались в 1948 г., первый гидроагрегат станции был пущен 9 марта 1956 г., остальные были введены в эксплуатацию в том же году. Строительство Ондской ГЭС завершилось в 1957 г., в промышленную эксплуатацию станция была принята 14 сентября 1960 г.

Ондская ГЭС является самой мощной станцией каскада ГЭС на р. Нижний Выг, главным потребителем электроэнергии станции является Надвоицкий алюминиевый завод. После 60-летней эксплуатации Ондская ГЭС нуждается в обновлении оборудования. В 2008–2009 гг. были проведены ремонтные работы с применением кессонов по восстановлению бетона лицевой грани плотины в зоне переменного уровня.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

На Ондской гидроэлектростанции плотинно-деривационная схема создания напора. Концепция предусматривает использование стока двух рек — Онды и Нижнего Выга, часть которого перебрасывается по соединительному каналу из Выгозерского водохранилища в р. Ондку. Сооружения гидроузла включают глухую бетонную плотину, соединительный канал, подводящий канал с дамбами, напорный бассейн с четырьмя напорными трубопроводами, здание ГЭС, отводящий канал. Также работу ГЭС обеспечивают



сооружения Надвоицкого гидроузла Беломорско-Балтийского канала.

Глухая гравитационная бетонная плотина обжатого профиля на р. Онде имеет длину 513,0 м и максимальную высоту 36,6 м. По причине геологических особенностей основания плотина выгнута в нижний бьеф и образует Ондское водохранилище, соединенное каналом длиной 2100,0 м с Выгозерским водохранилищем, созданным напорными сооружениями Надвоицкого гидроузла, который имеет земляную плотину, две грунтовые дамбы, судоходный шлюз и бетонную водосливную плотину пропускной способностью 650 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 20 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 26,0 м). Вода к напорному бассейну и зданию ГЭС поступает по подводящему каналу длиной 454,0 м. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 792,0 м, который сопрягается с расчищенным руслом р. Онды.

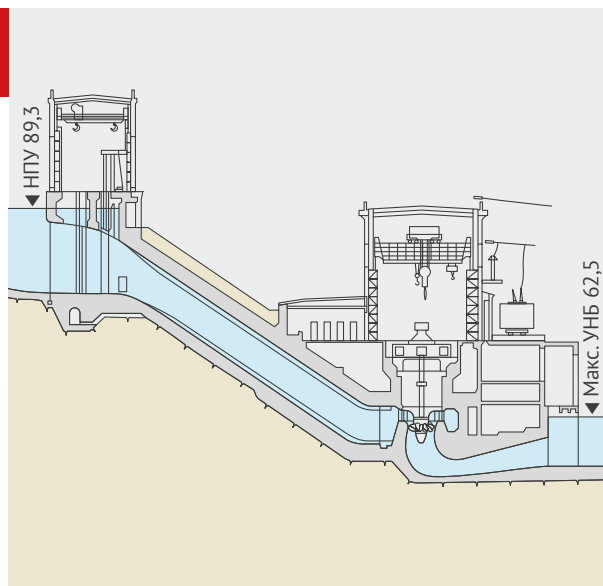
Выдача электроэнергии Ондской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110, 220 и 330 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 346 млн кВт·ч.



Машинный зал



Здание ГЭС



## Ондская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	80
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	346
<b>Месторасположение:</b> Республика Карелия, Сегежский район	
<b>Водный объект:</b> р. Онда и Нижний Выг	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1956
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	36,6
<b>Длина по гребню, м</b>	513,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1010**

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*\*

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	6,51
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	1,18
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1271
<b>Отметка НПУ, м</b>	89,3

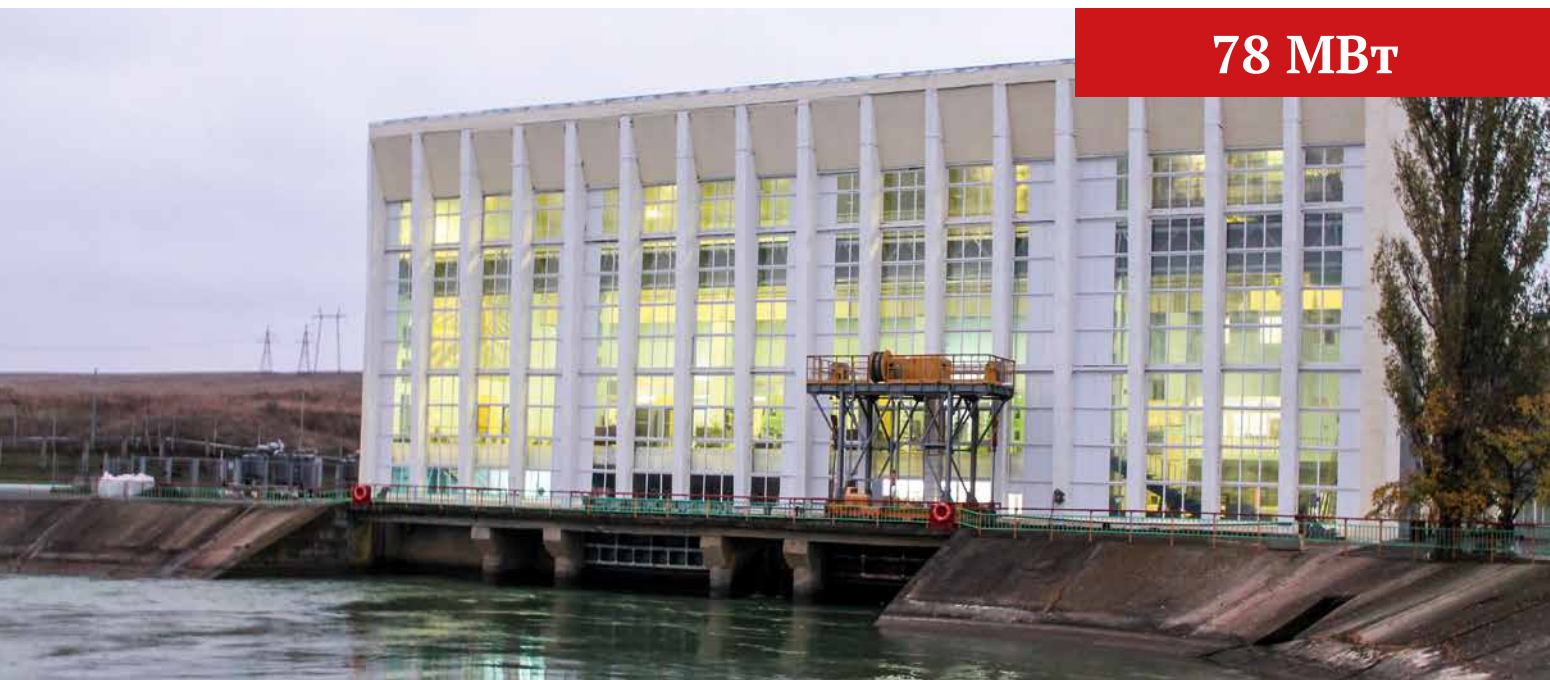
### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×20 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	26,0

\* Глухая плотина Ондского гидроузла.

\*\* Суммарно через Ондскую ГЭС и водосброс Надвоицкого гидроузла.

\*\*\* Суммарно Ондское и Выгозерское водохранилища.



## Кубанская ГЭС-4

ГЭС-4 Каскада Кубанских ГЭС расположена возле г. Невинномысск Кочубеевского района Ставропольского края, на Большом Ставропольском канале. Совместно с ГЭС-3 и Свистухинской ГЭС входит в Барсучковскую группу ГЭС. По конструкции и основным параметрам ГЭС-3 и ГЭС-4 очень похожи, поскольку строились в одно время, в одинаковых условиях и при их сооружении максимально использовались унифицированные элементы. Кубанская ГЭС-4 эксплуатируется филиалом ПАО «РусГидро» — «Каскад Кубанских ГЭС».

Проектное задание первой очереди Кубань-Калусской системы (Большого Ставропольского канала) было утверждено в 1956 г. Барсучковский участок канала в нем был запроектирован без учета водоснабжения Невинномысского химического комплекса и Невинномысской ГРЭС, с незначительными объемами подачи воды (около 30 м<sup>3</sup>/с). Проектным заданием предполагалось строительство на Барсучковском канале трех ГЭС общей мощностью 32,3 МВт.

В ходе дальнейшего проектирования было решено увеличить расход воды по каналу до 110–150 м<sup>3</sup>/с, а также исключить нижнюю ГЭС в каскаде. Мощность и выработка оставшихся двух станций значительно возросли. В таком виде проект был принят к реализации в рамках строительства второй очереди энергетического комплекса Большого Ставропольского канала. Строительство Кубанской ГЭС-4 было начато в 1962 г., причем в первую очередь возводились бассейн суточного регулирования, холостой водо-

сброс и выравнивающее водохранилище, а основной объем работ непосредственно по зданию ГЭС выполнялся с 1969 г. Все гидроагрегаты ГЭС-4 были пущены в 1970 г.

Наличие бассейна суточного регулирования позволяет ГЭС-4 работать в пиковой части графика нагрузки. В настоящее время ведется модернизация станции, предусматривающая замену устаревшего оборудования и ремонт основных сооружений. На первом этапе будут заменены силовые трансформаторы и оборудование распределительных устройств.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Конструктивно ГЭС-4 представляет собой средненапорную деривационную гидроэлектростанцию. Сооружения ГЭС-4 включают в себя бассейн суточного регулирования с подводным каналом, холостой водосброс, водоприемник, трехниточный напорный трубопровод, здание ГЭС, отводящий канал, выравнивающее водохранилище.

Бассейн суточного регулирования (БСР) образован с одной стороны выемкой склона, с другой — дамбами. БСР имеет длину 1030,0 м, ширину 770,0 м, полезную емкость 2 млн м<sup>3</sup> при глубине сработки 2,5 м. При входе в БСР располагается шлюз-регулятор, выполняющий роль сопрягающего сооружения между каналом и БСР.

Холостой водосброс длиной 610,0 м и пропускной способностью 110 м<sup>3</sup>/с осуществляет сброс воды с вы-

соты 58,2 м. Он расположен на канале до шлюза-регулятора. Включает в себя подводящий канал, оголовок, быстроток, водобойный колодец и отводящий канал. Оголовок двухпролетный, оборудован основными и аварийно-ремонтными плоскими затворами.

Водоприемник ГЭС-4 сифонного типа, с клапанами для срыва вакуума, трехпролетный. Напорный трубопровод трехниточный, диаметром 4,0 м, длина каждой нитки составляет 458,0 м. Водоводы железобетонные, засыпаны грунтом. Конструкции водоприемника и напорных трубопроводов унифицированы с другими станциями Каскада Кубанских ГЭС (ГАЭС, ГЭС-1, ГЭС-2 и ГЭС-3), что позволило снизить затраты на сооружение каскада в целом.

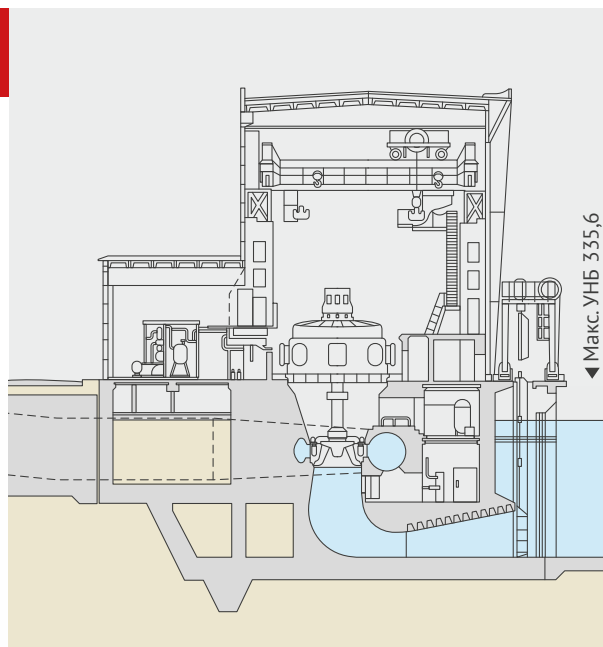
В здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 26 МВт. Гидроагрегаты оборудованы радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 53,7 м). В отличие от ГЭС-1 и ГЭС-2, здание ГЭС-4 классической закрытой конструкции с мостовым краном.

Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 35, 110 и 330 кВ (ведутся работы по замене на КРУЭ). Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 181,5 млн кВт·ч.

В нижнем бьефе ГЭС-4 расположено выравнивающее водохранилище полезным объемом 2 млн м<sup>3</sup>, задачей которого является обеспечение водоснабжения Невинномысской ГРЭС. Водоохранилище образовано грунтовой плотиной высотой 14,0 м, также в напорный фронт входит аварийный (холостой) водосброс пропускной способностью 220 м<sup>3</sup>/с, сбрасывающий воду в русло р. Барсучки, которое защищено от размыва двумя перепадами. По состоянию на начало 2018 г. на выравнивающем водохранилище планируется строительство малой Барсучковской ГЭС мощностью 5,25 МВт.



Бассейн суточного регулирования



## Кубанская ГЭС-4

<b>Установленная мощность, МВт</b>	78
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	181,5
<b>Месторасположение:</b>	Ставропольский край, Кочубеевский район
<b>Водный объект:</b>	Большой Ставропольский канал
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1970
<b>Схема создания напора:</b>	деривационная

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	12,0
<b>Длина по гребню, м</b>	3200,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	270

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	2,5
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	2,0
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,8
<b>Отметка НПУ, м</b>	393,25

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×26 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	53,7

\* Дамбы бассейна суточного регулирования.

\*\* Бассейн суточного регулирования.



## Чирюртская ГЭС-1

Чирюртская ГЭС-1 расположена в Республике Дагестан, возле пос. Бавтугай городского округа Кизилюрт и является самой мощной станцией гидроэнергетического комплекса, использующего одну плотину и включающего также Гельбахскую ГЭС и Чирюртскую ГЭС-2. Чирюртский гидроэнергетический комплекс — нижняя ступень каскада ГЭС на р. Сулак в 112 км от его устья. Чирюртская ГЭС-1 входит в состав Дагестанского филиала ПАО «РусГидро».

Проектно-изыскательские работы по Чирюртской ГЭС-1 были начаты в 1948 г. Бакинским отделением Института «Гидропроект». Подготовительные работы по строительству станции начались в 1954 г., земляные — в 1955 г. В 1958 г. было в целом завершено строительство здания ГЭС, подводящего и отводящего каналов. В марте 1959 г. была перекрыта р. Сулак. Гидроагрегаты Чирюртской ГЭС-1 пущены в декабре 1961 г. В 1962 г. строительство станции было завершено. Чирюртская ГЭС-1 стала второй (после Гергебильской ГЭС) относительно крупной гидроэлектростанцией Дагестана и до ввода в эксплуатацию Чиркейской ГЭС в течение двух десятилетий была самой мощной электростанцией республики. Имея водохранилище, позволяющее вести суточное регулирование стока, Чирюртская ГЭС-1 работает в пиковой части графика нагрузок. Помимо выработки электроэнергии станция играет важную роль в обеспечении водоснабжения и орошения земель.

За время эксплуатации Чирюртская ГЭС-1 существенно не реконструировалась, за исключением за-

мены в 1987–1988 гг. трансформаторов. Запланирована модернизация станции с заменой устаревшего оборудования и ремонтом сооружений.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Чирюртская ГЭС-1 является средненапорной плотино-деривационной гидроэлектростанцией. Сооружения ГЭС включают в себя плотину, водосброс, водозаборное сооружение деривации, деривационный канал, напорный бассейн с водоприемником, напорные трубопроводы, здание ГЭС, отводящий канал. Плотина Чирюртского гидроузла и ее водосбросные сооружения описаны в статье о Гельбахской ГЭС.

Водозаборное сооружение деривации представляет собой башенный трехпролетный водоприемник, совмещенный с донным водосбросом плотины. Три водозаборных отверстия с пролетом 7,0 м расположены на отметке 89,0 м. Стенки водозаборных отверстий, имея криволинейное очертание, поворачивают поток на 90° и отводят его в деривационный канал.

Сопряжение водозаборного сооружения и деривационного канала производится при помощи железобетонного лотка длиной 30,0 м. Деривационный канал с максимальным расходом 230 м<sup>3</sup>/с имеет длину 3458,0 м. Пересечение канала с Бавтугайским оврагом выполнено в виде насыпи высотой более 20,0 м, в основании которой расположен трубчатый ливнесброс.

Напорный бассейн размещен в конце деривационного канала, совмещен с водоприемником и грязеспуском. В левой стенке напорного бассейна распо-

ложено водоприемное устройство Хасавьуртского магистрального канала. Напорный бассейн состоит из аванкамеры длиной 40,0 м и напорной камеры длиной 22,5 м. Низовая стенка аванкамеры представляет собой двухпролетный водоприемник, оборудованный плоскими затворами. В пороге напорной камеры расположено приемное отверстие галереи грязеспуска пропускной способностью 10 м<sup>3</sup>/с, далее галерея переходит в открытый лоток грязеспуска длиной 289,0 м. Турбинные водоводы металлические, двухниточные, длина каждого 134,0 м и диаметр 5,4 м.

В здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 36 МВт, оборудованных поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 42,5 м). Отрабатываемая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 730,0 м, который одновременно является подводящим каналом ГЭС-2. В отводящем канале расположены шлюз-регулятор с боковым сбросом в русло р. Сулак и водоприемник в канал им. Октябрьской революции, используемый для ирригации и водоснабжения городов Махачкалы и Каспийска.

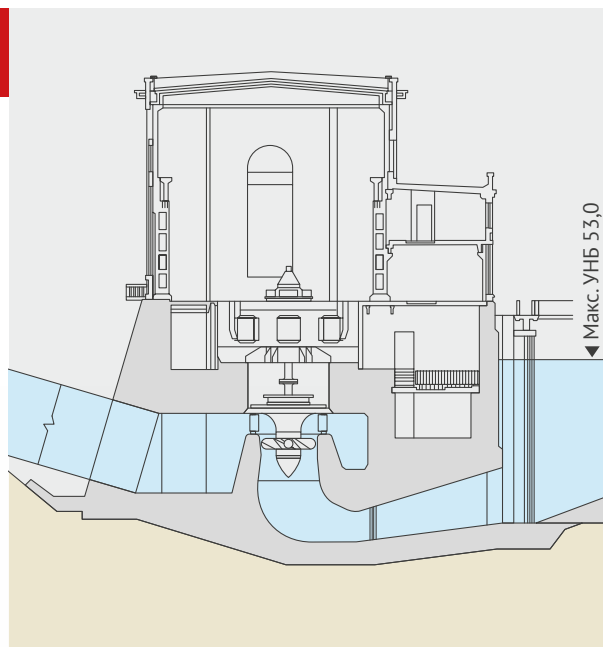
Выдача электроэнергии ГЭС-1 в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 386 млн кВт·ч.



Водозаборное сооружение



Напорные трубопроводы



### Чирюртская ГЭС-1

<b>Установленная мощность, МВт</b>	72
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	386
<b>Месторасположение:</b> Республика Дагестан, городской округ Кизилюрт	
<b>Водный объект:</b> р. Сулак	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1961
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	37,0
<b>Длина по гребню, м</b>	430,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	2554*

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	6,04
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	4,6
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	3,0
<b>Отметка НПУ, м</b>	95,65

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2 × 36 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	42,5

\* С учетом пропуска через турбины Гельбахской ГЭС.

**65,1 МВт**

## Кашхатау ГЭС

Кашхатау ГЭС расположена на р. Черек в Кабардино-Балкарской Республике, возле пос. Кашхатау и входит в Нижне-Черекский каскад, являясь его верхней ступенью. Одна из первых ГЭС, строительство которых было начато в постсоветской России. Крупнейшая ГЭС Кабардино-Балкарии. Гидроагрегаты Кашхатау ГЭС были введены в работу 26 декабря 2010 г. Станция входит в состав Кабардино-Балкарского филиала ПАО «РусГидро».

Проектирование каскада ГЭС на р. Черек началось еще в советское время. Институт «Еревангидропроект» разработал проект гидроэнергетического комплекса, состоящего из двух деривационных станций — Советской (Кашхатау) ГЭС и Аушигерской ГЭС. Впоследствии проект был доработан Институтом «Гидропроект», мощность станций была увеличена (Советской ГЭС — с 55,4 до 65,1 МВт).

Строительство Нижне-Черекского каскада ГЭС началось в 1993 г., но общая сложная экономическая ситуация в стране привела к тому, что строительные работы велись низкими темпами. В связи со сложностями строительства деривационного тоннеля Советской ГЭС первоочередным объектом была признана Аушигерская ГЭС. После ее пуска в конце 2002 г. строительные работы на площадке Советской ГЭС были активизированы, что позволило в 2006 г. ввести в эксплуатацию головной узел. В том же году станция была переименована в Кашхатау ГЭС. Наибольшей интенсивности строительные работы достигли в 2007–2010 гг. после перехода строительства под контроль компании

«РусГидро». Наибольшие сложности вызвала проходка деривационного тоннеля в сложных геологических условиях, потребовавшая применения технологии химического закрепления грунтов.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Кашхатау ГЭС — деривационная электростанция. Сооружения станции включают в себя головной узел, подводящую деривацию, напорно-станционный узел.

Головной узел обеспечивает очистку воды р. Черек от наносов и забор ее в деривацию. Он состоит из грунтовой плотины, водосброса с шугорыбосбросом, водозабора с отстойником и аварийным водосбросом, рыбхода. Напорные сооружения головного уза образуют небольшое водохранилище с НПУ 738,0 м, полным объемом 6,9 млн м<sup>3</sup> и полезным объемом 0,9 млн м<sup>3</sup>.

Грунтовая плотина длиной 397,6 м и максимальной высотой 37,0 м отсыпана из местных материалов, имеет противотфильтрационное ядро из смеси суглинка и гравийно-галечникового грунта.

Бетонные водосброс и шугорыбосброс, примыкающие к плотине справа, входят в состав напорного фронта. Водосброс имеет два водосбросных пролета шириной 7,0 м каждый, шугорыбосброс — один пролет шириной 4,0 м. Водосбросные сооружения обеспечивают пропуск максимального расчетного паводка с расходом 464 м<sup>3</sup>/с (0,1% обеспеченности). Водозаборное сооружение непосредственно примыкает к водосбросу и также входит в состав напорного фронта. Непосредственно за водозабором размещен четырехкамерный

отстойник, служащий для очистки воды от наносов. В состав отстойника входит автоматический аварийный водосброс на расход  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Деривация Кашхатау ГЭС имеет общую длину  $6243,0 \text{ м}$  и состоит из открытого и закрытого участков. Открытый участок представлен железобетонным каналом-лотком прямоугольного сечения длиной  $2029,0 \text{ м}$ . Закрытый — деривационный тоннель длиной  $4144,0 \text{ м}$ . Режим работы тоннеля — напорный, максимальный статический напор составляет  $16,0 \text{ м}$ .

Напорно-станционный узел состоит из бассейна суточного регулирования (БСР), водозаборного устройства, напорных трубопроводов, уравнильного резервуара, здания ГЭС, отводящего канала и распределительного устройства. Бассейн суточного регулирования, также выполняющий функции напорного бассейна, имеет длину около  $700,0 \text{ м}$ , ширину около  $200,0 \text{ м}$ , полный объем  $0,95 \text{ млн м}^3$ , полезный объем  $0,88 \text{ млн м}^3$ .

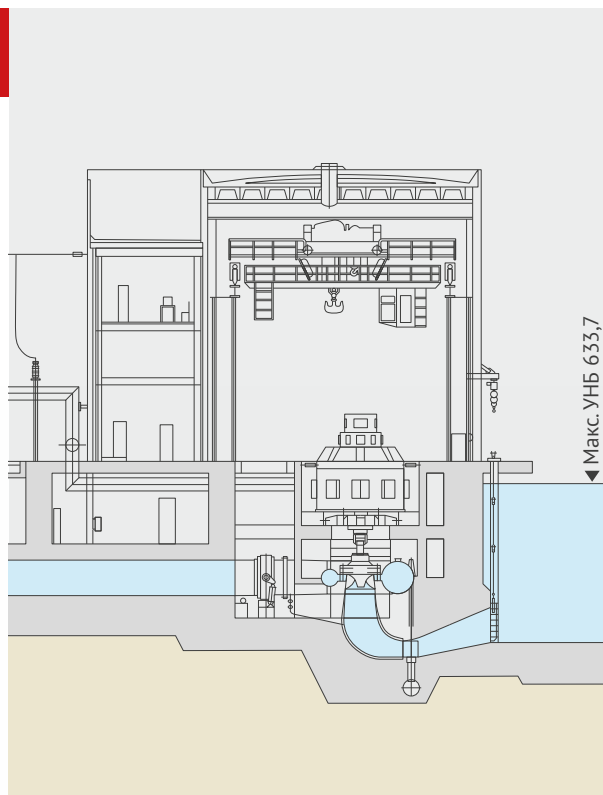
Водоприемник находится в концевой части БСР, снабжен двумя водозаборными отверстиями, оборудованными аварийно-ремонтными затворами. Напорный водовод состоит из металлического напорного трубопровода длиной  $564,0 \text{ м}$ , вертикального напорного ствола водовода глубиной около  $65,0 \text{ м}$  и напорного тоннеля длиной  $384,0 \text{ м}$ . Все участки напорного водовода имеют внутренний диаметр  $4,4 \text{ м}$ . В середине водовода размещен железобетонный уравнильный резервуар высотой около  $40,0 \text{ м}$ .

В здании ГЭС установлены три гидроагрегата мощностью по  $21,7 \text{ МВт}$  с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор  $94,0 \text{ м}$ ). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной  $570,0 \text{ м}$ , который сопрягается с деривацией Аушигерской ГЭС.

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ  $110 \text{ кВ}$ . Проектная среднегодовая выработка электроэнергии составляет  $241 \text{ млн кВт}\cdot\text{ч}$ .



Водосброс головного узла



## Кашхатау ГЭС

Установленная мощность, МВт	65,1
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	241
Месторасположение:	Кабардино-Балкарская Республика, Черекский район
Водный объект:	р. Черек
Год пуска первого гидроагрегата	2010
Схема создания напора:	деривационная

### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	37,0
Длина по гребню, м	397,6
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, $\text{м}^3/\text{с}$	544

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн $\text{м}^3$	6,9
Объем полезный, млн $\text{м}^3$	0,9
Площадь при НПУ, $\text{км}^2$	0,44
Отметка НПУ, м	738,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	$3 \times 21,7 \text{ МВт}$
Тип турбин:	радиально-осевые
Расчетный напор, м	94,0



## Маткожненская ГЭС

Маткожненская ГЭС расположена в Беломорском районе Республики Карелия, возле пос. Сосновец и является третьей ступенью каскада ГЭС на р. Нижний Выг. Это старейшая станция каскада. Маткожненская ГЭС входит в состав ПАО «ТГК-1».

В 1931–1933 гг. был построен Беломорско-Балтийский канал, часть трассы которого прошла по руслу р. Нижний Выг. При этом на реке было создано несколько водохранилищ, одним из которых стало Маткожненское. Проект канала не предусматривал строительства гидроэлектростанции, излишки воды сбрасывались вхолостую. Наличие уже готовых подпорных сооружений канала привело к разработке проектов строительства ГЭС. Постановлением Совнаркома СССР и ЦК ВКП(б) от 11 октября 1940 г. «Об увеличении производства алюминия и магния в 1941–1942–1943 годах» на НКВД СССР возлагалось строительство Маткожненской и Ондской ГЭС с частичным использованием сооружений Беломорско-Балтийского канала. Электростанции, предназначенные для энергоснабжения нового алюминиевого завода, должны были заработать уже в 1942 г. Начатые в 1940 г. строительные работы остановила война.

После войны было принято решение возобновить строительство. Пересмотренный технический проект Маткожненской ГЭС, разработанный Институтом «Ленгидропроект», был утвержден в 1948 г., тогда же были начаты подготовительные работы по возведению станции. Маткожненскую и Ондскую ГЭС возводили заключенные ГУЛАГа. Первый гидроагрегат

Маткожненской ГЭС был пущен уже 1 января 1953 г. В июне 1959 г. возведение Маткожненской ГЭС было завершено, и она была принята в промышленную эксплуатацию.

8 августа 2012 г. в результате обильных дождей произошло затопление пристанционной площадки и здания Маткожненской ГЭС. В 2013 г. станция была полностью восстановлена. В 2016 г. проведена реконструкция первого гидроагрегата ГЭС.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

ГЭС представляет собой плотинно-деривационную гидроэлектростанцию с безнапорной деривацией.

Сооружения Маткожненского гидроузла включают в себя грунтовую плотину, водосбросную плотину, четыре земляные сопрягающие дамбы, два двухкамерных судоходных шлюза Беломорско-Балтийского канала, подводящий канал с дамбами, здание ГЭС, отводящий канал.

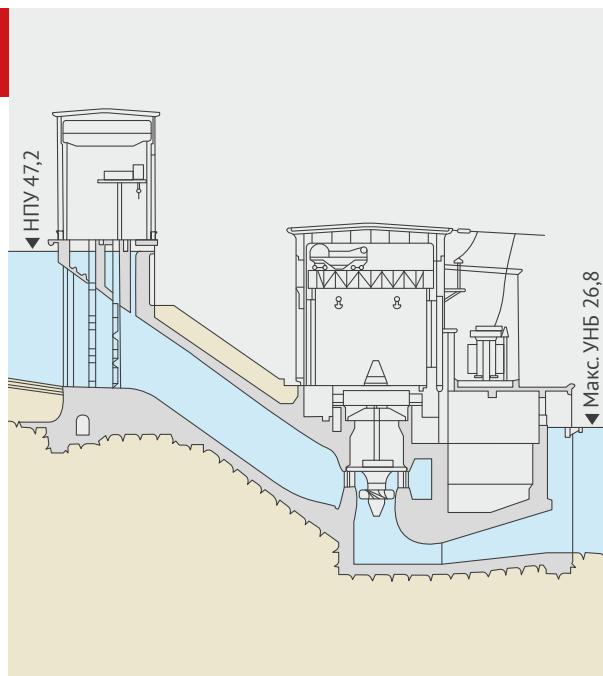
Грунтовая плотина состоит из двух частей: земляной и каменно-набросной. Каменно-набросная часть плотины примыкает к водосбросной плотине, имеет длину 150,0 м и наибольшую высоту 15,3 м. Плотина сооружена из каменной наброски и сухой каменной кладки, в качестве противофильтрационного элемента использован деревянный экран. Земляная часть плотины длиной 360,0 м и максимальной высотой 14,0 м отсыпана из супеси, имеет глинистый экран. Четыре земляные сопрягающие дамбы имеют длину от 356,0 до 2373,0 м.



Бетонная водосливная плотина длиной 135,5 м и максимальной высотой 20,6 м. Плотина оборудована четырьмя водосливными пролетами шириной по 12,1 м, снабженными сегментными затворами (ранее плотина также имела донные отверстия, в настоящее время они забетонированы). Пропускная способность плотины 1436 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании Маткожненской ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 21 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 19,6 м). Вода к зданию ГЭС поступает по подводящему каналу длиной 580,0 м и шириной 25,0 м. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 1106,0 м. Максимальный расход через здание ГЭС — 410 м<sup>3</sup>/с.

Выдача электроэнергии ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 365 млн кВт·ч.



Вид со стороны верхнего бьефа



Машинный зал

## Маткожненская ГЭС

Установленная мощность, МВт	63
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	365
Месторасположение:	Республика Карелия, Беломорский район
Водный объект:	р. Нижний Выг
Год пуска первого гидроагрегата	1953
Схема создания напора:	плотинно-деривационная

### ПЛОТИНА\*

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	15,3
Длина по гребню, м	150,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	1846

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	81,52
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	16,91
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	19,01
Отметка НПУ, м	47,2

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	3×21 МВт
Тип турбин:	поворотно-лопастные
Расчетный напор, м	19,6

\* Каменно-набросная плотина.



## Аушигерская ГЭС

Аушигерская ГЭС расположена на р. Черек в Кабардино-Балкарской Республике, возле сел Аушигер и Заарагж. Входит в Нижне-Черекский каскад, являясь его средней ступенью. Одна из первых гидроэлектростанций, строительство которых было начато в постсоветской России. Аушигерская ГЭС входит в состав Кабардино-Балкарского филиала ПАО «РусГидро».

Проектирование каскада ГЭС на р. Черек началось еще в советское время. Институт «Еревангидропроект» разработал проект гидроэнергетического комплекса, состоящего из двух деривационных станций — Советской (Кашхатау) ГЭС и Аушигерской ГЭС. Впоследствии проект был доработан Институтом «Гидропроект», при этом мощность станций комплекса была увеличена (Аушигерской ГЭС с 32 до 60 МВт).

Строительство Нижне-Черекского каскада ГЭС началось в 1993 г., станции каскада стали первыми ГЭС, которые возводились в новой России. Но общая сложная экономическая ситуация в стране привела к тому, что строительные работы велись низкими темпами. В связи со сложностями строительства деривационного тоннеля Кашхатау ГЭС первоочередным объектом была принята Аушигерская ГЭС, что потребовало включения в состав сооружений резервного головного узла. В 1999 г. финансирование стройки значительно возросло, строительные работы были ускорены, что позволило 25 декабря 2002 г. ввести Аушигерскую ГЭС в эксплуатацию. Пуск Аушигерской ГЭС привел к выводу из эксплуатации и демонтажу существующей малой Советской ГЭС мощностью 2 МВт в связи со сни-

жением расходов р. Черек в створе водозаборных сооружений станции.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Аушигерская гидроэлектростанция — деривационная. Сооружения станции включают в себя резервный головной узел, подводящий деривационный канал, напорно-станционный узел.

Резервный головной узел, расположенный на р. Черек, постоянно использовался для обеспечения забора воды в деривацию в 2002–2010 гг. (до ввода в работу Кашхатау ГЭС), затем стал применяться как резервный водозабор в случае остановки Кашхатау ГЭС. Головной узел состоит из глухой бетонной плотины, водосливной плотины с водосбросом и шугорыбосбросом, водоприемника, рыбохода. Глухая бетонная плотина имеет длину 72,6 м.

Водосливная плотина представляет собой переливную водослив длиной 51,4 м с отметкой порога 634,2 м, состоящий из восьми пролетов. Водосбросы и шугорыбосброс выполнены в едином блоке общей длиной 30,0 м, в котором расположены два пролета водосброса и один шугорыбосброса, шириной по 4,0 м, оборудованные сегментными затворами. Максимальный расход через водопропускные сооружения составляет 252 м<sup>3</sup>/с (при НПУ), максимальный расход воды деривации — 80 м<sup>3</sup>/с. Подпорные сооружения резервного головного узла образуют небольшое водохранилище с НПУ 634,2 м, полным объемом — 1,4 млн м<sup>3</sup>, полезным объемом — 0,9 млн м<sup>3</sup>.

Деривационный канал состоит из участка трапециевидального сечения в земляном русле длиной 675,0 м и железобетонного лотка прямоугольного сечения 6,9×5,2 м, длиной 6185,0 м. Отводящий канал Кашхатау ГЭС сопрягается с деривационным каналом Аушигерской ГЭС, по которому в обычном эксплуатационном режиме подается вода в деривацию Аушигерской гидроэлектростанции.

Напорно-станционный узел включает напорный бассейн с аварийным водосбросом и грязеспуском, водоприемник, напорный трубопровод, здание ГЭС, отводящий канал и распределительное устройство.

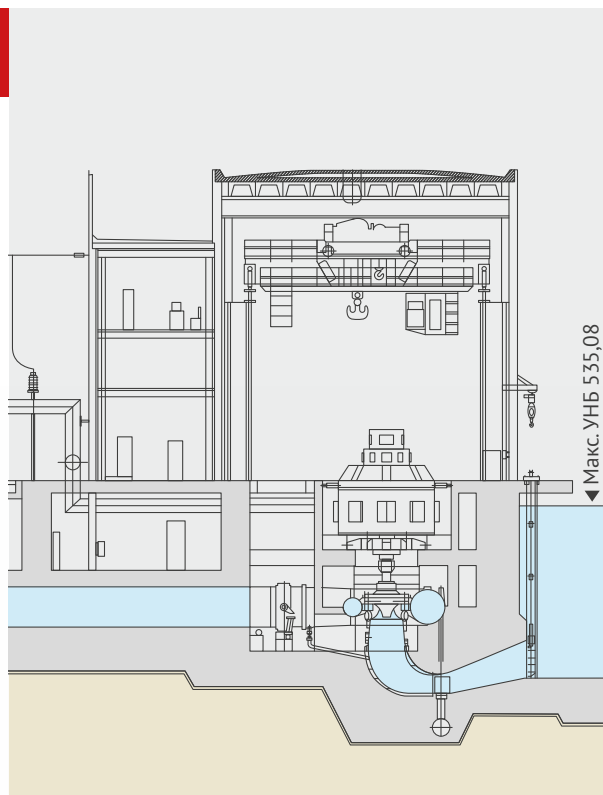
Напорный бассейн имеет площадь 4,5 га, протяженность 180,0 м и ширину 80, м. Отметка НПУ напорного бассейна составляет 629,12 м. Напорный бассейн оборудован автоматическим аварийным водосбросом и грязеспуском пропускной способностью 80 м<sup>3</sup>/с. В концевой части напорного бассейна расположен водоприемник с двумя водозаборными отверстиями, оборудованными аварийно-ремонтными затворами.

Из водоприемника вода попадает в металлический напорный трубопровод длиной 615,0 м и диаметром 4,4 м. В концевой части трубопровод разделяется на три нитки, подводящие воду к гидротурбинам здания ГЭС. В здании Аушигерской ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 20 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 91,0 м). Перед турбинами расположены дисковые затворы.

Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 2,26 км, из которого она поступает либо в деривацию Заргижской ГЭС, либо в р. Черек.



Резервный головной узел



## Аушигерская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	60
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	240,5
<b>Месторасположение:</b> Кабардино-Балкарская Республика, Черекский район	
<b>Водный объект:</b> р. Черек	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2002
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	14,2
<b>Длина по гребню, м</b>	154,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	332

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	1,4
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	0,9
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,36
<b>Отметка НПУ, м</b>	634,2

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×20 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	91,0



## Нива ГЭС-2

Нива ГЭС-2 расположена в Кандалакшском районе Мурманской области, возле пос. Нивский и является средней ступенью каскада ГЭС на р. Ниве. Первая по времени строительства гидроэлектростанция в Мурманской области, одна из старейших ГЭС России. Нива ГЭС-2 входит в состав ПАО «ТТК-1».

Строительство ГЭС на Кольском полуострове было предусмотрено планом ГОЭЛРО, в качестве первоочередной для использования была выбрана р. Нива, отличающаяся небольшой длиной и значительным падением, а также зарегулированностью стока крупным о. Имандра.

Строительство Нива ГЭС-2 было санкционировано в мае 1930 г., а уже летом того же года на площадку будущей станции прибыли первые строители. Нива ГЭС-2 стала первой гидроэлектростанцией в СССР, построенной с использованием преимущественно принудительного труда — станцию возводили заключенные и ссыльнопереселенцы. Общее число строителей достигало 34 тыс. человек. Первый гидроагрегат был пущен 30 июня 1934 г. После пуска последнего гидроагрегата в 1938 г. строительство станции было завершено. В 1936 г. в рамках строительства Нива ГЭС-2 был введен в эксплуатацию регулирующий гидроузел в верхнем течении р. Нивы, превративший о. Имандра в водохранилище. Впоследствии он вошел в состав Нива ГЭС-1.

Нива ГЭС-2 стала основным источником электроэнергии для добычи апатито-нефелиновых руд в Хибинах, а также позволила начать электрификацию

Кировской железной дороги. После начала Великой Отечественной войны три из четырех гидроагрегатов станции были демонтированы и эвакуированы в тыловые районы страны. В 1941 г. станция подвергалась сильным авианалетам, результатом которых стали прямые попадания авиабомб в здание ГЭС и напорные трубопроводы. Несмотря на это, в оставшемся без крыши здании единственный гидроагрегат продолжал работу под временным укрытием. В 1945–1946 гг. Нива ГЭС-2 была восстановлена, причем вместо одного из старых гидроагрегатов, смонтированного во время войны на ГЭС в Узбекистане, был изготовлен и установлен новый.

Гидроэлектростанции Нивского каскада в целом сыграли важную роль в развитии промышленности Мурманской области. Они долгое время являлись основным источником энергоснабжения Кандалакшского алюминиевого завода.

За более чем 80-летнюю эксплуатацию оборудование Нива ГЭС-2 устарело, требовалась его модернизация. В 1989 г. деревянные напорные трубопроводы были заменены на металлические. В 2003–2007 гг. были установлены новые силовые трансформаторы.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Нива ГЭС-2 является деривационной гидроэлектростанцией с безнапорной подводящей деривацией, с помощью которой создается большая часть напора. Сооружения станции включают земляную плотину, водосброс, водоприемник, подводящий канал, напор-

ный бассейн, напорные трубопроводы, здание ГЭС, отводящий канал.

Земляная плотина длиной 548,5 м и максимальной высотой 13,5 м имеет смешанную конструкцию: большая часть плотины отсыпана из моренного грунта, низовой банкет — из каменной наброски, также в теле плотины имеется рязевая перемычка. Рядом с плотиной на правом берегу реки расположен водосброс, представляющий собой гравитационную железобетонную водосливную плотину длиной 42,0 м и высотой 8,65 м. Плотина имеет три водосливных пролета шириной по 12,0 м, оборудованных плоскими затворами. Пропускная способность водосброса 260 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

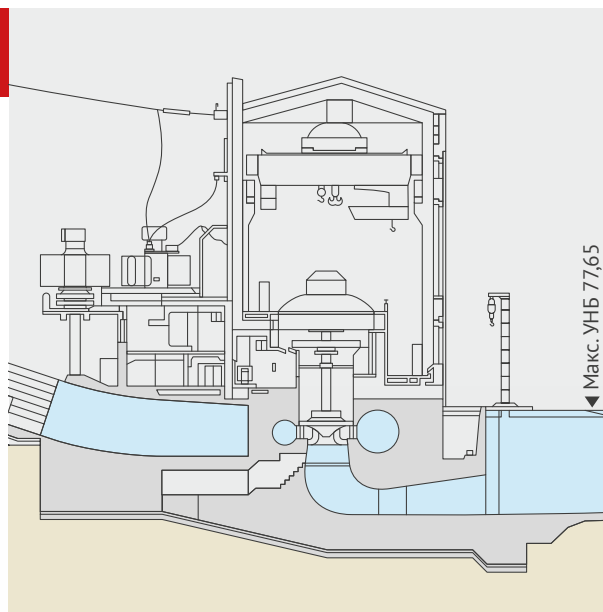
К водосбросу примыкает водоприемник, представляющий собой железобетонный водослив с широким порогом, имеющий одно отверстие с пролетом 12,0 м, оборудованное плоским затвором. Подводящий деривационный канал расположен на правом берегу реки, имеет длину 4440 м, ширину 9,0–11,0 м, пропускную способность 200 м<sup>3</sup>/с. Канал огражден дамбами максимальной высотой 8,7 м.

В конце канала расположен напорный бассейн, выполняющий функции водоприемника. Из него берут начало четыре металлических напорных трубопровода диаметром 4,0 м и длиной 94,81 м каждый. В здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 15 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 36,0 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 125,0 м и шириной 42,0–80,0 м.

Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 423,2 млн кВт·ч.



Машинный зал



## Нива ГЭС-2

<b>Установленная мощность, МВт</b>	60
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	423,2
<b>Месторасположение:</b>	Мурманская область, Кандалакшский район
<b>Водный объект:</b>	р. Нива
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1934
<b>Схема создания напора:</b>	деривационная

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	13,5
<b>Длина по гребню, м</b>	548,5
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	980**

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	79
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	43
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	17,6
<b>Отметка НПУ, м</b>	114,35

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×15 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	36,0

\* Земляная плотина.

\*\* Фактически максимальный сбросной расход ограничен 950 м<sup>3</sup>/с по условиям неподтопления жилой застройки г. Кандалакши.



## Борисоглебская ГЭС

Борисоглебская ГЭС расположена в Печенгском районе Мурманской области, возле пос. Борисоглебский и является нижней ступенью каскада ГЭС на р. Паз в 142 км от ее истока. Особенность станции заключается в ее расположении на пограничном участке реки, а также в подземной компоновке здания ГЭС. Борисоглебская ГЭС входит в состав ПАО «ТТК-1».

Строительство Борисоглебской ГЭС началось норвежской фирмой «Норэлектро» по контракту с Советским Союзом в 1960 г. Разработанный норвежскими инженерами проект станции отличается использованием редких для российской гидроэнергетики технических решений — контрфорсной конструкцией плотины и подземным расположением здания ГЭС.



Машинный зал

Первый гидроагрегат был пущен 12 сентября 1963 г., строительство станции было завершено в том же году, после пуска второго гидроагрегата. Основное генерирующее оборудование ГЭС изготовлено советскими предприятиями. В промышленную эксплуатацию Борисоглебская ГЭС была принята 1 апреля 1964 г.

Специфичной особенностью станции является расположение на пограничном участке реки, граница между Россией и Норвегией проходит по водохранилищу и плотине ГЭС.

Борисоглебская ГЭС является крупнейшей станцией российской части Пазского каскада ГЭС. Значительная часть электроэнергии, вырабатываемой Пазским каскадом, поставляется в Норвегию и Финляндию. Экспорт в Норвегию производится через Борисоглебскую ГЭС. Также станция обеспечивает энергоснабжение предприятий и населения Печенгского района.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Борисоглебская ГЭС является плотинно-деривационной гидроэлектростанцией, при этом большая часть напора создается плотиной. Сооружения станции включают в себя глухую контрфорсную плотину, водосливную плотину, водоприемник, подводящий тоннель, уравнивательную камеру, здание ГЭС, отводящий тоннели, отводящий канал.

Глухая плотина бетонная контрфорсная, расположена между водосливной плотиной и правым берегом. Длина плотины 78,0 м, максимальная высота 20,8 м. Водосливная плотина бетонная контрфорсная, дли-

ной 40,25 м и максимальной высотой 15,0 м. Включает в себя два пролета поверхностных водосливов с разновысотными порогами, береговое сопряжение в виде гравитационной плотины, подпорные стены с верховой и низовой сторон и водобойный колодец. Водосливные пролеты шириной по 12,0 м оборудованы сегментными затворами. Пропускная способность водосброса 734 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

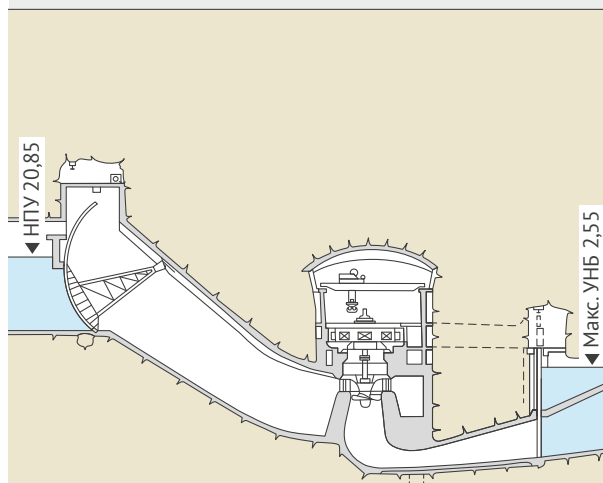
Водоприемник поверхностный, расположен на правом берегу в примыкании к плотине, имеет четыре входных отверстия. Из водоприемника вода поступает в безнапорный подводящий тоннель пропускной способностью 320 м<sup>3</sup>/с, длиной 817,0 м. В концевой части тоннель разделяется на два рукава, переходящих в уравнительную камеру, из которой берут начало турбинные водоводы.

В подземном здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 28 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 19,0 м). Перед турбинными водоводами установлены сегментные затворы. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в безнапорные отводящие тоннели длиной 130,0 и 158,0 м соответственно, а из них — в отводящий канал длиной 251,0 м.

Выдача электроэнергии ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 150 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 285 млн кВт·ч.



Подземный комплекс ГЭС



## Борисоглебская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	56
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	285
<b>Месторасположение:</b> Мурманская область, Печенгский район	
<b>Водный объект:</b> р. Паз	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1963
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> бетонная контрфорсная	
<b>Максимальная высота, м</b>	20,8
<b>Длина по гребню, м</b>	78,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1082

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	287,6
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	27,3
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	56
<b>Отметка НПУ, м</b>	20,85

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×28 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	19,0

\* Глухая контрфорсная плотина.



56 МВт

## Нижне-Тулумская ГЭС

Нижне-Тулумская ГЭС расположена на р. Тулومه в Мурманской области, возле пос. Мурмаши и является нижней ступенью Туломского каскада ГЭС. Одна из старейших гидроэлектростанций России, введена в эксплуатацию в 1937 г. Сыграла важную роль в энергоснабжении Кольского полуострова в годы Великой Отечественной войны. Нижне-Тулумская ГЭС входит в состав ПАО «ГПК-1».

В 1930-е гг. развитию электроэнергетики Кольского полуострова придавалось особое значение. Создавались базы Северного флота, разворачивалась добыча апатитовых руд в Хибинах, была запланирована электрификация Кировской железной дороги. Первой гидроэлектростанцией полуострова стала Нива ГЭС-2, заработавшая в 1934 г., но еще в период ее строительства началось проектирование ГЭС на р. Тулومه, привлекательной особенностью которой была близость к г. Мурманску. Проект Нижне-Тулумской ГЭС был утвержден в декабре 1933 г.

Возведение станции было поручено НКВД, на новую стройку перебрасывались заключенные с завершающегося строительства Беломорско-Балтийского канала. Подготовительные работы на месте строительства ГЭС начались в 1933 г., буровзрывные работы на основных сооружениях — в феврале 1934 г. Строительство, несмотря на тяжелые природно-климатические условия, велось рекордно быстрыми темпами: первый гидроагрегат был поставлен под промышленную нагрузку 18 января 1937 г., второй — в 1938 г., третий — в 1939-м и последний, четвертый, — в 1941 г., накануне Вели-

кой Отечественной войны. Станция достигла мощности 50 МВт (четыре гидроагрегата по 12,5 МВт).

После начала войны два гидроагрегата станции были демонтированы и эвакуированы в Узбекистан, где были установлены на строящихся ГЭС. Два оставшихся гидроагрегата обеспечивали энергоснабжение базы Северного флота и Кировской железной дороги. С начала 1942 г. станция подвергалась интенсивным бомбардировкам вплоть до прямых попаданий в машинный зал, но не прекращала свою работу. В результате налетов немецкой авиации погибли 34 человека из числа персонала станции.

После окончания войны в 1948–1949 гг. взамен демонтированных были установлены новые гидроагрегаты. В 1980-х гг. поворотно-лопастные турбины заменены на пропеллерные, мощность станции увеличилась с 50 до 56 МВт. По состоянию на начало 2018 г. ведется замена затворов водосбросной плотины.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Нижне-Тулумская ГЭС является плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения гидроузла разделены островом и находятся в двух створах. В левом створе располагаются каменно-земляная и бетонная водосливная плотины. В правом створе — здание ГЭС с подводящим и отводящим каналами, сопрягающие дамбы, рыбоход. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

Каменно-земляная плотина имеет длину 267,6 м и максимальную высоту 29,0 м, противодиффузи-



онное устройство реализовано в виде экрана из песка со слоем битума. Водосливная бетонная плотина (водосброс) возведена в глубокой (до 15,0–20,0 м) скальной выемке левого берега. Плотина длиной 58,5 м имеет три водосливных пролета шириной по 17,5 м, оборудованных сегментными затворами. Пропускная способность водосброса 1860 м<sup>3</sup>/с при НПУ, 2202 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В русловом здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 14 МВт с пропеллерными турбинами (расчетный напор 17,5 м). Вода к зданию ГЭС поступает по подводящему каналу длиной 1465,0 м и сбрасывается в Вересову губу Баренцева моря по отводящему каналу длиной 1400,0 м. К зданию ГЭС примыкают земляные сопрягающие дамбы, которые имеют длину 240,0 м (левая) и 162,8 м (правая). В составе гидроузла сооружен рыбоход ступенчатого типа длиной 507,0 м с высотой подъема 20,0 м. Практика использования рыбохода показала его эффективность.

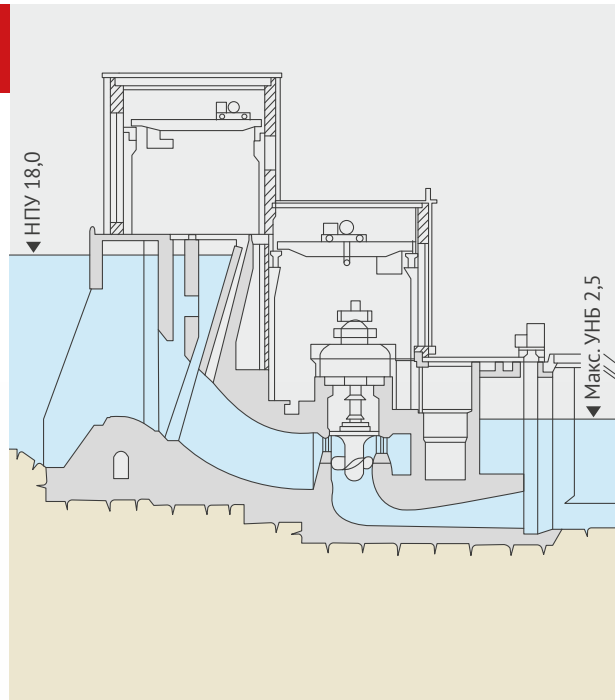
Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с ОРУ 35, 110 и 150 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 290 млн кВт·ч.



Грунтовая плотина и водосброс



Машинный зал



## Нижне-Тулумская ГЭС

Установленная мощность, МВт	56
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	290
Месторасположение: Мурманская область, Кольский район	
Водный объект: р. Тулома	
Год пуска первого гидроагрегата	1937
Схема создания напора: плотинная	

### ПЛОТИНА\*

Тип плотины: грунтовая	
Максимальная высота, м	29,0
Длина по гребню, м	267,6
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	2202

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	390
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	37
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	38
Отметка НПУ, м	18,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	4×14 МВт
Тип турбин: пропеллерные	
Расчетный напор, м	17,5

\* Каменно-земляная плотина.



## Белореченская ГЭС

Белореченская ГЭС расположена в Белореченском районе Краснодарского края и является нижней и самой мощной ступенью каскада на р. Белой. Отличается оригинальной схемой сооружений: напор ГЭС создается путем переброски части стока р. Белой в р. Пшиш. Белореченская ГЭС эксплуатируется ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго».

Строительство Белореченской ГЭС было начато в рамках программы по масштабному развитию гидроэнергетики, реализованной в послевоенные годы. Помимо крупных гидроэлектростанций, возводимых на р. Волге, Днепре, Ангаре, по всей стране строились малые и средние гидроэлектростанции, предназначенные для удовлетворения местных потребностей в электроэнергии. В 1950 г. на р. Белой (притоке р. Кубани) была пущена небольшая (мощностью 9,4 МВт) Майкопская ГЭС. С целью дальнейшего использования гидроэнергетического потенциала реки Институтом «Гидропроект» была спроектирована значительно более мощная Белореченская ГЭС. Строительство новой станции началось в 1950 г. и велось ускоренными темпами — первые два гидроагрегата были пущены в 1954 г., третий — в 1955 г., в этом же году возведение станции было завершено.

За более чем 60-летний период эксплуатации оборудование ГЭС устарело и достигло значительной степени износа, в связи с чем в настоящее время реализуется программа ее модернизации. В 2007 г. была заменена гидротурбина гидроагрегата № 2. В 2018–2019 гг. планируется замена гидроагрегатов № 1 и 3

с увеличением мощности каждого из них до 24 МВт, после чего гидроагрегат № 2 должен быть выведен из эксплуатации. Белореченская ГЭС (самая крупная ГЭС Краснодарского края) сыграла существенную роль в развитии региона.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

ГЭС представляет собой деривационную электростанцию, сооружения которой разделяются на головной узел, деривацию, плотину Ганжинского водохранилища и станционный узел.

Головной узел расположен на р. Белой, выполняет функцию забора воды в деривацию. Включает в себя правобережную насыпную грунтовую плотину длиной 2668,0 м и высотой 9,5 м, левобережную насыпную грунтовую защитную дамбу длиной 1544,0 м и высотой 4,0 м, водосливную плотину и водоприемник. Сооружение головного узла образует небольшое водохранилище с НПУ 101,0 м, в настоящее время практически полностью заиленное.

Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 84,1 м и максимальной высотой 9,0 м, имеет семь водосливных пролетов шириной по 12,0 м, оборудованных сегментными затворами. Пропускная способность плотины 1715 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 2051 м<sup>3</sup>/с при ФПУ. Слева к плотине примыкает поперехватный четырехпролетный водоприемник.

Деривация представлена открытым каналом длиной 8641,0 м и пропускной способностью 130 м<sup>3</sup>/с, который заканчивается консольным водосбросом в Ганжин-

ское водохранилище, выполняющее функции бассейна суточного регулирования. В настоящее время регулирующие возможности водохранилища существенно ограничены вследствие его сильного заиления. Водохранилище образовано грунтовой насыпной плотиной длиной 1700,0 м и высотой 15,5 м.

Из Ганжинского водохранилища по соединительному каналу длиной 2320,0 м вода подается к станционному узлу. В состав его сооружений входят напорный бассейн (состоящий из аванкамер и напорной камеры), металлический трехниточный турбинный трубопровод (длина каждой нитки 147,0 м, диаметр 4,0 м), здание ГЭС и отводящий канал

В здании Белореченской ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 16 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 44,85 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 400,0 м и далее в спрямляющий канал длиной 1,0 км, представляющий собой искусственное русло р. Пшиш.

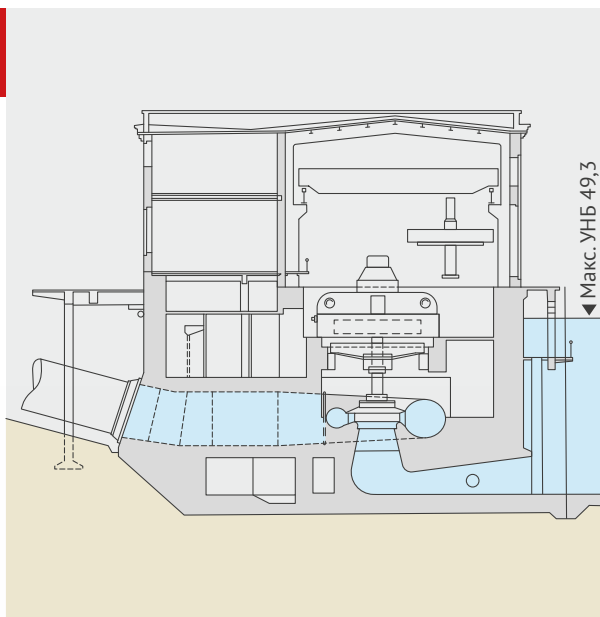
Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 кВ. Среднеголетняя выработка электроэнергии составляет 216 млн кВт·ч.



Здание ГЭС



Машинный зал



## Белореченская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	48
<b>Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч</b>	216
<b>Месторасположение:</b>	Краснодарский край, Белореченский район
<b>Водный объект:</b>	р. Белая
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1954
<b>Схема создания напора:</b>	деривационная

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	15,5
<b>Длина по гребню, м</b>	1700,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1842**

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	1,54
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	1,52
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1,4
<b>Отметка НПУ, м</b>	93,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×16 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	44,85

\* Плотина Ганжинского водохранилища.

\*\* Суммарно через водосливную плотину на р. Белая и гидроагрегаты ГЭС.

\*\*\* Ганжинское водохранилище.



## Подужемская ГЭС

Подужемская ГЭС расположена на р. Кемь (в 20,5 км от ее устья) в Кемском районе Республики Карелия, возле г. Кемь и является четвертой (после завершения строительства Белопорожских ГЭС, запланированного в 2019 г.) ступенью Кемского каскада ГЭС. Подужемская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

В 1932 г. с исследовательской экспедицией на Ужминский мыс р. Кемь прибыли геологи. В результате их работы глинистая перемычка, отделяющая залив р. Кемь от основного русла, была размыта и река устремилась по новому водному пути — порог Ужма высох, а расположенный выше порог превратился в водопад.



*Вид с нижнего бьефа*

По прогнозу развития участка долины р. Кемь ниже порога Вуочаж размыв левого берега должен был продолжиться. Именно это повлияло на компоновку Подужемского гидроузла и его сооружений, проект которых был разработан Институтом «Ленгидропроект». Левый берег был защищен от интенсивного размыва благодаря его укреплению скальной отсыпкой. Фактор сохранения естественных гидрологических условий Вуочажского мыса стал основополагающим при выборе створа сооружений и компоновки гидроузла. Таким образом, на правом берегу реки были размещены ГЭС и водосброс.

Строительство Подужемской ГЭС началось в 1968 г. после завершения основных работ по сооружению Путкинской ГЭС. Накопленный строителями опыт позволил добиться высоких темпов сооружения новой станции. В январе 1970 г. Дирекция строящихся Путкинской и Палакоргской ГЭС была преобразована в предприятие «Каскад Кемских ГЭС» с исполнением функций заказчика по строительству. Оба гидроагрегата Подужемской гидроэлектростанции были пущены в декабре 1971 г.: 21 декабря — первый гидроагрегат и 29 декабря — второй.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Подужемская ГЭС представляет собой низконапорную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают земляную плотину, левобережную противofильтрационную бетонную стенку, водосброс-

ную плотину, здание ГЭС, правобережную бетонную стенку, отводящий канал.

Земляная плотина длиной 420,0 м и максимальной высотой 11,5 м отсыпана из моренного грунта. Слева к плотине примыкает противофильтрационная бетонная стенка длиной 287,68 м и максимальной высотой 11,5 м. Справа — водосбросная бетонная плотина длиной 31,0 м и высотой 14,5 м с двумя водосливными пролетами шириной по 12,0 м, оборудованными сегментными затворами. Пропускная способность водосбросной плотины 1470 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

Слева к водосбросной плотине примыкает здание ГЭС руслового типа, в котором размещены два гидроагрегата мощностью по 24 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 10,7 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 230,7 м. Слева от здания ГЭС находится правобережная бетонная стенка длиной 76,56 м и наибольшей высотой 21,2 м.

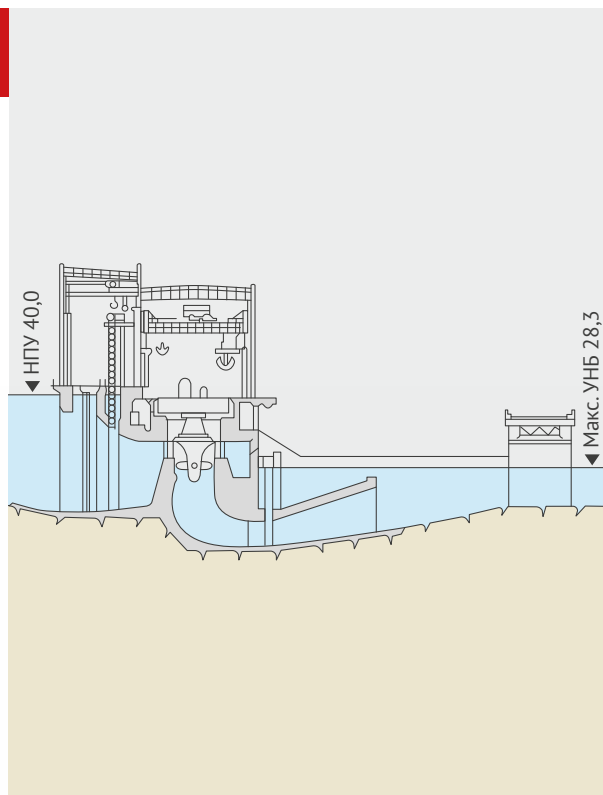
Выдача электроэнергии Подужемской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 220 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 227 млн кВт·ч.



Машинный зал



Барельеф на здании ГЭС



### Подужемская ГЭС

Установленная мощность, МВт	48
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	227
<b>Месторасположение:</b> Республика Карелия, Кемский район	
<b>Водный объект:</b> р. Кемь	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1971
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	11,5
Длина по гребню, м	420,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	1998

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	23,8
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	11
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	12
Отметка НПУ, м	40,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	2 × 24 МВт
Тип турбин:	поворотно-лопастные
Расчетный напор, м	10,7



## Хевоскоски ГЭС

Гидроэлектростанция Хевоскоски расположена на р. Паз (на 51 км от ее истока) в Печенгском районе Мурманской области и является четвертой ступенью Пазского каскада ГЭС. Хевоскоски ГЭС входит в состав ПАО «ТГК-1».

Строительство гидроэлектростанции Хевоскоски было начато норвежской фирмой «Норэлектро» по контракту с Советским Союзом в 1966 г. Проект станции создан совместно «Норэлектро» и Институтом «Ленгидропроект». Первый гидроагрегат был пущен 19 апреля 1970 г., после пуска второго гидроагрегата в этом же году строительство станции было завершено. Основное генерирующее оборудование ГЭС изготов-

лено советскими предприятиями. В промышленную эксплуатацию Хевоскоски ГЭС была принята 24 августа 1970 г., став последней по времени строительства станцией советской части Пазского каскада.

Особенностью ГЭС является ее расположение на пограничном между Россией и Норвегией участке реки. Часть сооружений — левобережная плотина и частично русловая плотина — располагаются на норвежской территории. Вход на эти сооружения персонала станции ограничен и возможен лишь после согласования с пограничными ведомствами обеих стран.

Значительная часть электроэнергии, вырабатываемой Пазским каскадом ГЭС, поставляется на экспорт в Норвегию и Финляндию. Также станции каскада обеспечивают энергоснабжение предприятий и населения Печенгского района.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Хевоскоски ГЭС является низконапорной плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя три земляные плотины, водосливную плотину, здание ГЭС, отводящий канал.

Правобережная земляная плотина расположена между зданием ГЭС и правым берегом. Отсыпана из моренного грунта и уплотненного гравия, длина плотины — 282,0 м, максимальная высота — 18,0 м. Левобережная земляная плотина состоит из дамбы длиной 975,0 м и собственно плотины длиной 1950 м и максимальной высотой 12,3 м, отсыпана из песка и гравия. Русловая плотина расположена между лево-



*Здание ГЭС*

бережной земляной плотиной и водосбросом, имеет длину 205,0 м и максимальную высоту 19,3 м, отсыпана из моренного грунта и уплотненного гравия.

Водосбросная плотина контрфорсная, с плоскими железобетонными плитами, располагается на правом берегу реки между русловой земляной плотиной и зданием ГЭС. Включает в себя два водосливных пролета шириной по 12,0 м (оборудованных сегментными затворами), глухую напорную стену, сопрягающую водосброс и здание станции, а также подпорные стены с верховой и низовой сторон. Длина плотины 42,5 м, максимальная высота 18,5 м. Пропускная способность водосброса 600 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В русловом здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 23,5 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 16,85 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 680,0 м и шириной от 16,0 до 31,0 м.

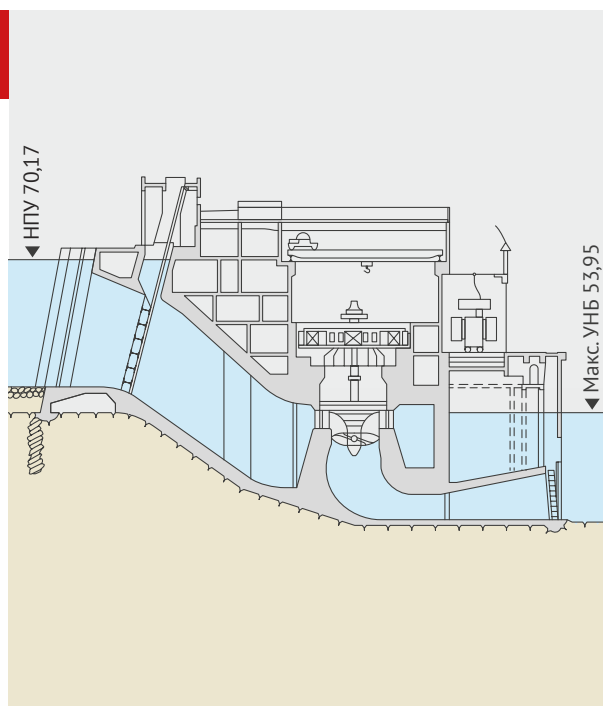
Выдача электроэнергии Хевоскоски ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегогодовая выработка электроэнергии составляет 221 млн кВт·ч.



Водосбросная плотина



Машинный зал



### Хевоскоски ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	47
<b>Среднегогодовая выработка, млн кВт·ч</b>	221
<b>Месторасположение:</b> Мурманская область, Печенгский район	
<b>Водный объект:</b> р. Паз	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1970
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	19,3
<b>Длина по гребню, м</b>	2925,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	924

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	81,81
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	6,29
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	16
<b>Отметка НПУ, м</b>	70,17

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×23,5 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	16,85

\* Левобережная земляная плотина с дамбой.



## Эзминская ГЭС

Эзминская ГЭС расположена на р. Терек в Республике Северная Осетия — Алания, возле с. Эзми. Входит в Терский каскад ГЭС, являясь его верхней ступенью. Эзминская ГЭС — самая мощная гидроэлектростанция в Северной Осетии, имеет самый длинный среди действующих ГЭС России деривационный тоннель протяженностью 7,8 км. Станция входит в состав Северо-Осетинского филиала ПАО «РусГидро».

Строительство ГЭС на р. Терек предусматривалось еще планом ГОЭЛРО, но в итоге по результатам технико-экономических расчетов предпочтение было отдано Гизельдонской ГЭС. К освоению гидропотенциала крупнейшей реки республики вернулись после Великой Отечественной войны.

Первой гидроэлектростанцией на р. Терек стала Дзауджикауская ГЭС, заработавшая в 1948 г. После завершения ее строительства в 1949 г. было начато возведение Эзминской ГЭС. Согласно замыслу проектировщиков, Эзминская ГЭС должна была работать в комплексе с вышележащей более мощной Дарьяльской ГЭС. Головной узел Эзминской ГЭС рассматривался как временное сооружение. Но впоследствии от строительства Дарьяльской ГЭС отказались, и Эзминская ГЭС, заработавшая в 1954 г., на долгие годы стала крупнейшей станцией на р. Терек.

После более чем 60-летней эксплуатации сооружениям и оборудованию ГЭС потребовалась модернизация. Первым ее этапом являлась реконструкция головных сооружений. Задуманные проектировщиками как временные, они не обеспечивали полноценной очистки

воды от наносов, что приводило к заиливанию бассейна суточного регулирования и повышенному износу турбин. Ремонтные работы на головном узле привели к необходимости остановки станции.

В результате работ по реконструкции головного узла, заверченных в 2017 г., были удлинены камеры отстойника, что позволило обеспечить более качественную очистку воды от наносов. Был построен новый зимний обводной канал, дающий возможность проводить ремонты на головном узле без остановки станции.

В дальнейших планах — полная реконструкция ГЭС с заменой гидроагрегатов, электротехнического и вспомогательного оборудования, ремонтом гидротехнических сооружений.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Эзминская ГЭС — классическая деривационная электростанция с безнапорной подводящей деривацией. Сооружения станции включают в себя головной узел, деривацию и напорно-станционный узел.

Головной узел расположен на р. Терек и предназначен для забора воды в деривацию и очистки ее от наносов. Головной узел состоит из земляной плотины, водосброса, водоприемника, отстойника и зимнего обводного канала. Земляная плотина насыпная, с железобетонным экраном длиной 99,5 м и максимальной высотой 6,2 м. Водосброс двухпролетный, оборудован сегментными затворами. Водоприемник трехпролетный, снабжен плоскими затворами и сороудерживающими решетками. Отстойник трехкамерный. Зимний



обводной канал имеет длину 90,0 м. Подпорные сооружения головного узла образуют небольшое водохранилище с отметкой НПУ 1123,5 м и проектным полезным объемом 230 тыс. м<sup>3</sup>. Деривация безнапорная, состоит из двух частей: тоннеля длиной 7796,0 м и открытого канала длиной 543,0 м. Максимальная пропускная способность деривации — 37,5 м<sup>3</sup>/с.

Напорно-станционный узел включает в себя напорную камеру с водоприемником, бассейн суточного регулирования (БСР), напорные водоводы, холостой водоброс с шугосбросом, здание гидроэлектростанции, отводящий канал и распределительное устройство. БСР имеет полный объем 321,7 тыс. м<sup>3</sup>, полезный объем 280 тыс. м<sup>3</sup>. Напорный водовод трехниточный, металлический, диаметром 1,9–1,6 м. Длина отводящего канала — 655,0 м.

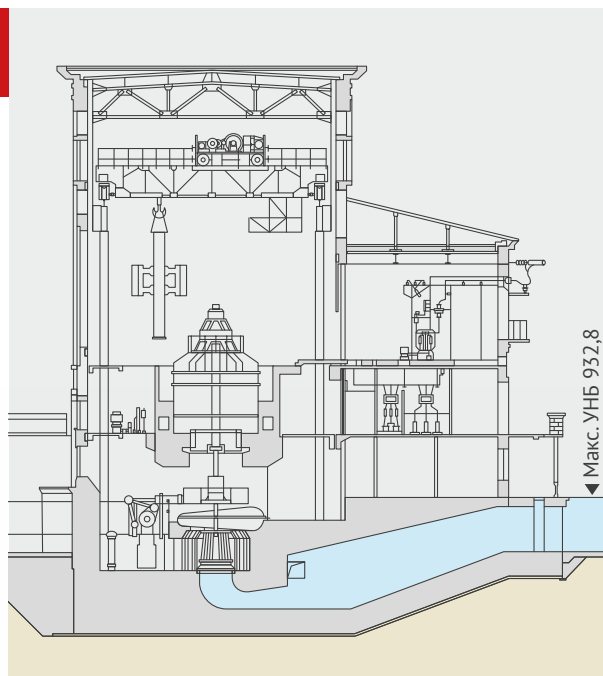
В здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 15 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 161,0 м). Перед турбинами расположены дисковые затворы. Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 110/35/10 кВ. Средне-многолетняя выработка электроэнергии ГЭС составляет 231 млн кВт·ч.



Головной узел



Машинный зал



## Эзминская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	45
<b>Средне-многолетняя выработка, млн кВт·ч</b>	231
<b>Месторасположение:</b> Республика Северная Осетия — Алания, Затеречный район, г. Владикавказ	
<b>Водный объект:</b> р. Терек	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1954
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	6,2
<b>Длина по гребню, м</b>	99,5
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	585

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	0,32
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	0,28
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,067
<b>Отметка НПУ, м</b>	1102,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×15 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	161,0

\* Бассейн суточного регулирования.



## Юмагузинская ГЭС

Юмагузинская гидроэлектростанция расположена на р. Белой, возле дер. Верхнебикузино Кугарчинского района Республики Башкортостан и является одной из нескольких ГЭС, полностью построенных в современной России. Играет важную роль в обеспечении водоснабжения и защиты от наводнений. Юмагузинская ГЭС входит в состав ООО «Башкирская генерирующая компания».

В 1981 г. начались подготовительные работы по строительству Иштугановского водохранилища, которое предназначалось для многолетнего регулирования стока р. Белой с целью улучшения ее санитарно-гигиенического состояния и обеспечения надежного водоснабжения. С середины 1980-х гг. проект стал подвергаться активной критике со стороны экологических организаций, и в 1990 г. строительство было остановлено при 25% готовности гидроузла.

В 1990-х гг. проект гидроузла был переработан Институтом «Гидропроект». Створ перенесли на 14 км выше по течению, что позволило разместить водохранилище в пределах горного каньона, минимизировав площадь зоны затопления. Подготовительные работы по возведению нового гидроузла, получившего название Юмагузинского, начались в 1999 г.

В 2000 г. была возведена перемычка котлована здания ГЭС, в 2001 г. начались укладка бетона и монтаж металлоконструкций здания ГЭС, велась проходка подводящих тоннелей. В 2002 г. завершилась проходка тоннеля водосброса строительного периода, а также тоннелей турбинных водоводов. С конца 2002 г. был

начат монтаж гидротурбин, в 2003 г. — гидромеханического оборудования. 10 июня 2003 г. была перекрыта р. Белая. Первый агрегат Юмагузинской ГЭС принят в эксплуатацию 5 октября 2004 г., второй — 20 декабря 2004 г., третий пущен 12 апреля 2005 г. Строительство станции было завершено в 2007 г.

Основными задачами Юмагузинского водохранилища являются ликвидация дефицита водоснабжения и противопаводковая защита городов и населенных пунктов в среднем течении р. Белой, а также выработка электроэнергии.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Юмагузинская ГЭС представляет собой плотинную гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя каменно-земляную плотину, донный водосброс-водоотпуск, береговой паводковый водосброс, здание ГЭС с тоннельными водоводами.

Каменно-земляная плотина насыпная, с противоточной фильтрующей ядром из суглинка. Длина плотины 540,0 м, высота — 65,0 м. На правом берегу к плотине примыкает поверхностный береговой паводковый водосброс, состоящий из подводящего канала, входного оголовка, лотка-быстротока, водобойного колодца с рисбермой и отводящим каналом. Оголовок четырехпролетный, пролеты оборудованы сегментными затворами. Пропускная способность водосброса составляет 1235 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 2450 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

На левом берегу расположен донный водосброс-водоотпуск. В его состав входят подводящий канал, под-

водящий водовод, входной оголовок, тоннель длиной 294,0 м, ремонтный водовыпуск, выходной оголовок, водобойный колодец с монолитной и гибкой рисбермой, отводящий канал. Пропускная способность водосброса-водовыпуска составляет 1295 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 1432 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В расположенном на левом берегу здании гидроэлектростанции берегового типа размещены три гидроагрегата мощностью по 15 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 40,0 м). Вода к турбинам подводится по трем тоннельным водоводам диаметром 3,2 м, берущим начало в тоннеле донного водосброса-водовыпуска.

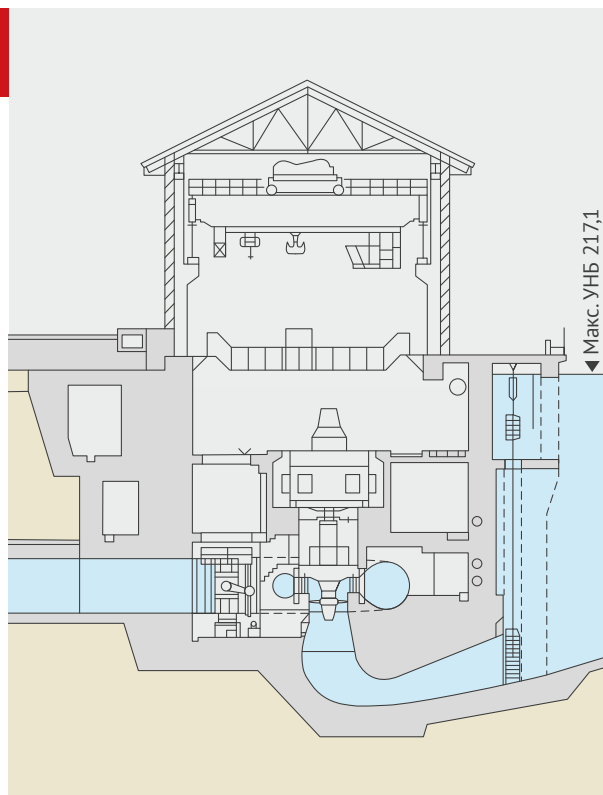
Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 кВ. Проектная среднесуточная выработка электроэнергии Юмагузинской ГЭС составляет 120 млн кВт·ч.



Здание ГЭС



Машинный зал



### Юмагузинская ГЭС

Установленная мощность, МВт	45
Среднесуточная выработка, млн кВт·ч	120
<b>Месторасположение:</b> Республика Башкортостан, Кугарчинский район	
<b>Водный объект:</b> р. Белая	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2004
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	65,0
Длина по гребню, м	540,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	2422

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	456
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	435
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	25
Отметка НПУ, м	260,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	3 × 15 МВт
Тип турбин:	поворотно-лопастные
Расчетный напор, м	40,0



## Гельбахская ГЭС

Гельбахская ГЭС расположена на р. Сулак (в 112 км от ее устья) в Республике Дагестан возле с. Гельбах Кизилюртовского района. Входит в состав Чирюртского гидроэнергетического комплекса, использующего одну плотину, включающего помимо Гельбахской ГЭС также Чирюртские ГЭС-1 и ГЭС-2. Чирюртский гидроэнергетический комплекс является нижней ступенью каскада ГЭС на р. Сулак. Гельбахская ГЭС входит в состав Дагестанского филиала ПАО «РусГидро». В 2016 г. станции было присвоено имя Зубаира Магомедова, руководителя Каскада Сулакских ГЭС в 1968–2005 гг. и одного из инициаторов строительства ГЭС.

Чирюртская плотина с водосбросными сооружениями была построена в рамках проекта Чирюртской ГЭС-1 и введена в эксплуатацию в 1961 г. При этом в паводковый период значительные объемы воды сбрасывались вхолостую, поскольку вся поступающая вода не могла быть пропущена через турбины Чирюртской ГЭС-1. Концепция Чирюртской ГЭС-3, позднее названной Гельбахской ГЭС, предусматривала использование этого стока для выработки электроэнергии. Кроме того, Гельбахская ГЭС позволяет минимизировать потери в выработке электроэнергии, возникающие при выводе гидроагрегатов Чирюртской ГЭС-1 в ремонт.

Проектирование Гельбахской ГЭС было начато еще в конце 1980-х гг., но к строительству станции удалось приступить только в ноябре 2004 г. Возведение новой ГЭС велось быстрыми темпами, гидроагрегаты

станции заработали уже в декабре 2006 г., а в 2007 г. строительство станции было официально завершено. В 2009 г. были смонтированы дисковые затворы. Гельбахская ГЭС полностью автоматизирована и работает без обслуживающего персонала.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Гельбахская ГЭС является средненапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения Гельбахской ГЭС пристроены к плотине Чирюртского гидроузла и включают в себя водоприемник, напорный трубопровод, здание ГЭС и отводящий канал.

Плотина Чирюртского гидроузла грунтовая, насыпанная из гравийно-галечных грунтов с суглинистым ядром. Длина плотины 430,0 м, максимальная высота — 37,0 м. В результате Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 г. плотина получила значительные повреждения, преимущественно в пригребневой части, в виде трещин и разрушения железобетонного парапета. В ходе ремонта вначале была разобрана верхняя разуплотненная часть плотины, включая ядро, затем по всей поверхности выполнено механическое уплотнение суглинка ядра, после чего была осуществлена досыпка грунта в тело плотины до проектных отметок, а с верхнего бьефа заново возведен парапет в виде подпорной стенки.

Водосбросные сооружения расположены в левой части плотины, совмещены с водозабором в деривацию Чирюртской ГЭС-1. Водосброс донного типа со-

стоит из оголовка, донных труб и водоотводящей части с водобоем и рисбермой. Входной оголовок представляет собой железобетонную монолитную башенную конструкцию высотой 41,0 м. В оголовке имеются четыре отверстия шириной по 7,0 м, при этом одно из них выполнено в виде поверхностного водослива с отметкой порога 83,0 м, а три являются глубинными с отметкой порога 74,0 м. Изначально глубинных отверстий было четыре, но при строительстве Гельбахской ГЭС крайнее правое отверстие было реконструировано под водоприемник станции. Донные трубы прямоугольного сечения, размером 7,8×8,5 м. Водоотводящая часть водосброса выполнена в форме распушка с шашками-гасителями длиной 155,0 м. Пропускная способность водосброса 2190 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 2250 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

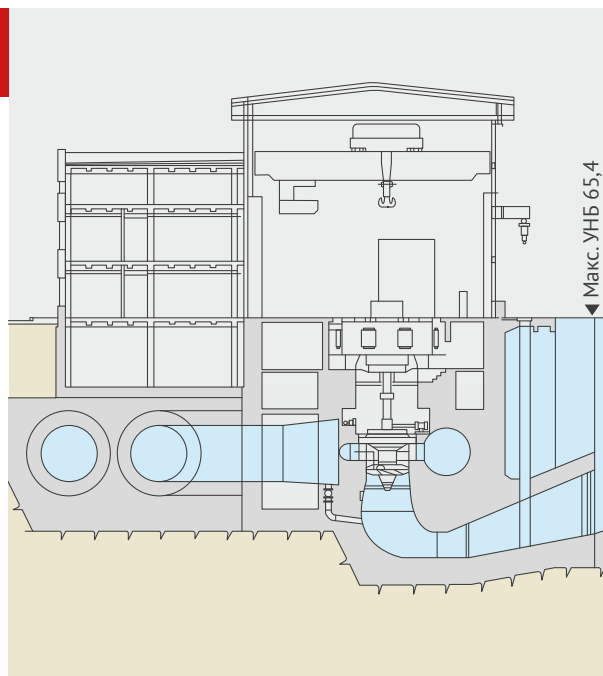
Из переоборудованного в водоприемник ГЭС донного отверстия водосброса берет начало металлический напорный трубопровод диаметром 6,0 м и длиной 166,0 м, который после выхода на поверхность разделяется на две нитки диаметром по 4,0 м и длиной по 120,0 м, засыпанные грунтом. Трубопроводы оборудованы дисковыми затворами.

В здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 22 МВт, которые оборудованы пропеллерными турбинами (расчетный напор 33,6 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 269,0 м.

Выдача электроэнергии Гельбахской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Проектная среднегодичная выработка электроэнергии составляет 91,5 млн кВт·ч.



Монтаж гидротурбины



## Гельбахская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	44
<b>Среднегодичная выработка, млн кВт·ч</b>	91,5
<b>Месторасположение:</b> Республика Дагестан, Кизилюртовский район	
<b>Водный объект:</b> р. Сулак	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2006
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	37,0
<b>Длина по гребню, м</b>	430,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	2554*

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	6,04
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	4,6
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	3,0
<b>Отметка НПУ, м</b>	95,65

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×22 МВт
<b>Тип турбин:</b> пропеллерные	
<b>Расчетный напор, м</b>	33,6

\* С учетом пропуска через турбины Чирюртской ГЭС-1.



## Раякоски ГЭС

Гидроэлектростанция Раякоски расположена в Печенгском районе Мурманской области, возле пос. Раякоски. Является третьей ступенью каскада ГЭС на р. Паз (на 34 км от истока реки) и второй по времени строительства станцией каскада. С диспетчерского пульта этой станции осуществляется управление всеми российскими ГЭС каскада. Раякоски ГЭС входит в состав ПАО «ТТК-1».

Гидроэлектростанция Раякоски была спроектирована и построена финской фирмой «Иматран Войма» по контракту с Советским Союзом. Возведение Раякоски ГЭС было начато в 1952 г., первый гидроагрегат введен в эксплуатацию 10 августа 1955 г., строительство станции было завершено после пуска третьего гидроагрегата в 1956 г. В постоянную промышленную эксплуатацию Раякоски ГЭС была принята 25 мая 1956 г. Приказом Министерства электростанций СССР 1 июля 1955 г. на базе ГЭС Янискоски и Раякоски был образован Каскад Пазских ГЭС.

Особенностью гидроэлектростанции Раякоски является ее расположение вблизи границ трех государств — России, Норвегии и Финляндии. Одновременно с гидроэлектростанцией был построен поселок энергетиков Раякоски, в котором в настоящее время проживает персонал Пазского каскада.

Значительная часть электроэнергии, вырабатываемой Раякоски каскадом ГЭС, включая Раякоски ГЭС, поставляется на экспорт в Норвегию и Финляндию. Также гидроэлектростанции каскада обеспечивают

энергоснабжение предприятий и населения Печенгского района.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Раякоски ГЭС является плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя земляную плотину, глухую бетонную плотину, водосбросную плотину, здание гидроэлектростанции, отводящий канал.

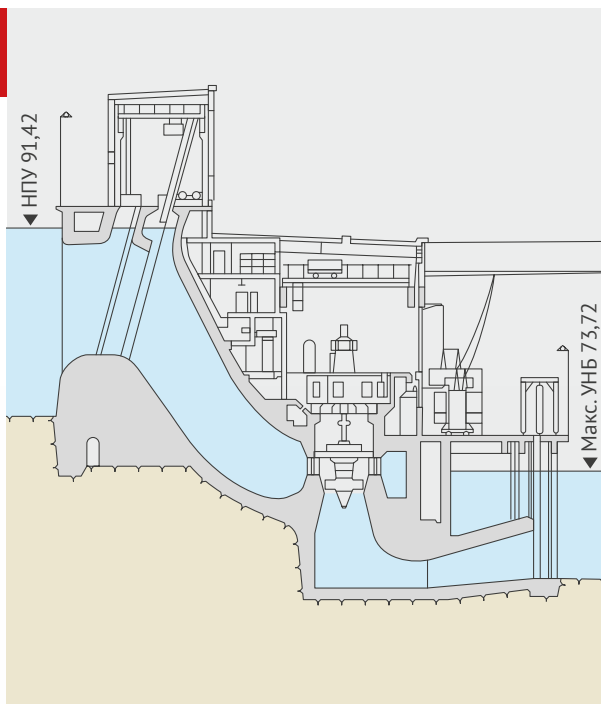
Земляная плотина сопрягает здание ГЭС с правобережным склоном. Плотина отсыпана из песчано-гравийного грунта, имеет ядро из укатанной малопроницаемой супесчаной морены, в котором располагается противодиффузионная диафрагма из металлического шпунта. Длина плотины — 18,0 м, максимальная высота — 22,0 м.

Большую часть напорного фронта образует глухая бетонная гравитационная плотина длиной 421,0 м и максимальной высотой 21,0 м, сопрягающая водосбросную плотину и левобережный склон. Водосбросная плотина бетонная гравитационная длиной 37,0 м и максимальной высотой 21,0 м расположена между глухой бетонной плотиной и зданием ГЭС. Плотина имеет два водосливных пролета шириной по 13,0 м, оборудованных сегментными затворами. Изначально в водосбросной плотине имелись также два донных отверстия, которые были забетонированы в 2005 г. Гашение энергии потока сбрасываемой воды производится в бетонном водобойном колодце длиной

25,0 м. Пропускная способность водосбросной плотины 500 м<sup>3</sup>/с при НПУ. Подпорные сооружения Раякоски ГЭС создают небольшое водохранилище суточного и ограниченного недельного регулирования.

В здании гидроэлектростанции руслового типа размещены три вертикальных гидроагрегата финского производства мощностью по 14,4 МВт с поворотными турбинами (расчетный напор 20,5 м). Здание ГЭС совмещено с щитовым отделением, в котором установлены плоские аварийно-ремонтные затворы. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 950,0 м и шириной от 16,0 до 60,0 м, проходящий по правому берегу р. Паз.

Выдача электроэнергии Раякоски ГЭС в энергосистему производится с открытого распределительного устройства напряжением 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 237 млн кВт·ч.



Здание ГЭС



Машинный зал

## Раякоски ГЭС

Установленная мощность, МВт	43,2
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	237
Месторасположение:	Мурманская область, Печенгский район
Водный объект:	р. Паз
Год пуска первого гидроагрегата	1955
Схема создания напора:	плотинная

### ПЛОТИНА\*

Тип плотины:	гравитационная бетонная
Максимальная высота, м	21,0
Длина по гребню, м	421,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	755

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	51,06
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	4,76
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	8,0
Отметка НПУ, м	91,42

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	3×14,4 МВт
Тип турбин:	поворотные-лопастные
Расчетный напор, м	20,5

\* Бетонная глухая плотина.



## Выгостровская ГЭС

Выгостровская ГЭС расположена на р. Нижний Выг в Беломорском районе Республики Карелия, возле пос. Золотец и является четвертой ступенью Выгского каскада ГЭС. Выгостровская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

В 1931–1933 гг. был построен Беломорско-Балтийский канал, часть трассы которого прошла по руслу р. Нижний Выг. При этом на реке было создано несколько водохранилищ, одним из которых стало Выгостровское. Проект канала не предусматривал строительства ГЭС, излишки воды сбрасывались вхолостую. Наличие уже готовых подпорных сооружений канала привело к разработке проектов строительства при них ГЭС. Первыми еще в 1940 г. начали строить

Ондскую и Маткожненскую ГЭС, следующей станцией каскада стала Выгостровская ГЭС. Технический проект станции разработан Институтом «Ленгидропроект» в 1954–1955 гг. и утвержден в 1957 г. С целью снижения стоимости ГЭС и сокращения сроков ее строительства по решению Карельского Совнархоза проект был переработан с удешевлением ГЭС на 2,9 млн руб. и заново утвержден в 1960 г.

Во время изысканий была обнаружена группа из более чем 300 наскальных рисунков (петроглифов), датированных IV тысячелетием до н. э. С целью сохранения рисунков было принято решение об изменении конфигурации земляной плотины, над изображениями возвели бетонный павильон со стеклянной стеной.

Строительство Выгостровской ГЭС началось в апреле 1959 г. и велось ускоренными темпами: первый гидроагрегат был пущен 13 декабря 1961 г., второй — 28 декабря того же года. В постоянную эксплуатацию станция была принята 16 июля 1963 г.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Выгостровская ГЭС представляет собой плотинно-деривационную гидроэлектростанцию. Комплекс сооружений гидроузла включает в себя земляную и водобросную плотины, земляную защитную дамбу, судоходный шлюз Беломорско-Балтийского канала, здание ГЭС, подводящий и отводящий каналы. Земляная плотина длиной 520,0 м и максимальной высотой 9,5 м смешанной конструкции, отсыпана из супесей и камня, имеет глинистый экран. Земляная защит-



*Здание ГЭС*



ная дамба имеет длину 358,0 м и максимальную высоту 5,8 м.

Бетонная водосливная плотина имеет длину 60,4 м. Плотина оборудована пятью водосливными пролетами шириной по 10,0 м, снабженными сегментными затворами. Пропускная способность плотины 1495 м<sup>3</sup>/с при НПУ. Часть воды, пропускаемой через водосброс, отводится в протоку Мурманский Пудас и в русло р. Нижний Выг, другая часть — в водохранилище Беломорской ГЭС.

В здании Выгостровской ГЭС руслового типа размещены два гидроагрегата мощностью по 20 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 12,0 м). Вода к зданию ГЭС поступает по подводящему каналу длиной 380,0 м и шириной 40,5 м. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 170,5 м, шириной от 28,0 до 60,0 м. Максимальный расход через здание ГЭС — 410 м<sup>3</sup>/с.

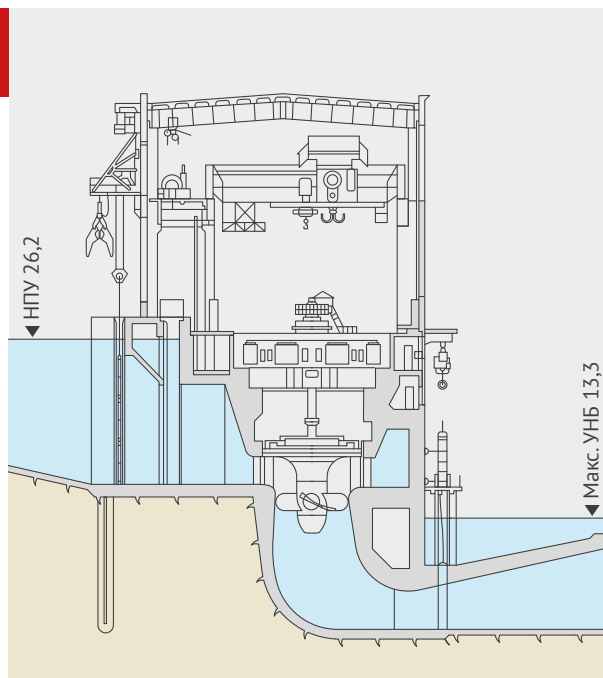
Выдача электроэнергии ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднеголетняя выработка электроэнергии составляет 224 млн кВт·ч.



Распределительное устройство 110 кВ



Машинный зал



## Выгостровская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	40
<b>Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч</b>	224
<b>Месторасположение:</b> Республика Карелия, Беломорский район	
<b>Водный объект:</b> р. Нижний Выг	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1961
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	9,5
<b>Длина по гребню, м</b>	520,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1905

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	17,86
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	2,3
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	4,63
<b>Отметка НПУ, м</b>	26,2

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×20 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	12,0

\* Земляная плотина.



## Кубанская ГЭС-1

ГЭС-1 Каскада Кубанских ГЭС расположена возле пос. Октябрьский Прикубанского района Карачаево-Черкесии, на 63-м километре Большого Ставропольского канала. Совместно с Кубанской ГАЭС и ГЭС-2 входит в Куршавскую группу ГЭС. Отличается оригинальной конструкцией: в составе сооружений станции полностью отсутствуют какие-либо плотины, водохранилища и иные аккумулирующие бассейны. Кубанская ГЭС-1 эксплуатируется филиалом ПАО «РусГидро» — «Каскад Кубанских ГЭС».

Проектное задание первой очереди Кубань-Калусской системы (Большого Ставропольского канала) было утверждено в 1956 г. Уже на стадии первоначальных проектных проработок было установлено, что по причине сложных топографических и инженерно-геологических условий использовать все падение на Куршавском участке канала на одной ступени не удастся. Проектным заданием предполагалось строительство Кубанской ГЭС-1 мощностью 21,4 МВт, работающей при напоре 30,0 м.

В ходе дальнейшего проектирования появилась возможность увеличения напора, а соответственно мощности и выработки ГЭС-1 за счет перевода Кубанского водохранилища в наливной режим с сооружением ГАЭС. В таком виде проект был принят к реализации. Строительство Кубанской ГЭС-1 было начато в 1961 г., первый гидроагрегат пущен в 1967 г., второй — в 1968 г. В 1985 г. была произведена замена рабочих колес гидротурбин.

Кубанская ГЭС-1 находится в головной части Каскада Кубанских ГЭС, в связи с отсутствием водохранилища станция работает в базовой части графика нагрузки. В настоящее время ведется модернизация ГЭС-1, предусматривающая замену устаревшего оборудования и ремонт основных сооружений. На первом этапе будут заменены силовые трансформаторы и оборудование распределительного устройства.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Конструктивно Кубанская ГЭС-1 представляет собой средненапорную деривационную гидроэлектростанцию с подводящими железобетонными водоводами. Верхним и нижним бьефом станции является Большой Ставропольский канал. Сооружения ГЭС-1 включают в себя холостой водосброс, водоприемник, двухниточный напорный трубопровод, здание ГЭС, отводящий канал.

Холостой водосброс состоит из оголовка, лотка-быстрохода длиной 704,0 м, водобойного колодца и отводящего канала длиной 315,0 м. Расчетная пропускная способность водосброса — 75 м<sup>3</sup>/с, предельная пропускная способность (в случае ремонта или аварийных остановок гидроагрегатов ГЭС) — 105 м<sup>3</sup>/с.

Водоприемник ГЭС-1 сифонного типа, с клапанами для срыва вакуума, двухпролетный. Водоприемник и холостой водосброс имеют общий подводящий канал и объединенную аванкамеру, образованную подпорными стенками. Напорный трубопровод сборный

железобетонный диаметром 4,0 м, двухниточный, длиной 724,0 м. Конструкции водоприемника и напорных трубопроводов унифицированы с другими станциями Каскада Кубанских ГЭС (ГАЭС, ГЭС-2, ГЭС-3 и ГЭС-4), что позволило снизить затраты на сооружение каскада в целом.

В здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 18,5 МВт. Гидроагрегаты оборудованы радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 49,7 м). Предтурбинные затворы отсутствуют. Особенностью конструкции здания ГЭС является его полуоткрытая компоновка с размещением козлового крана на крыше, что придает зданию характерный внешний вид.

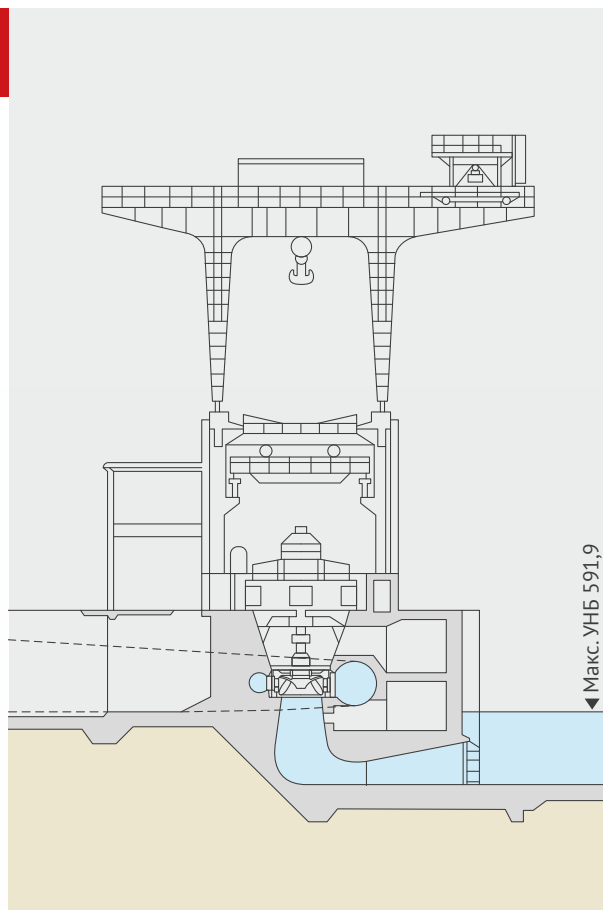
Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ (ведутся работы по замене на КРУЭ). Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 195 млн кВт·ч.



Козловой кран



Пульт управления



## Кубанская ГЭС-1

Установленная мощность, МВт	37
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	195
<b>Месторасположение:</b> Карачаево-Черкесская Республика, Прикубанский район	
<b>Водный объект:</b> Большой Ставропольский канал	
Год пуска первого гидроагрегата	1967
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Напорные сооружения отсутствуют</b>	
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	165

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Водохранилище отсутствует

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	2×18,5 МВт
Тип турбин: радиально-осевые	
Расчетный напор, м	49,7



## Зарагижская ГЭС

Зарагижская ГЭС расположена на р. Черек в Кабардино-Балкарской Республике, возле с. Зарагиж. Входит в Нижне-Черекский каскад, являясь его нижней ступенью. Отличается отсутствием плотины и каких-либо иных подпорных сооружений — весь напор создается только за счет деривации. Зарагижская ГЭС эксплуатируется Кабардино-Балкарским филиалом ПАО «РусГидро».

Первый проект Зарагижской ГЭС был подготовлен в 2007 г. — станция рассматривалась как малая ГЭС мощностью 15,6 МВт, с деривацией в виде напорного трубопровода. В 2011 г. проект был переработан, при этом мощность станции возросла вдвое. Возведение Зарагижской ГЭС было начато осенью 2011 г. Сначала строители сконцентрировались на возведении деривационных каналов и лотков, эти работы были в целом завершены к началу 2013 г. В 2013–2015 гг. выполнен основной объем работ по строительству напорного бассейна, водоприемника и здания ГЭС. В 2016 г. завершился монтаж гидроагрегатов и другого оборудования, был проведен полный цикл испытаний. Пуск Зарагижской ГЭС состоялся 29 декабря 2016 г.

Пуском Зарагижской ГЭС было завершено создание Нижне-Черекского каскада — крупнейшего энергокомплекса Кабардино-Балкарии мощностью 156 МВт.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Зарагижская ГЭС — деривационная электростанция. В соответствии с проектом в составе ГЭС отсутству-

ют плотины и другие подпорные сооружения. Вода на Зарагижскую ГЭС подается по деривации из отводящего канала Аушигерской ГЭС. Такое техническое решение позволило отказаться от дорогостоящей системы очистки воды от наносов — к Зарагижской ГЭС поступает вода, уже очищенная на верхних ступенях каскада.

В состав сооружений Зарагижской ГЭС входят деривационный канал, напорный бассейн, холостой водосброс, водоприемник, напорный трубопровод, здание гидроэлектростанции, отводящий канал, распределительное устройство.

Деривационный канал берет свое начало в отводящем канале Аушигерской ГЭС, где построен затворный узел, позволяющий направлять воду либо в деривацию Зарагижской ГЭС, либо сбрасывать ее в русло р. Черек. Общая длина канала составляет 3354,0 м, в том числе открытый канал трапециoidalного сечения длиной 1690,0 м и железобетонный канал-лоток прямоугольного сечения длиной 1664,0 м. Пропускная способность деривационного канала составляет 80 м<sup>3</sup>/с.

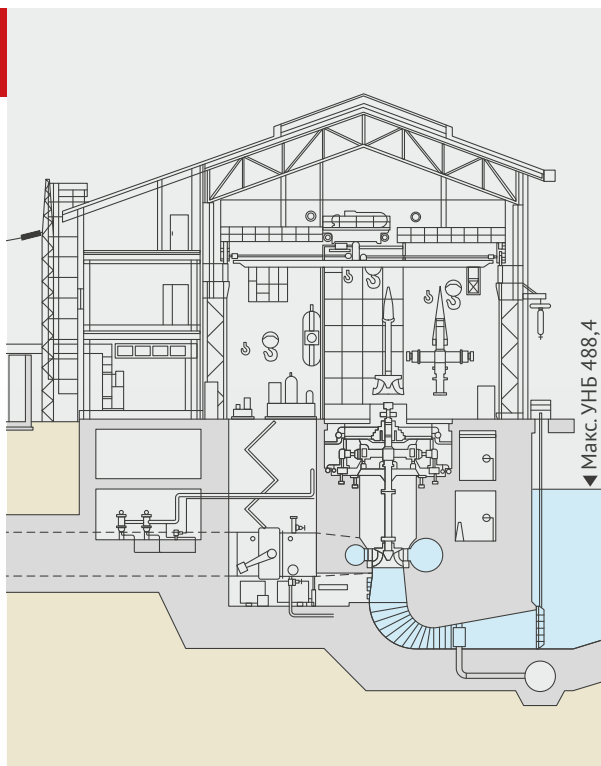
Из деривационного канала вода поступает в напорный бассейн, образованный насыпными дамбами. Длина напорного бассейна составляет 284,0 м, ширина — 180,0 м, отметка НПУ — 533,0 м. Полная емкость бассейна составляет 0,3 млн м<sup>3</sup>, полезная — 0,19 млн м<sup>3</sup>. Напорный бассейн оборудован аварийным водосбросом, состоящим из автоматического бокового водослива и быстротока. Для опорожнения напорного бас-

сейна предусмотрен водовыпуск, сбрасывающий воду в быстроток холостого водосброса.

В концевой части напорного бассейна расположен водоприемник, имеющий два водозаборных отверстия, оборудованных аварийно-ремонтными затворами. Из водоприемника вода поступает в металлический напорный трубопровод длиной 284,8 м и диаметром 4,4 м. Перед зданием гидроэлектростанции трубопровод разветвляется, и вода поступает на три гидроагрегата.

В здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 10,6 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 44,0 м). Перед турбинами смонтированы дисковые затворы. Отрабатывая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 1400,0 м и из него — в русло р. Черек.

Выработанная Зарагижской ГЭС электроэнергия передается потребителям через ОРУ 110 кВ. Станция автоматизирована и управляется с пульта верхней ступени Кашхатау ГЭС.



Строительство напорного трубопровода



Холостой водосброс

## Зарагижская ГЭС

Установленная мощность, МВт	30,6
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	114
Месторасположение:	Кабардино-Балкарская Республика, Черекский район
Водный объект:	р. Черек
Год пуска первого гидроагрегата	2016
Схема создания напора:	деривационная

### ПЛОТИНА

Тип плотины:	плотина отсутствует
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	80

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	0,3
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	0,19
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	0,05
Отметка НПУ, м	533,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	3×10,6 МВт
Тип турбин:	радиально-осевые
Расчетный напор, м	44,0

\* Напорный бассейн.



## Янискоски ГЭС

Янискоски ГЭС расположена в 23 км от истока р. Паз в Печенгском районе Мурманской области. Является второй ступенью Пазского каскада ГЭС. Старейшая гидроэлектростанция каскада, одна из немногих ГЭС России с контрфорсными плотинами. Янискоски ГЭС входит в состав ПАО «ТГК-1».

Строительство гидроэлектростанции Янискоски, предназначенной для энергоснабжения никелевых рудников района Петсамо, началось финскими инженерами в 1938 г. В 1942 г. гидроагрегаты ГЭС были введены в эксплуатацию. В 1944 г. при отступлении немецких войск взрывом были полностью разрушены здание ГЭС и машинный зал, все пролеты водосброса правобережной бетонной плотины и пролеты левобережной бетонной плотины в районе лесосплавного отверстия. Впоследствии из остатков старого здания гидроэлектростанции был отсыпан мыс, разделяющий канал водосброса и отводящий канал. В настоящее время на этом мысу находится здание РУ-35 кВ и маслохозяйства ГЭС.

В 1947 г. территория, на которой расположена ГЭС Янискоски, была передана Финляндией Советскому Союзу за 700 млн финских марок. В том же году финская фирма «Иматран Войма» по контракту с Советским Союзом начала работы по восстановлению гидроэлектростанции. Первый гидроагрегат был пущен 31 июля 1950 г., после пуска второго гидроагрегата в 1952 г. строительство станции было завершено. В промышленную эксплуатацию ГЭС Янискоски была принята 26 декабря 1950 г.

Большая часть электроэнергии, вырабатываемой Пазским каскадом ГЭС, поставляется на экспорт в Норвегию и Финляндию. Также станции каскада обеспечивают энергоснабжение предприятий и населения Печенгского района.

К настоящему времени оборудование станции устарело, существуют проектные проработки по ее модернизации с заменой двух гидроагрегатов на один мощностью 43,8 МВт.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Янискоски ГЭС является плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя две земляные плотины, правобережную и левобережную контрфорсные плотины, водосбросную плотину, здание ГЭС, отводящий канал.

Земляные плотины отсыпаны из разнородных моренных грунтов и имеют противоточное ядро из суглинков с деревянной диафрагмой. Левобережная плотина имеет длину 160,0 м, правобережная — 870,0 м и максимальную высоту 17,5 м.

Глухая бетонная плотина — контрфорсная с массивными оголовками, разделена водосбросными пролетами и станционным зданием на четыре участка, состоящих в сумме из 44 контрфорсных блоков. Наиболее протяженные участки, южный и северный, примыкают к земляным плотинам. На всю высоту температурных швов в пазухах между контрфорсами сделаны деревянные тепляки, образующие шкафные полости. Для обогрева воздуха в зимнее время в каждом «шка-

фу» установлены электрические обогреватели. Суммарная длина плотины по гребню составляет 307,5 м, максимальная высота — 26,0 м.

Водосбросная плотина бетонная контрфорсная, длиной 52,95 м и максимальной высотой 23,7 м, имеет два водосливных пролета: шириной 12,5 м с секторным затвором и шириной 11,5 м с плоским затвором. Изначально имелся еще один водосливной пролет и два донных отверстия, которые в настоящее время забетонированы. Пропускная способность водосброса 410 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 425 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В русловом здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 15,1 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 21,5 м). Первоначально на ГЭС был установлен гидроагрегат собственных нужд мощностью 0,35 МВт, в настоящее время он выведен из эксплуатации. Отрабатывая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 300,0 м и шириной от 19,0 до 43,0 м.

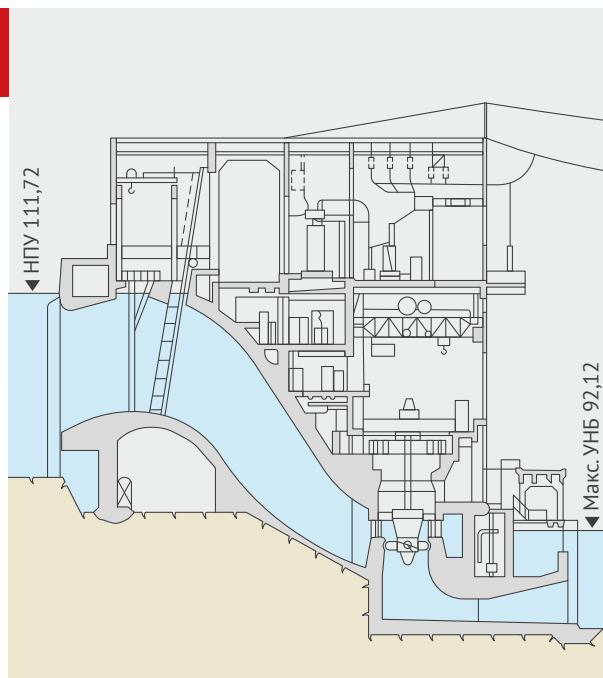
Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с ЗРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 217 млн кВт·ч.



Водосбросная плотина



Контрфорсная плотина



## Янискоски ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	30,2
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	217
<b>Месторасположение:</b> Мурманская область, Печенгский район	
<b>Водный объект:</b> р. Паз	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1950*
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	17,5
<b>Длина по гребню, м</b>	870,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	590

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	28,25
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	2,05
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	5,0
<b>Отметка НПУ, м</b>	111,72

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×15,1 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	21,5

\* Год пуска станции после восстановления.

\*\* Правобережная земляная плотина.



## Ириклинская ГЭС

Ириклинская ГЭС расположена на р. Урале, возле пос. Ириклинский Гайского городского округа Оренбургской области и является крупнейшей гидроэлектростанцией на р. Урал, играя важную роль в регулировании стока реки для обеспечения водоснабжения и защиты от наводнений. Станция имеет нестандартную конструкцию — водосливная плотина совмещена со зданием ГЭС. Ириклинская ГЭС эксплуатируется АО «Интер РАО — Электрогенерация».

Створ ГЭС еще в 1932 г. был определен изысканиями, итогом которых стало составление схемы комплексного использования р. Урал. В 1939 г. издано постановление Экономсовета при Совнарком СССР «О строительстве гидростанций на реках Донбасса и Урала, а также водохранилищ для обеспечения водоснабжения промышленных районов Донбасса и Урала».

В 1940 г. начальником Главгидроэнергостроя были утверждены предложения комплексного использования верховьев р. Урал для целей водоснабжения, ирригации и получения электроэнергии на ГЭС. Проектное задание Ириклинской ГЭС было разработано МосГИДЭПом в 1941 г., а технический проект станции составлен в 1947 г. и утвержден в 1952 г.

Подготовительные работы по возведению Ириклинской ГЭС начались весной 1941 г., но с началом войны были приостановлены и вновь возобновлены в 1943 г. Строительство велось в трудных условиях, при значительной нехватке техники. В 1957 г. было завершено сооружение плотины, начато заполнение водохранилища. Первые два гидроагрегата станции были пущены

30 декабря 1958 г., оставшиеся два — в 1959 г. В постоянную эксплуатацию Ириклинская ГЭС была принята в марте 1959 г., а Ириклинское водохранилище впервые заполнено до НПУ в 1966 г.

В 2003 г. были проведены масштабные работы по ремонту водобойного колодца Ириклинской ГЭС с его осушением. Для пропуска стока реки впервые в отечественной практике применялось оригинальное техническое решение — прокладка металлических трубопроводов диаметром 1,6 м, по которым в нижний бьеф сбрасывался санитарный попуск в объеме 25 м<sup>3</sup>/с.

Ириклинский гидроузел предназначен для обеспечения водоснабжения, защиты от наводнений и выработки электроэнергии. Имея емкое водохранилище многолетнего регулирования, Ириклинская ГЭС обеспечивает водоснабжение предприятий Орского промышленного узла, а также расположенной на берегу водохранилища крупной Ириклинской ГРЭС. Кроме этого Ириклинское водохранилище используется для защиты от паводков городов Орск и Новотроицк.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Ириклинская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя каменно-набросную плотину и здание гидроэлектростанции (совмещенное с водосливом). По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

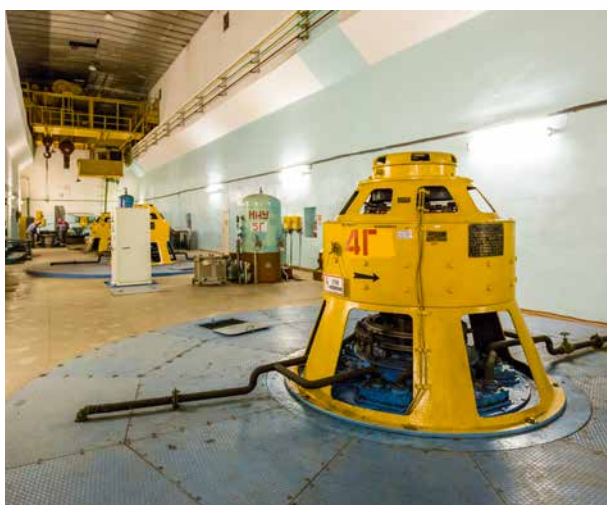
Каменно-набросная плотина имеет противофильтрационный элемент в виде экрана из суглинка. Дли-



на плотины — 448,0 м, максимальная высота — 36,0 м. Водосливная плотина совмещена со зданием ГЭС. В верхней части сооружения размещены семь поверхностных водосливов с пролетом 10,0 м каждый общей пропускной способностью 5800 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 10 300 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании гидроэлектростанции под водосливами размещены четыре гидроагрегата мощностью по 7,5 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 30,5 м). Предусмотрена возможность монтажа еще двух гидроагрегатов.

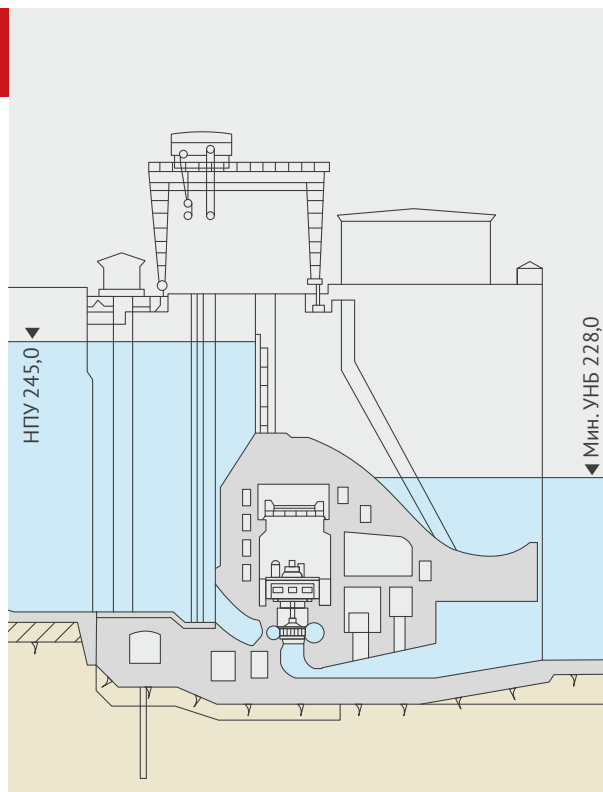
Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 кВ. Среднеголетняя выработка электроэнергии Ириклинской ГЭС составляет 70 млн кВт·ч.



Машинный зал



Пульт управления



## Ириклинская ГЭС

Установленная мощность, МВт	30
Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч	70
Месторасположение:	Оренбургская область, Гайский городской округ
Водный объект:	р. Урал
Год пуска первого гидроагрегата	1958
Схема создания напора:	плотинная

### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	36,0
Длина по гребню, м	448,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	5800

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, км <sup>3</sup>	3,26
Объем полезный, км <sup>3</sup>	2,2
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	260
Отметка НПУ, м	245,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	4×7,5 МВт
Тип турбин:	радиально-осевые
Расчетный напор, м	30,5



## Егорлыкская ГЭС

Егорлыкская гидроэлектростанция расположена на р. Егорлык (в 349 км от ее устья) в Ставропольском крае, возле с. Сенгилеевское Шпаковского района. Совместно с Сенгилеевской ГЭС, Егорлыкской ГЭС-2 и Новотроицкой ГЭС входит в Сенгилеевскую группу Каскада Кубанских ГЭС и является верхней и самой мощной гидроэлектростанцией на р. Егорлык. Егорлыкская ГЭС эксплуатируется филиалом ПАО «РусГидро» — «Каскад Кубанских ГЭС».

Строительство Егорлыкской ГЭС началось в 1956 г. после пуска вышележащей Сенгилеевской ГЭС, гидроагрегаты станции были введены в эксплуатацию в 1962 г. На момент пуска Егорлыкская ГЭС была крупнейшей гидроэлектростанцией Ставропольского края. Особенностью станции является использование воды двух рек: естественного стока р. Егорлык и части стока р. Кубань, перебрасываемого в р. Егорлык по Невинномысскому каналу. После строительства канала р. Егорлык из мелководной, практически пересыхающей летом реки превратилась в достаточно многоводный поток.

Имея водохранилище, позволяющее вести суточное регулирование стока, Егорлыкская ГЭС работает в пиковой части графика нагрузок. В 1978 и 1984 гг. были заменены два из трех силовых трансформаторов станции, в 1997 и 2002 гг. — заменены гидротурбины. В 2013–2015 гг. был построен новый поверхностный водосброс; старый башенный водосброс, не эксплуатировавшийся с 2000 г. в связи с неудовлетворительным техническим состоянием, был выведен из экс-

плуатации. В рамках реализуемой ПАО «РусГидро» программы комплексной модернизации планируется дальнейшая реконструкция станции с заменой всего устаревшего оборудования и ремонтом сооружений.

В рамках проекта Егорлыкской ГЭС в 7 км ниже по течению было создано буферное водохранилище, служащее для выравнивания в течение суток расходов воды с гидроэлектростанции. В 2011 г. на буферном водохранилище была введена в эксплуатацию Егорлыкская ГЭС-2.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Егорлыкская ГЭС является средненапорной плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения ГЭС включают в себя плотину, водосброс, подводящий канал, водоприемник, напорные трубопроводы, здание ГЭС, отводящий канал.

Плотина отсыпана из суглинистых грунтов, ее длина составляет 1280,0 м, максимальная высота — 33,0 м. Под плотиной проложена труба бывшего башенного водосброса пропускной способностью 60 м<sup>3</sup>/с, забетонированного в 2015 г.

Холостой водосброс расположен на левом берегу, имеет подводящий канал, оголовок, быстроток, отводящий канал. Оголовок трехпролетный, снабжен плоскими затворами. Быстроток длиной 449,0 м завершается консольным сбросом, гашение энергии потока воды производится в воронке размыва. Пропускная способность водосброса 62 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 120 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Подводящий канал длиной 521,0 м подводит воду из водохранилища к водоприемнику ГЭС. Водоприемник двухпролетный, оборудован плоскими затворами, рассчитан на пропуск 130 м<sup>3</sup>/с. Напорный трубопровод металлический, двухниточный, каждая нитка имеет диаметр 5,0 м и длину 96,0 м.

В здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 15 МВт, которые оборудованы пропеллерными турбинами (расчетный напор 27,4 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 350,0 м.

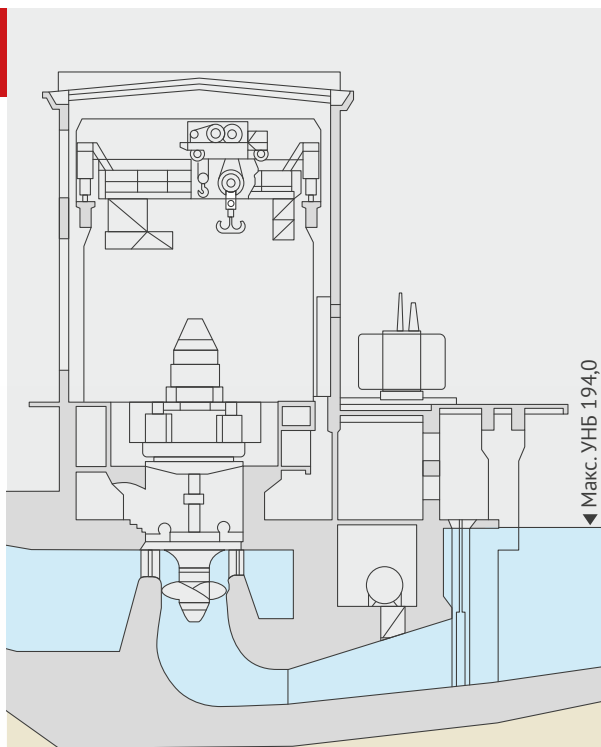
Выдача электроэнергии Егорлыкской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ (планируется замена на КРУЭ). Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 60,7 млн кВт·ч.



Холостой водосброс



Машинный зал



### Егорлыкская ГЭС

Установленная мощность, МВт	30
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	60,7
Месторасположение:	Ставропольский край, Шпаковский район
Водный объект:	р. Егорлык
Год пуска первого гидроагрегата	1962
Схема создания напора:	плотинная

#### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	33,0
Длина по гребню, м	1280,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	192

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	61,4
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	3,0
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	9,41
Отметка НПУ, м	222,0

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	2×15 МВт
Тип турбин:	пропеллерные
Расчетный напор, м	27,4



## Палакоргская ГЭС

Палакоргская ГЭС (ранее Палокоргская ГЭС) расположена на р. Нижний Выг в Беломорском районе Республики Карелия и является второй ступенью Выгского каскада ГЭС. Это последняя по времени постройки станция каскада. Палакоргская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

В 1931–1933 гг. был построен Беломорско-Балтийский канал, часть трассы которого прошла по руслу р. Нижний Выг. При этом на реке было создано несколько водохранилищ, одним из которых стало Палакоргское. Проект канала не предусматривал строительства ГЭС, излишки воды сбрасывались вхолостую. Наличие уже готовых подпорных сооружений канала привело к разработке проектов строительства ГЭС.



*Водосбросная плотина*

Первыми еще в 1940 г. начали строить Ондскую и Маткожненскую ГЭС, затем в 1950-х гг. — Беломорскую и Выгостровскую ГЭС. В 1963 г. Институт «Ленгидропроект» разработал проектное задание последней станции каскада — Палакоргской ГЭС. В процессе проектирования рассматривались 11 вариантов компоновки станции. С целью снижения стоимости строительства было принято решение об установке трех агрегатов, аналогичных смонтированным на Беломорской ГЭС.

Подготовительные работы по возведению Палакоргской ГЭС были начаты в 1963 г. В связи с удаленностью створа станции от населенных пунктов пришлось построить дорогу длиной 10,0 км и два моста. Работы на основных сооружениях начались в июне 1964 г. Первый гидроагрегат Палакоргской ГЭС был пущен 10 января 1967 г., в этом же году были введены в эксплуатацию и остальные гидроагрегаты, и строительство станции было завершено.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Палакоргская ГЭС представляет собой плотинную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения Палакоргского гидроузла включают в себя земляную и водосбросную плотины, шесть земляных дамб общей длиной 5,12 км, два однокамерных судоходных шлюза Беломорско-Балтийского канала, здание ГЭС (совмещенное с донным водоспуском), подводящий и отводящий каналы.

Земляная плотина длиной 520,0 м и максимальной высотой 18,0 м — смешанной конструкции, отсыпана из супесей и камня. Шесть земляных дамб имеют длину от 274,0 до 1635,0 м.

Бетонная водосливная плотина длиной 137,4 м с пятью пролетами шириной по 12,1 м, оборудованными сегментными затворами (ранее имелись также три ледопропускных отверстия шириной по 20,0 м, в настоящее время забетонированных). Пропускная способность плотины 1850 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании Палакоргской ГЭС руслового типа размещены три гидроагрегата мощностью по 10 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 8,3 м), а также донный водоспуск. Вода к зданию ГЭС поступает по подводному каналу длиной 223,5 м и шириной 43,0–48,0 м. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 162,0 м и шириной от 43,0 до 60,0 м. Максимальный расход через гидроагрегаты ГЭС составляет 390 м<sup>3</sup>/с, через донный водоспуск — 120 м<sup>3</sup>/с.

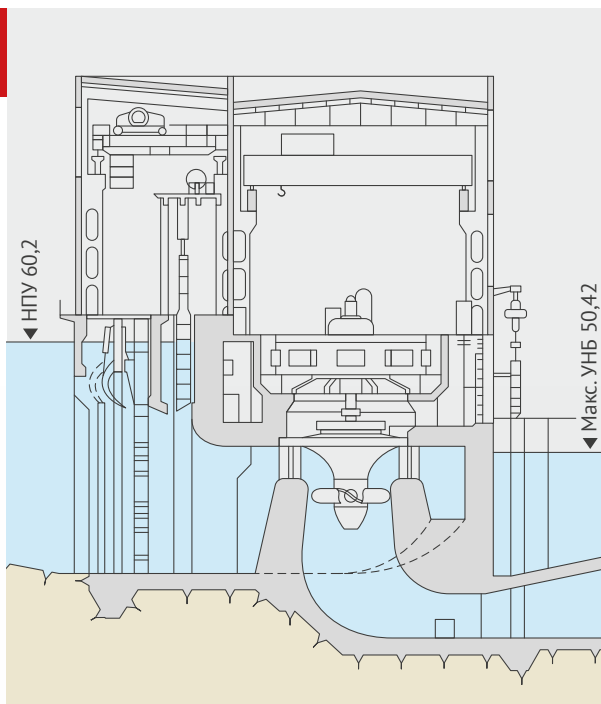
Выдача электроэнергии ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 165 млн кВт·ч.



Машинный зал



Вид с верхнего бьефа



## Палакоргская ГЭС

Установленная мощность, МВт	30
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	165
Месторасположение: Республика Карелия, Беломорский район	
Водный объект: р. Нижний Выг	
Год пуска первого гидроагрегата	1967
Схема создания напора: плотинная	

### ПЛОТИНА\*

Тип плотины: грунтовая	
Максимальная высота, м	18,0
Длина по гребню, м	520,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	2360

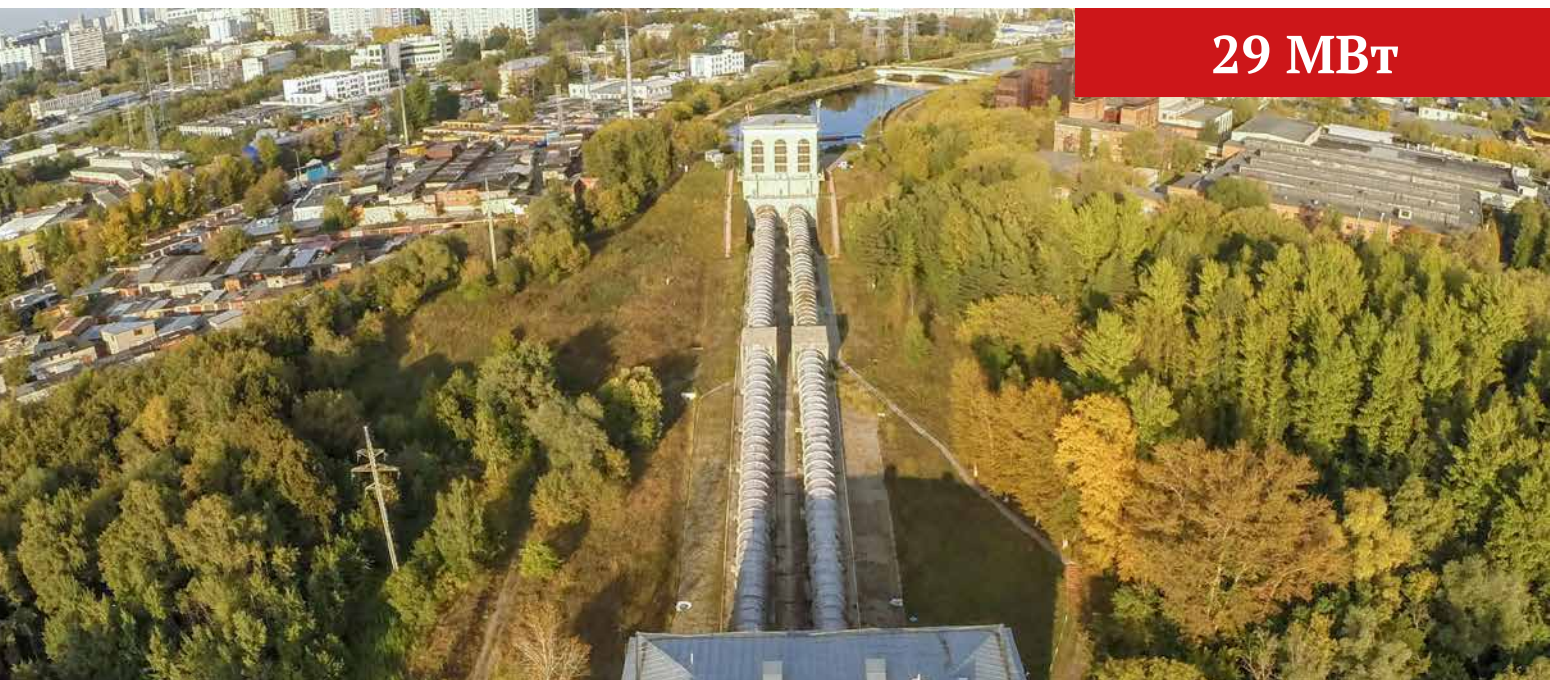
### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	299
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	74
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	85
Отметка НПУ, м	60,2

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	3×10 МВт
Тип турбин: поворотно-лопастные	
Расчетный напор, м	8,3

\* Земляная плотина.



## Сходненская ГЭС

Сходненская гидроэлектростанция расположена на канале имени Москвы, в г. Москве и обеспечивает обводнение р. Москвы и выработку электроэнергии. Особенность станции заключается в нехарактерной для равнинной местности деривационной компоновке, а также расположении непосредственно в городе. Сходненская ГЭС эксплуатируется ФГБУ «Канал имени Москвы».

Станция проектировалась и строилась как часть сооружений канала имени Москвы. Решение о строительстве канала было принято Пленумом ЦК ВКП (б) 15 июня 1931 г. Дмитровский вариант строительства канала был утвержден Совнаркомом СССР 1 июня 1932 г. — именно в его составе, в отличие от двух других альтернативных вариантов, появилась Сходненская ГЭС. Подготовительные работы по строительству станции начались в 1932 г., деривационный канал был заполнен водой 15 апреля 1937 г., и в том же году Сходненская ГЭС была введена в эксплуатацию.

Строительство велось в неблагоприятных геологических условиях — при наличии оползневых явлений, в связи с чем потребовались ограждение возводимого энергообъекта стальной шпунтовой стенкой, устройство развитой системы дренажа и срезка откосов отдельных участков склонов. Уникальной особенностью гидроэлектростанции стало применение деревянных трубопроводов диаметром 5,4 м — на тот момент крупнейшихших в мире.

Значительным достижением отечественных гидротехников стало возведение Химкинской плотины

высотой 32,0 м — самой высокой в тот период грунтовой плотины в СССР. Первоначальный проект плотины, предусматривавший ее возведение из суглинка, был переработан в пользу плотины из песчаных грунтов с суглинистым экраном, что позволило удешевить строительство за счет использования грунтов из выемок под другие сооружения канала.

Основной функцией Сходненской ГЭС является санитарное обводнение р. Москвы (через турбины ГЭС перебрасывается около 80% обводнительного стока, остальной объем поступает через судоходные шлюзы) с целью улучшения ее экологического состояния, а также выработка электроэнергии.

К настоящему времени основное оборудование ГЭС отработало 80 лет и продолжает находиться в эксплуатации. В 1974 г. была проведена замена напорных трубопроводов, но к началу 2000-х гг. они вновь пришли в негодность, вследствие чего в 2004–2007 гг. деревянные трубопроводы были заменены на металлические. Также были заменены системы возбуждения генераторов, смонтирована современная система автоматического управления гидроагрегатами, планируется реконструкция распределительного устройства.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Сходненская ГЭС представляет собой плотинно-деривационную гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя деривационный канал, напорный бассейн, напорные трубопроводы, здание ГЭС, отводящий канал.

Основную часть напора Сходненской ГЭС создает плотина Химкинского водохранилища, организационно не входящая в состав станции. Земляная плотина отсыпана из песков и супесей, имеет противофильтрационный элемент в виде экрана из суглинков. Длина плотины — 1300,0 м, максимальная высота — 32,0 м. Под плотиной расположен донный водоспуск в виде железобетонной штольни длиной 225,0 м, закрытой с напорной стороны железобетонной коробкой. В штольне проходят два металлических трубопровода диаметром по 1,3 м, оборудованных задвижками. К настоящему времени водоспуск проектной пропускной способностью 27 м<sup>3</sup>/с забетонирован.

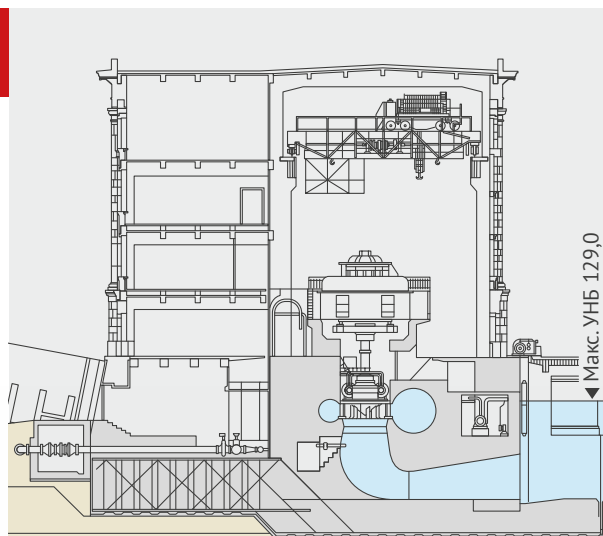
Из Химкинского водохранилища берет начало подводящий деривационный канал длиной 2250,0 м, частично огражденный дамбами длиной 1540,0 м и максимальной высотой 7,77 м. Канал завершается напорным бассейном с водоприемником, из которого берут начало два металлических напорных трубопровода длиной по 184,4 м и диаметром по 4,4 м.

В здании Сходненской ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 14,5 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 34,7 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 1900,0 м (представляющий собой спрямленное и углубленное русло р. Сходни).

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится через два силовых трансформатора, установленных на ОРУ 110 кВ, по двум линиям электропередачи. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет около 31 млн кВт·ч.



Деривационный канал



## Сходненская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	29
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	31
<b>Месторасположение:</b>	г. Москва
<b>Водный объект:</b>	канал имени Москвы (Химкинское водохранилище)
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1937
<b>Схема создания напора:</b>	плотинно-деривационная

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	32,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1300,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	100

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	29,5
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	6,76
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	3,48
<b>Отметка НПУ, м</b>	162,11

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×14,5 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	34,7

\* Плотина Химкинского водохранилища, не входящая в состав Сходненской ГЭС, но создающая необходимый для ее работы напор.



## Иваньковская ГЭС

Иваньковская гидроэлектростанция расположена в Московской области, в г. Дубне. Входит в Волжско-Камский каскад ГЭС, являясь верхней ступенью каскада на р. Волге. Одна из старейших гидроэлектростанций России: введена в эксплуатацию в 1937 г. Основной функцией Иваньковского гидроузла является обеспечение работы канала имени Москвы. Иваньковская ГЭС эксплуатируется ФГБУ «Канал имени Москвы».

История создания Иваньковской ГЭС тесно связана с историей канала имени Москвы, частью сооружений которого она является. Решение о строительстве канала было принято Пленумом ЦК ВКП(б) 15 июня 1931 г. Дмитровский вариант строительства канала был утвержден Совнаркомом СССР 1 июня 1932 г.

Первые строители прибыли на площадку Иваньковской ГЭС 25 сентября 1933 г. Это были заключенные, так как возведение объектов канала было поручено НКВД. Несмотря на низкую степень механизации работ, строительство станции, как и всех объектов канала, шло очень быстрыми темпами.

Уже в конце 1933 г. начались земляные работы на основных сооружениях гидроузла, в марте 1934 г. были отсыпаны перемычки левобережного котлована. Первый бетон в водосливную плотину уложен 23 августа 1934 г., а уже 4 марта 1936 г. бетонные работы на плотине были завершены. 14 января 1937 г. приступили к монтажу закладных частей гидротурбин, а 23 марта того же года началось заполнение Иваньковского водохранилища.

Первый гидроагрегат Иваньковской ГЭС был введен в эксплуатацию в декабре 1937 г., второй — в декабре 1938 г.

Осенью 1941 г. Иваньковская ГЭС оказалась в прифронтовой полосе, 10 октября было принято решение о демонтаже и эвакуации оборудования станции. Персонал ГЭС демонтировал турбину и статор генератора № 1, погрузил их на баржу и отправил вниз по течению р. Волги. В конце ноября 1941 г. немецкие части начали форсировать замерзшее Иваньковское водохранилище. Работники Иваньковской ГЭС в сложных зимних условиях произвели интенсивный сброс воды через затворы плотины. Уровень воды в водохранилище понизился на 2 метра, лед стал оседать и ломаться, что заставило врага отказаться от планов переправы через водохранилище.

После завершения боев под Москвой оборудование Иваньковской ГЭС вернули на станцию. Несмотря на сложные условия и недостаток технических средств и, конечно, благодаря самоотверженному труду персонала ГЭС, оборудование было смонтировано, и 1 мая 1942 г. генератор № 1 был включен в сеть. Частично разобранный, но не эвакуированный генератор № 2 был включен по временной схеме еще в декабре 1941 г. ввиду острой нехватки электроэнергии в системе «Мосэнерго».

Иваньковская ГЭС, накапливая в водохранилище и подавая в канал имени Москвы волжскую воду, обеспечивает надежное водоснабжение г. Москвы, обводнение р. Москвы и Клязьмы, работу речного транс-



порта. За время эксплуатации Иваньковская ГЭС выработала почти 10 млрд кВт·ч электроэнергии.

Основное оборудование станции эксплуатируется в течение 80 лет. К настоящему времени выполнены замена силовых трансформаторов, систем возбуждения генераторов, а также реконструкция распределительного устройства.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Иваньковская ГЭС представляет собой низконапорную русловую гидроэлектростанцию. Сооружения гидроузла включают в себя русловую земляную плотину, левобережную дамбу, водосливную плотину, здание ГЭС, односторонний однокамерный судоходный шлюз. По сооружениям гидроузла проложена автомобильная дорога.

Русловая земляная плотина намыта из среднезернистых песков, имеет противотрициклический элемент в виде комбинированной (из металлического шпунта и дерева) диафрагмы. Длина плотины — 300,0 м, максимальная высота — 22,5 м. Левобережная дамба насыпная, имеет длину 9135,0 м и максимальную высоту 12,2 м.

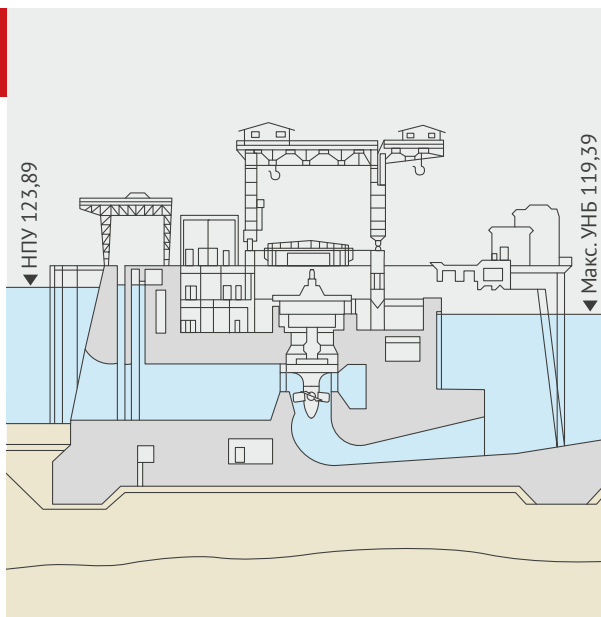
Водосливная плотина гравитационная бетонная, имеет восемь водосливных пролетов, четыре из которых одноярусные с поверхностными отверстиями, еще четыре — двухъярусные с поверхностными и донными отверстиями. Пропускная способность плотины 7350 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 7620 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Здание Иваньковской ГЭС русловое, полукрытое типа (для монтажа гидроагрегатов используются козловые краны, расположенные на крыше здания ГЭС). В здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 14,4 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 13,0 м).

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 119 млн кВт·ч.



Строительство Иваньковской ГЭС (1935 г.)



### Иваньковская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	28,8*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	119
<b>Месторасположение:</b>	Московская область, г. Дубна
<b>Водный объект:</b>	р. Волга
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1937
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

#### ПЛОТИНА\*\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	22,5
<b>Длина по гребню, м</b>	300,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	7350

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	1,22
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	0,887
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	316
<b>Отметка НПУ, м</b>	123,89

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×14,4 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	13,0*

\* Фактический напор после ввода Угличской ГЭС составляет 11,5 м, а располагаемая мощность — 25 МВт.

\*\* Русловая земляная плотина.



## Баксанская ГЭС

Баксанская ГЭС расположена на р. Баксан в Кабардино-Балкарской Республике, в с. Атажукино. Построенная по плану ГОЭЛРО Баксанская ГЭС является одной из старейших гидроэлектростанций России. Станция сильно пострадала в ходе Великой Отечественной войны, будучи взорванной сначала советскими, а затем и немецкими войсками, но была в короткие сроки восстановлена. До конца 1950-х гг. ГЭС являлась основной электростанцией энергосистем Ставропольского края и Кабардино-Балкарии. ГЭС входит в состав Кабардино-Балкарского филиала ПАО «РусГидро».

Первые упоминания о возможности использования р. Баксан для производства электроэнергии относятся к 1900 г. В 1911 г. инженер Ляпушинский создал эскизный проект гидроэлектростанции на р. Баксан с целью электрификации Владикавказской железной дороги. 14 декабря 1926 г. был утвержден уточненный план ГОЭЛРО, предусматривавший строительство Баксанской ГЭС. Изыскательские работы в районе сооружения станции были проведены в 1928 г. Титул на строительство Баксанской ГЭС был утвержден 26 ноября 1929 г., подготовительные работы по строительству станции развернулись с апреля 1930 г. Строительство сооружений станции велось с широким использованием ручного труда. Помимо местного населения ГЭС строили сотни специалистов со всей страны, в том числе строители Днепрогэса, московские метростроевцы, шахтеры Донбасса. Первый гидроагрегат Баксанской ГЭС был пущен 20 сентября 1936 г, на полную мощность станция была выведена в 1938 г.

В 1942 г. в ходе Великой Отечественной войны немецкие войска подошли к станции. Оборудование ГЭС эвакуировать не удалось, и в ночь на 30 августа 1942 г. водосбросная плотина и напорные трубопроводы ГЭС были подорваны, чтобы исключить возможность эксплуатации станции врагом. В январе 1943 г. сооружения и оборудование станции были повторно взорваны отступающими немецкими войсками. В феврале 1943 г. начались работы по восстановлению Баксанской ГЭС. Для ускорения работ на ГЭС был переброшен аналогичный по конструкции гидроагрегат с расположенной в Армении Дзорагетской ГЭС. Уже 25 декабря 1943 г. первый гидроагрегат Баксанской ГЭС был пущен в эксплуатацию, полностью восстановление станции было завершено в 1948 г.

До 1960 г., когда был осуществлен пуск Невинномысской ГРЭС, Баксанская ГЭС оставалась основной электростанцией Ставропольской энергосистемы. В 1962 г. один из гидроагрегатов ГЭС был переоборудован в испытательный стенд: заменена турбина, реконструированы проточная часть гидроагрегата и отводящий канал. В результате испытаний были получены данные, необходимые для конструирования турбины Красноярской ГЭС, а также приближенные к реальности энергетические характеристики турбины. После завершения испытаний турбина с модельным рабочим колесом была оставлена в работе.

21 июля 2010 г. Баксанская ГЭС пострадала в результате диверсии, совершенной боевиками одной из террористических группировок. Были подорваны два

гидроагрегата, здание ГЭС сильно пострадало от пожара. В ходе восстановления станции, завершившегося в декабре 2012 г., Баксанская ГЭС была полностью реконструирована: заменены гидроагрегаты на более мощные, полностью заменено гидромеханическое и электротехническое оборудование, напорные трубопроводы, отремонтированы все гидротехнические сооружения, в ряде случаев — с разбором старых конструкций и монтажом новых. Здание ГЭС полностью перестроено с сохранением исторического внешнего облика.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

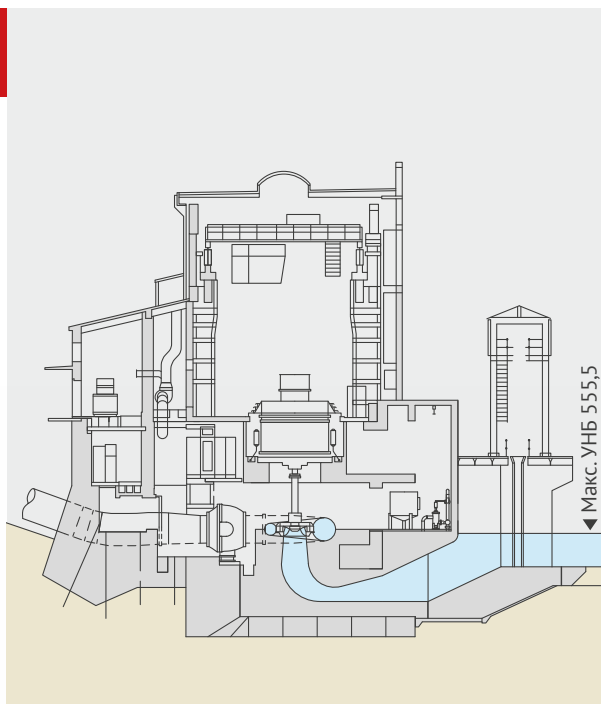
Баксанская ГЭС — деривационная электростанция. Сооружения гидроэлектростанции включают в себя головной узел, подводящую деривацию, напорно-станционный узел.

Головной узел на р. Баксан состоит из водосливной плотины, сифонного водосброса, отстойника, шлюза-регулятора, аванкамеры деривации. Деривация общей длиной 9822,0 м и пропускной способностью 35 м<sup>3</sup>/с включает в себя деривационные каналы, тоннели и три акведука. Сооружения напорно-станционного узла — напорный бассейн, холостой водосброс, водоприемник ГЭС, напорные водоводы, бассейн суточного регулирования, тоннель между БСР и напорным бассейном со шлюзом, здание ГЭС, отводящий канал.

В здании ГЭС установлены три гидроагрегата мощностью по 9 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 88,53 м). Перед турбинами смонтированы шаровые затворы. Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с КРУЭ напряжением 110 кВ.



Головной узел



## Баксанская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	27
<b>Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч</b>	144
<b>Месторасположение:</b> Кабардино-Балкарская Республика, Баксанский район	
<b>Водный объект:</b> р. Баксан	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1936
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	5,5
<b>Длина по гребню, м</b>	64,7
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	770

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	0,15
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	0,03
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,0025
<b>Отметка НПУ, м</b>	647,2

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×9 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	88,53

\* Бассейн суточного регулирования.



## Беломорская ГЭС

Беломорская гидроэлектростанция расположена на р. Нижний Выг в Беломорском районе Республики Карелия, возле г. Беломорска и является нижней ступенью Выгского каскада ГЭС. Беломорская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

В 1931–1933 гг. был построен Беломорско-Балтийский канал, часть трассы которого прошла по руслу р. Нижний Выг. При этом на реке было создано несколько водохранилищ. Проект канала не предусматривал строительства ГЭС, излишки воды сбрасывались вхолостую. Наличие уже готовых подпорных сооружений канала привело к разработке проектов строительства ГЭС, первыми из которых стали Ондская и Маткожненская. Возведение этих станций началось в 1940 г.

Нижняя часть Беломорско-Балтийского канала за Выгостровским гидроузлом проходит не по р. Нижний Выг, а по руслу р. Шижни. В 1959 г. было начато строительство Выгостровской гидроэлектростанции, использующей подпорные сооружения одноименного гидроузла канала. С целью гидроэнергетического использования лежащего ниже Выгостровской ГЭС участка р. Нижний Выг началось проектирование Беломорской ГЭС.

В ходе проектирования рассматривались восемь вариантов схемы использования устьевое участка реки. В итоге после анализа технико-экономических показателей был рекомендован и утвержден вариант с расположением створа станции в районе порога Чебот. Изначально на Беломорской ГЭС намечалось поста-

вить два гидроагрегата мощностью по 11 МВт оригинальной конструкции, состоящих из горизонтальной турбины, соединенной с вертикальным генератором шарниром. В таком виде проектное задание Беломорской ГЭС было разработано Институтом «Ленгидропроект» в 1960 г.

При уточнении сроков изготовления горизонтальных турбин выяснилось, что их производство и поставка возможны не ранее 1964 г., что срывало графики ввода станции в эксплуатацию. В результате в 1961 г. проектное задание было переработано и решено установить три традиционные вертикальные гидротурбины, однотипные по конструкции с гидротурбинами Выгостровской ГЭС.

Строительство Беломорской ГЭС началось в январе 1961 г. и велось чрезвычайно быстрыми темпами: первый гидроагрегат был пущен уже 31 декабря 1962 г., два других заработали в 1963 г. В промышленную эксплуатацию станция была принята 18 декабря 1964 г. Сократить сроки строительства позволило применение ряда прогрессивных решений: использование для пропуска сильных паводков старого русла реки, идущего в обход сооружений ГЭС (что позволило уменьшить размеры водосливной плотины), отсыпка руслового участка земляной плотины без зачистки скального основания и широкое использование сборного железобетона.

В ходе эксплуатации на Беломорской ГЭС испытывалась первая произведенная в СССР электронная защита гидроагрегата.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Беломорская ГЭС представляет собой низконапорную гидроэлектростанцию со зданием ГЭС руслового типа. В отличие от других ГЭС Выгского каскада Беломорская ГЭС не использует подпорные сооружения Беломорско-Балтийского канала. Сооружения станции, расположенные на левом берегу естественного русла реки, включают в себя пять земляных плотин, водосбросную плотину, здание ГЭС, подводящий и отводящий каналы.

Две левобережные земляные плотины имеют общую длину 1443,0 м и наибольшую строительную высоту 6,0 м. Три правобережные земляные плотины имеют общую длину 1988,0 м и наибольшую строительную высоту 11,5 м.

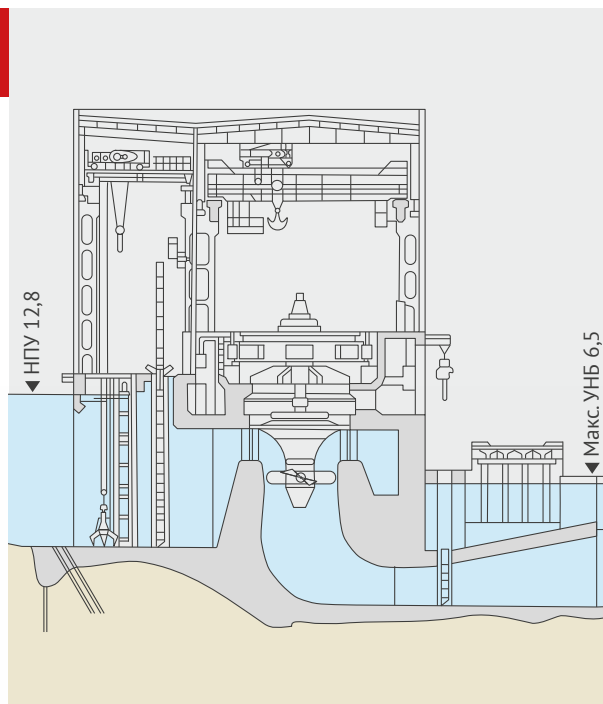
Бетонная водосбросная плотина (водосброс) имеет длину 34,0 м и содержит три водосливных пролета шириной по 10,0 м, оборудованных сегментными затворами. Пропускная способность плотины 897 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании Беломорской ГЭС руслового типа размещены три гидроагрегата мощностью по 9 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 7,15 м). Вода к зданию ГЭС поступает по подводящему каналу длиной 326,0 м и шириной от 30,0 до 50,0 м. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 520,0 м, шириной от 50,0 до 200,0 м. Максимальный расход через здание ГЭС — 495 м<sup>3</sup>/с.

Выдача электроэнергии Беломорской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 128 млн кВт·ч.



Машинный зал



### Беломорская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	27
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	128
<b>Месторасположение:</b> Республика Карелия, Беломорский район	
<b>Водный объект:</b> р. Нижний Выг	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1962
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

#### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	11,5
<b>Длина по гребню, м</b>	1988,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1392

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	7,09
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	1,12
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	2,33
<b>Отметка НПУ, м</b>	12,8

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×9 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	7,15

\* Правобережные земляные плотины.



## Нижне-Териберская ГЭС

Нижне-Териберская ГЭС расположена в Кольском районе Мурманской области, возле с. Териберка и является нижней ступенью каскада ГЭС на р. Териберке. Особенностью станции является использование в качестве нижнего бьефа Баренцева моря. Нижне-Териберская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

Решение о начале возведения Териберских ГЭС, спроектированных Институтом «Ленгидропроект», было принято Министерством энергетики и электрификации СССР 30 октября 1975 г. Это строительство стало следующим этапом освоения гидроэнергетического потенциала рек Кольского полуострова после завершения строительства Серебрянских ГЭС. Гидро-

электростанции проектировались как остропиковые, с продолжительностью работы 6–8 часов в сутки и полной остановкой в выходные дни.

Строительство Нижне-Териберской ГЭС началось в 1976 г. Станции Териберского каскада возводились вахтовым методом в труднодоступной необжитой местности. Пуск станции состоялся 30 сентября 1987 г. Нижне-Териберская ГЭС стала последней по времени строительства гидроэлектростанцией на Кольском полуострове. В постоянную эксплуатацию Териберские ГЭС были введены в 1990 г.

Уникальностью Нижне-Териберской ГЭС является ее соединение через отводящий канал с Баренцевым морем, в связи с чем гидротурбина станции адаптирована к воздействию морской воды.

Нижне-Териберская ГЭС работает в пиковой части графика нагрузок, является аварийным резервом мощности Кольской энергосистемы. Управляется с пульта Серебрянской ГЭС-1, персонал работает вахтовым методом.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Нижне-Териберская ГЭС является плотинной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя земляную плотину, водосброс, водоприемник с левобережным примыканием, здание ГЭС, отводящий канал.

Земляная плотина длиной 154,0 м и максимальной высотой 19,0 м отсыпана из моренных суглинков. Поверхностный водосброс располагается в скальной вы-



*Вид с верхнего бьефа*

емке левого берега между водоприемником и земляной плотиной. Водосброс имеет два пролета шириной по 6,0 м, оборудованных плоскими затворами. Сливная грань выполнена в виде быстротока длиной 36,3 м, который заканчивается горизонтальным участком длиной 6,0 м. Сброшенная вода отводится каналом шириной 14,0 м, который на протяжении 60,0 м проходит в скале, далее в рыхлых отложениях Териберской губы. Пропускная способность водосброса  $744 \text{ м}^3/\text{с}$  при НПУ.

Водоприемник глубинного типа является частью напорного фронта, располагается между водосбросом и левобережным сопряжением, имеет два отверстия шириной по 6,0 м.

В приплотинном здании ГЭС размещен один гидроагрегат мощностью 26,5 МВт с поворотно-лопастной турбиной (расчетный напор 21,4 м). Отработавшая в турбине вода сбрасывается в отводящий канал длиной 115,0 м и далее в устьевый участок русла р. Териберка, впадающей в Баренцево море.

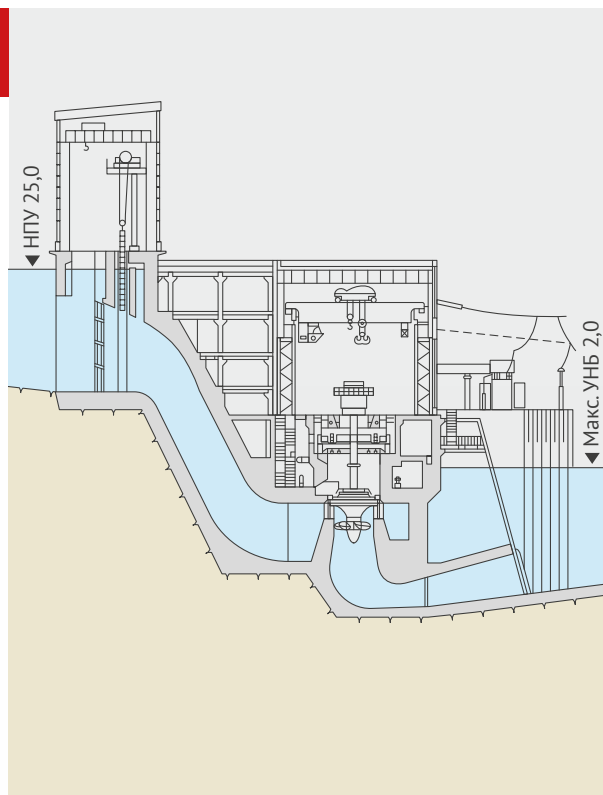
Выдача электроэнергии Нижне-Териберской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 150 кВ. Средне-многолетняя выработка электроэнергии составляет 54,2 млн кВт·ч.



Здание ГЭС и водосброс



Машинный зал



## Нижне-Териберская ГЭС

Установленная мощность, МВт	26,5
Средне-многолетняя выработка, млн кВт·ч	54,2
Месторасположение:	Мурманская область, Кольский район
Водный объект:	р. Териберка
Год пуска первого гидроагрегата	1987
Схема создания напора:	плотинная

### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	19,0
Длина по гребню, м	154,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, $\text{м}^3/\text{с}$	883

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн $\text{м}^3$	11,5
Объем полезный, млн $\text{м}^3$	2,64
Площадь при НПУ, $\text{км}^2$	1,42
Отметка НПУ, м	25,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	$1 \times 26,5 \text{ МВт}$
Тип турбины:	поворотно-лопастная
Расчетный напор, м	21,4



## Нива ГЭС-1

Нива ГЭС-1 расположена на р. Ниве в г. Полярные Зори Мурманской области и является верхней, регулирующей, ступенью Нивского каскада ГЭС. Водохранилище станции включает в себя крупное о. Имандра. Нива ГЭС-1 входит в состав ПАО «ГТК-1».

В 1936 г. в рамках строительства Нива ГЭС-2 был введен в эксплуатацию регулирующий гидроузел в верхнем течении р. Нивы, превративший крупное о. Имандра в водохранилище. В 1938 г. на впадающей в озеро р. Пиренге был построен Пиренгский гидроузел, позволивший увеличить возможности по регулированию стока р. Нивы. С целью энергетического использования

верхнего течения р. Нивы Институтом «Ленгидропроект» была спроектирована Нива ГЭС-1.

Строительство Нива ГЭС-1 началось в 1950 г. после завершения основных работ по возведению Нива ГЭС-3. Первый гидроагрегат новой станции был пущен 22 декабря 1952 г., второй — в 1953 г. В промышленную эксплуатацию Нива ГЭС-1 была принята 6 сентября 1954 г. Гидроэлектростанции Нивского каскада сыграли важную роль в развитии промышленности Мурманской области, в частности они долгое время являлись основным источником энергоснабжения Кандалакшского алюминиевого завода.

Нива ГЭС-1 является наименее мощной станцией Нивского каскада, однако она обладает водохранилищем большой емкости и обеспечивает регулирование стока в интересах всего каскада. Гидроэлектростанция автоматизирована, работает без постоянного оперативного персонала. К настоящему времени оборудование станции эксплуатируется более 60 лет и требует модернизации, в первую очередь — замены гидрогенераторов.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Нива ГЭС-1 является плотинно-деривационной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя земляную плотину, дамбу, водосброс, подводящий канал, здание ГЭС, отводящий канал.

Земляная плотина длиной 300,0 м и максимальной высотой 8,5 м отсыпана из моренного грунта. Продол-



*Вид с верхнего бьефа*



жением плотины является правобережная дамба длиной 277,0 м. Слева к плотине примыкает водосброс, представляющий собой гравитационную железобетонную водосливную плотину длиной 61,4 м и высотой 8,1 м с пятью пролетами шириной по 10,0 м, оборудованными плоскими затворами. Пропускная способность водосброса составляет 840 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

Подводящий деривационный канал проходит по левому берегу р. Нивы, имеет длину 1151,8 м, ширину 25,0 м, пропускную способность 400 м<sup>3</sup>/с. В конце канала находится здание ГЭС, в котором размещены два гидроагрегата мощностью по 13 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 11,5 м). Здание ГЭС совмещено с донным водосбросом, имеющим одно отверстие пропускной способностью 125 м<sup>3</sup>/с при НПУ. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 727,0 м.

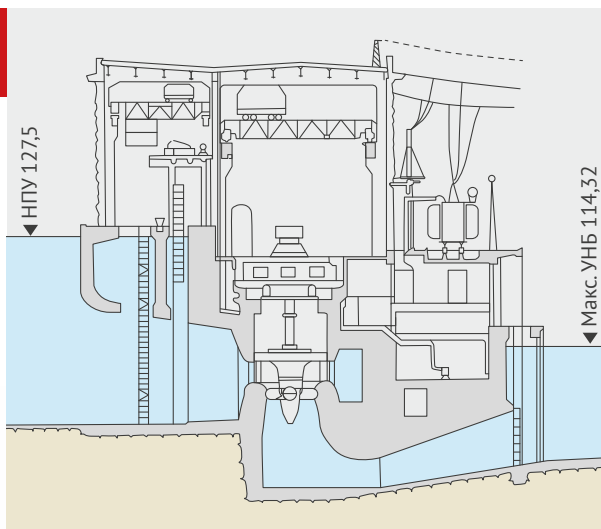
Выдача электроэнергии Нива ГЭС-1 в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 134,9 млн кВт·ч.



Водосбросная плотина



Машинный зал



## Нива ГЭС-1

<b>Установленная мощность, МВт</b>	26
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	134,9
<b>Месторасположение:</b>	Мурманская область, г. Полярные Зори
<b>Водный объект:</b>	р. Нива
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1952
<b>Схема создания напора:</b>	плотинно-деривационная

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	8,5
<b>Длина по гребню, м</b>	300,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1241**

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	11,2
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	2,83***
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	876
<b>Отметка НПУ, м</b>	127,5

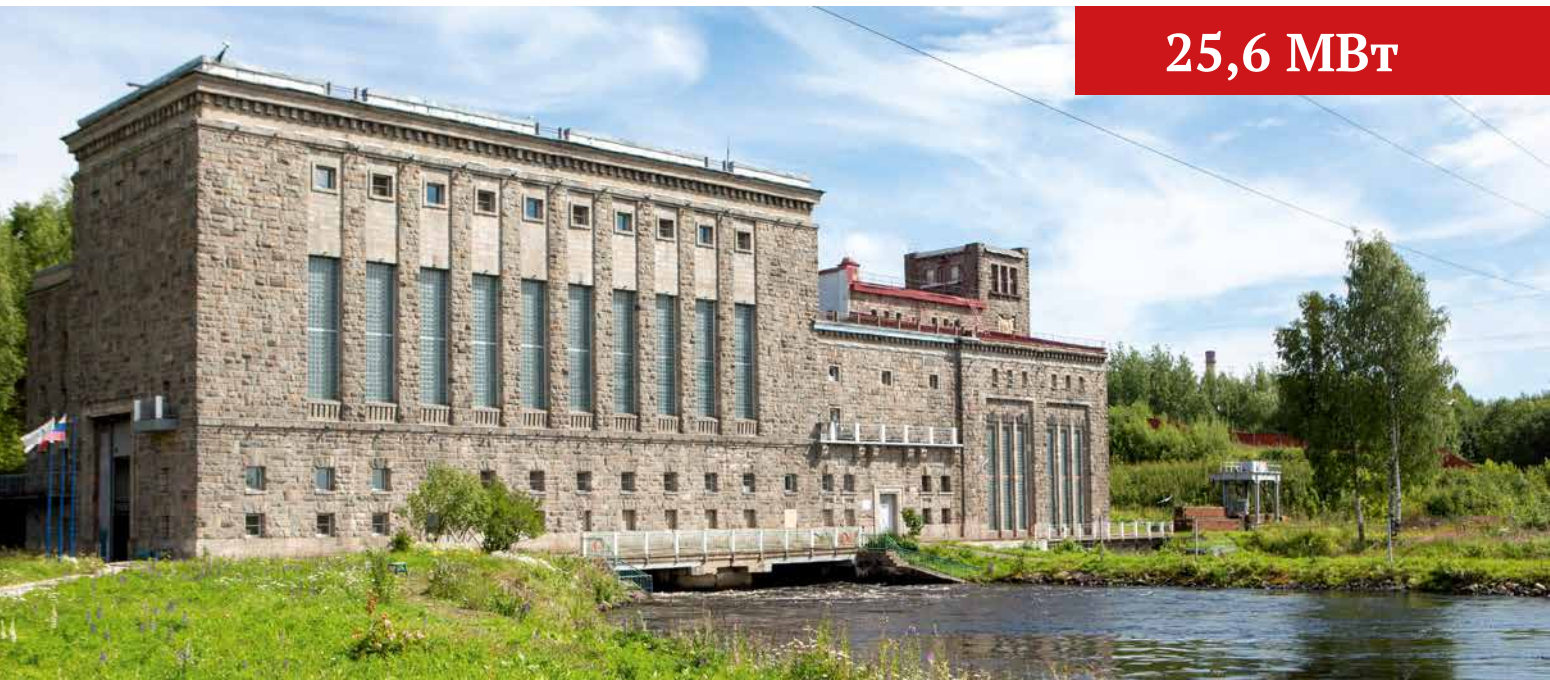
### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×13 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотно-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	11,5

\* Земляная плотина.

\*\* Фактически максимальный сбросной расход ограничен 950 м<sup>3</sup>/с по условиям неподтопления жилой застройки г. Кандалаки.

\*\*\* Фактически по условиям обеспечения работы водозабора в г. Полярные Зори — 2,06 км<sup>3</sup>.



25,6 МВт

## Кондопожская ГЭС

Кондопожская ГЭС расположена в Кондопожском районе Республики Карелия, в г. Кондопога и является нижней ступенью каскада ГЭС на р. Суна. Одна из старейших гидроэлектростанций России: строительство Кондопожской ГЭС было начато в 1916 г. Кондопожская ГЭС входит в состав ПАО «ТТК-1».

В годы Первой мировой войны в Кондопожской волости началась подготовка строительства завода азотной кислоты, необходимой для производства пороха. Для энергоснабжения завода было предусмотрено строительство Кондопожской ГЭС, проект которой, принятый в 1915 г., разработал инженер Г.О. Графтио. Строительство ГЭС началось в 1916 г., но в конце 1917 г. в связи с началом Гражданской войны было прекращено, и в 1919 г. оборудование было эвакуировано. К этому моменту был выполнен значительный объем подготовительных работ.

К проекту строительства Кондопожской ГЭС вернулись в 1921 г.: 26 апреля Совнарком РСФСР принял постановление, санкционирующее строительство в г. Кондопоге целлюлозно-бумажного комбината и гидроэлектростанции. Позже строительство ГЭС было включено в план ГОЭЛРО. Строительные работы развернулись в 1923 г., пуск первой очереди станции (два гидроагрегата мощностью 4 МВт и 1,5 МВт) состоялся 29 января 1929 г. Строительство второй очереди Кондопожской ГЭС началось в 1932 г. с сооружения объектов переброски стока р. Суны. В 1936–1941 гг. было построено здание второй очереди Кондопожской ГЭС, к весне 1941 г. были смонтированы два гидроаг-

регата мощностью по 11 МВт, в результате мощность станции увеличилась до 27,5 МВт.

После начала Великой Отечественной войны оборудование ГЭС было частично демонтировано и эвакуировано. Удалось вывезти три из четырех гидроагрегатов (впоследствии они были смонтированы на каскаде Чирчикских ГЭС в Узбекистане), один гидроагрегат мощностью 1,5 МВт вывезти не удалось, и он был взорван отступавшими советскими войсками. С ноября 1941 г. по июнь 1944 г. станция находилась на оккупированной финскими войсками территории. Восстановительные работы начались уже в 1944 г., в 1947 г. были пущены новые гидроагрегаты второй очереди, в 1951 г. — гидроагрегат первой очереди. В 1994–1995 гг. деревянные напорные трубопроводы второй очереди были заменены на металлические.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Кондопожская ГЭС представляет собой деривационную гидроэлектростанцию с подводящей деривацией в виде канала, использующую перепад высот между Сандальским водохранилищем и Онежским озером. Станция использует сток о. Сандал, а также большую часть стока р. Суны, перебрасываемого в Пальеозеро и далее в о. Сандал через Пальеозерскую ГЭС. В состав сооружений Кондопожской ГЭС входят дамбы «Навда» и «Сопоха», деривационный канал с головным сооружением, станционный узел. Дамба «Навда» земляная, отсыпана из песка, имеет глиняный экран. Длина дамбы 1500,0 м, максимальная высота — 5,4 м, формиру-

ет транзитное Пальеозерское водохранилище с НПУ 72,5 м, площадью 109 км<sup>2</sup> и полезным объемом 158,5 млн м<sup>3</sup>. Дамба «Сопоха» земляная, отсыпана из песка и супесей, имеет длину 1427,0 м и максимальную высоту 5,2 м. Дамба формирует Сандальское водохранилище, изначально имела холостой водосброс в р. Сандалку, но в настоящее время он засыпан.

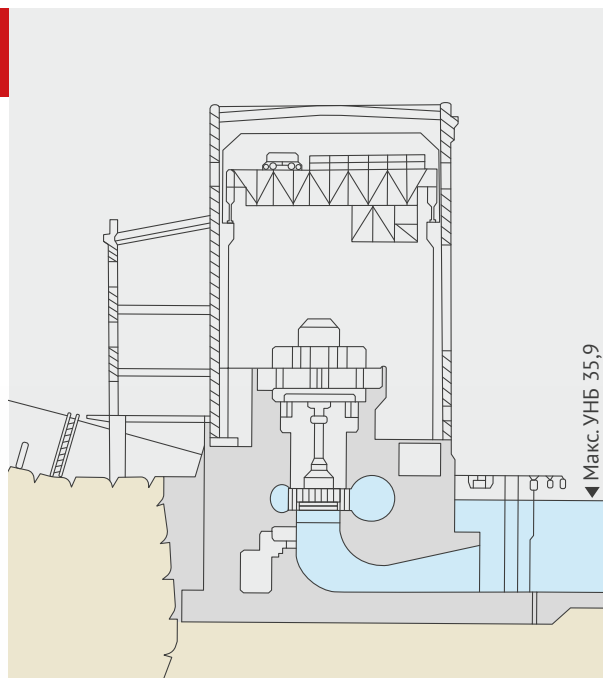
Деривационный канал имеет длину 1950,0 м, ширину по верху 34,0 м, максимальную пропускную способность 200 м<sup>3</sup>/с. В начальной части канала расположено головное сооружение, представляющее собой поверхностный водозабор с одним пролетом шириной 11,0 м. По устоям головного сооружения проходит железная дорога.

Станционный узел включает в себя напорный бассейн с водоприемником, напорные трубопроводы, холостой водосброс, здание ГЭС, отводящий канал. Напорный бассейн (аванкамера) расположен в конце деривационного канала, предназначен для накопления воды, подаваемой к гидроагрегатам ГЭС. В концевой части бассейна размещен глубинный водоприемник, слева от которого расположен холостой водосброс пропускной способностью 72 м<sup>3</sup>/с. Подвод воды к гидроагрегатам производится по напорным трубопроводам. Трубопроводы первой очереди ГЭС железобетонные, длиной 83,3 м. Трубопроводы второй очереди ГЭС металлические, имеют длину 92,0 м. В здании Кондопожской ГЭС размещены три гидроагрегата, оборудованных радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 28,0 м). Два из них вертикальные, мощностью по 10,7 МВт, и один — горизонтальный, мощностью 4,2 МВт.

Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в Онежское озеро по отводящему каналу. Выдача электроэнергии Кондопожской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 131 млн кВт·ч.



Напорные водоводы



### Кондопожская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	25,6
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	131
<b>Месторасположение:</b> Республика Карелия, Кондопожский район	
<b>Водный объект:</b> р. Суна, о. Сандал	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1929
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

#### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	5,2
<b>Длина по гребню, м</b>	1427,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	192

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	1780
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	298
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	185
<b>Отметка НПУ, м</b>	62,55

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×10,7; 1×4,2 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	28,0

\* Дамба «Сопоха».

\*\* Сандальское водохранилище.



## Пальеозерская ГЭС

Пальеозерская ГЭС расположена на р. Суне в Кондопожском районе Республики Карелия, возле пос. Гирвас и является верхней ступенью Сунского каскада ГЭС. Через сооружения станции производится переброска стока р. Суны в бассейн о. Сандал, что обеспечивает работу нижележащей Кондопожской ГЭС. Пальеозерская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

История проектирования и строительства Пальеозерской ГЭС тесно связана с нижней ступенью каскада, Кондопожской ГЭС. Проект Кондопожской ГЭС предусматривал переброску стока р. Суны в бассейн о. Сандал, в связи с чем в 1932 г. начались подготовительные работы на месте строительства.

К 1938 г. были построены дамбы «Навда», «Ваган» и «Койкары», а также Гирвасская плотина. Создан канал переброски воды из Гирвасского водохранилища в оз. Палье длиной более 3 км. Перепад на нем создавал возможность строительства ГЭС, в связи с чем «Ленгидэп» в 1934 г. начал проектирование новой станции. Было создано восемь вариантов использования гидропотенциала р. Суны, рассматривались различные места расположения станционного узла Пальеозерской ГЭС.

К подготовительному этапу строительства Пальеозерской ГЭС приступили в 1947 г., возведение основных сооружений было начато в 1950 г. По новому проекту была восстановлена разрушенная в годы войны Гирвасская плотина, нарощены и объединены в одно сооружения дамбы «Койкары», увеличена высота дамбы «Ваган», уровень Гирвасского водохранилища был

поднят на 2,0 м. Сооружен новый отводящий канал, причем значительная его часть была создана методом естественного размыва пород, что позволило сэкономить значительные средства. Пуск гидроагрегатов Пальеозерской ГЭС был произведен 5 декабря 1954 г. Строительные работы завершены в 1954–1955 гг.

Строительство Пальеозерской ГЭС позволило создать Сунский каскад ГЭС и довести степень использования гидроэнергетического потенциала р. Суны до 72%. Каскад Сунских ГЭС сыграл значительную роль в энергоснабжении Петрозаводско-Кондопожского промышленного узла.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Пальеозерская ГЭС представляет собой плотинно-деривационную гидроэлектростанцию с деривацией (в виде канала), использующей перепад высот между Гирвасским и Пальеозерским водохранилищами. В состав сооружений станции входят Гирвасская плотина, дамбы «Койкары» и «Ваган», деривационный и подводящий каналы, станционный узел (водоприемник, напорные водоводы, здание ГЭС, холостой водосброс, отводящий канал).

Гирвасская плотина общей длиной 232,0 м состоит из глухой земляной и водосливной бетонной частей. Глухая часть представлена двумя насыпными дамбами, правобережной и левобережной. Водосливная часть представляет собой гравитационную бетонную плотину длиной 102,8 м и высотой 13,5 м. Плотины оснащены донным и поверхностным водосбросами.

Донный водосброс расположен у правого берега, имеет два водосбросных отверстия размером 6,5×4,8 м каждое. Отверстия оборудованы сегментными затворами. Поверхностный водосброс имеет пять отверстий размером 6,0×2,5 м каждое. По бычкам Гирвасской плотины проложен автодорожный мост.

Дамба «Койкары» формирует правый берег Гирвасского водохранилища в понижении местности. Дамба земляная, отсыпана из моренной супеси, длиной 623,0 м и высотой 10,17 м.

Подвод воды из водохранилища к зданию ГЭС осуществляется по открытому саморегулирующемуся деривационному каналу длиной 1200,0 м пропускной способностью 287 м<sup>3</sup>/с. На конечном участке он разделяется на подводящий канал ГЭС длиной 240,0 м и канал водосброса. Справа от деривационного канала отсыпана дамба «Ваган» из разнозернистых песков, длиной 1280,0 м и высотой 9,0 м.

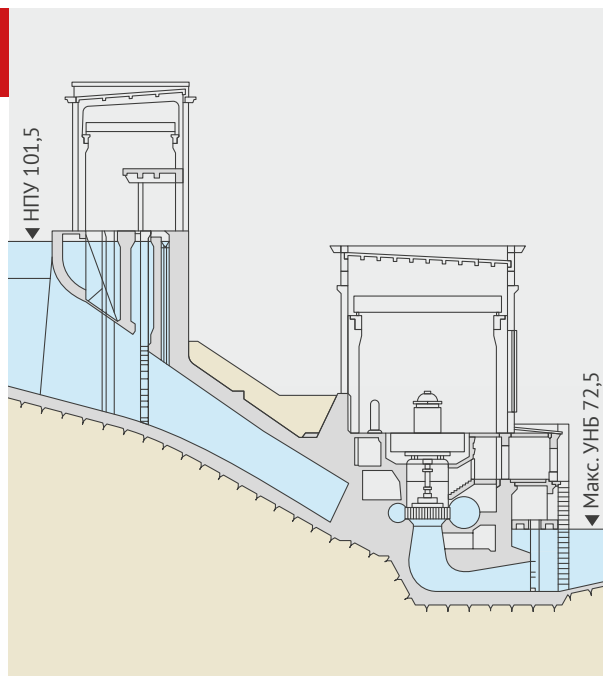
Напорный бассейн расположен в конце подводящего канала, оборудован глубинным водоприемником с двумя напорными приемными камерами. Подвод воды к гидроагрегатам производится при помощи двух железобетонных напорных трубопроводов длиной по 18,84 м. Слева от напорного бассейна расположен холостой водосброс, имеющий два водосбросных отверстия размером 8,0×4,0 м каждое с сегментными затворами, общей пропускной способностью 200 м<sup>3</sup>/с. Гашение энергии сбросного потока обеспечивают естественный скальный кратер и склон.

В здании Пальеозерской ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 12,5 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 28,2 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 4000,0 м, шириной 12,5–50,0 м.

Выдача электроэнергии ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 116 млн кВт·ч.



Машинный зал



## Пальеозерская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	25
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	116
<b>Месторасположение:</b> Республика Карелия, Кондопожский район	
<b>Водный объект:</b> р. Суна	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1954
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b> гравитационная бетонная	
<b>Максимальная высота, м</b>	13,5
<b>Длина по гребню, м</b>	102,8
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	942

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	122,4
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	62,2
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	27,7
<b>Отметка НПУ, м</b>	101,5

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×12,5 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	28,2

\* Водосливная бетонная плотина.



24,8 МВт

## Толмачевская ГЭС-2

Толмачевская ГЭС-2 расположена в Усть-Большерецком районе Камчатского края и является средней и наиболее мощной ступенью каскада ГЭС на р. Толмачева в 6,2 км от ее истока. Одна из новых гидроэлектростанций России: пущена в эксплуатацию в 2011 г. Толмачевская ГЭС-2 эксплуатируется ПАО «Камчатский газэнергетический комплекс».

Планы по строительству ГЭС на р. Толмачева возникли в начале 1990-х гг. Целью строительства каскада ГЭС было энергоснабжение изолированного от Центрального энергоузла Камчатки Усть-Большерецкого района, в особенности его рыбодобывающих предприятий. Река Толмачева весьма привлекательна для гидроэнергетического использования: вытекает из одноименного озера, которое является естественным регулятором ее стока, имеет значительное падение (около 300 м) на 15-километровом участке, а водопады в верхнем течении реки препятствуют прохождению лососевых рыб на нерест.

Институтом «Ленгидропроект» был спроектирован Толмачевский каскад ГЭС в составе трех станций: плотинной ГЭС-1 и деривационных ГЭС-2 и ГЭС-3. В истоке реки располагается плотинная ГЭС-1 мощностью 2 МВт, создающая водохранилище поднятием уровня о. Толмачева на 12,0 м, регулирующее сток реки в интересах всего каскада. Основная мощность и выработка каскада сосредоточены на высоконапорных деривационных ГЭС-2 и ГЭС-3.

Решение о необходимости строительства Толмачевских ГЭС было принято РАО «ЕЭС России» в 1993 г.

и подтверждено Правительством России в 1995 г. Возведение Толмачевского каскада, финансировавшееся изначально главным образом рыбодобывающими предприятиями, было начато в 1997 г. Уже в 1999 г. заработала ГЭС-1, а в 2000 г. — ГЭС-3. С 2001 г. в связи с введением Правительством РФ аукционов на морские биоресурсы инвестиции со стороны рыбодобывающих компаний резко сократились, что привело к затягиванию начавшегося в 2000 г. строительства ГЭС-2.

Достройка Толмачевской ГЭС-2 осуществлялась за счет средств федерального бюджета. В 2001 г. началась разработка котлована здания станции, в 2003–2006 гг. были возведены водосброс и водоприемник, в 2008–2010 гг. — плотина, в период 2002–2010 гг. — деривационный трубопровод. Гидроагрегаты станции пущены в эксплуатацию в 2011 г., а полностью строительство Толмачевской ГЭС-2 было завершено в 2013 г. Возможно дальнейшее развитие каскада ГЭС за счет строительства Толмачевской ГЭС-4 мощностью 10 МВт.

Толмачевские ГЭС с 2006 г. присоединены к Центральному энергоузлу Камчатки, обеспечивая покрытие пиковых нагрузок и позволяя тепловым и геотермальным станциям работать в оптимальных режимах.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Толмачевская ГЭС-2 является деривационной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя плотину, водосброс, водоприемник, подводную деривацию, здание ГЭС и отводящий канал.

Плотина грунтовая, насыпная, длиной 67,0 м и максимальной высотой 10,0 м. Создает небольшое водохранилище, обеспечивающее забор воды в деривацию. Водосброс примыкает справа к плотине и слева к водоприемнику, перед водосбросом расположен подводящий канал длиной 70,0 м, общий для него и водоприемника. Водосброс по конструкции поверхностный, двухпролетный, нерегулируемый. Пропускная способность 33,6 м<sup>3</sup>/с при ФПУ 607,0 м и 52,2 м<sup>3</sup>/с при ФПУ 607,5 м (поверочный расчет). С левой стороны, в общем массиве водосброса, предусмотрен шугосброс шириной 1,5 м с порогом ниже НПУ на 1,0 м. Концевой участок водосброса выполнен в виде быстротока длиной около 80,0 м в скальной выемке. Водоприемник прилонного типа, открытый, поверхностный, имеет два водоприемных отверстия.

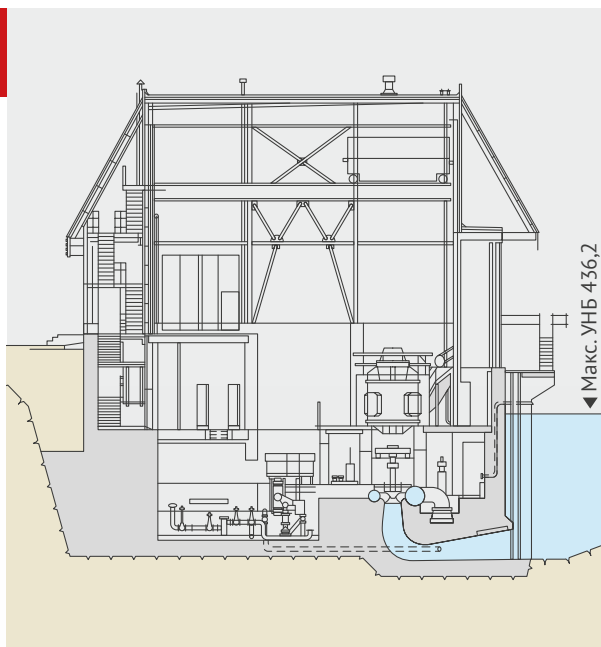
Деривация закрытая, состоит из металлических деривационного и напорного трубопроводов. Деривационный трубопровод имеет длину 2613,0 м и диаметр 3,0 м, напорный трубопровод — длину 1144,0 м и диаметр 2,5 м. В конечной части трубопровод раздваивается для подачи воды на оба гидроагрегата.

В расположенном на левом берегу реки здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 12,4 МВт, оборудованные радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 163,0 м) и холостыми водовыпусками. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 65,0 м.

Выдача электроэнергии Толмачевской ГЭС-2 в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Проектная среднесуточная выработка электроэнергии составляет 87,6 млн кВт·ч, фактическая за период эксплуатации — 35,51 млн кВт·ч.



Строительство Толмачевской ГЭС-2



## Толмачевская ГЭС-2

<b>Установленная мощность, МВт</b>	24,8
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	87,6*
<b>Месторасположение:</b>	Камчатский край, Усть-Большерецкий район
<b>Водный объект:</b>	р. Толмачева
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2010
<b>Схема создания напора:</b>	деривационная

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	10,0
<b>Длина по гребню, м</b>	67,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	51,2**

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	0,0005
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	0
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,0165
<b>Отметка НПУ, м</b>	605,5

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×12,4 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	163,0

\* Проектная. Фактическая — 35,51 млн кВт·ч.

\*\* При ФПУ 607,5 м. При НПУ пропуск воды только через гидроагрегаты с расходом 17,6 м<sup>3</sup>/с.



23,8 МВт

## Широковская ГЭС

Широковская гидроэлектростанция расположена на р. Косье в Пермском крае, вблизи пос. Широковский. Самая мощная гидроэлектростанция России из числа ГЭС, строительство которых было начато в годы Великой Отечественной войны. Широковская ГЭС эксплуатируется ПАО «Т Плюс».

В начале Великой Отечественной войны на Урал было эвакуировано большое количество промышленных предприятий. Они остро нуждались в электроэнергии. Одним из путей решения проблемы энергообеспечения было использование гидроэнергетических ресурсов региона, в связи с чем уже в 1941 г. Институт «Гидропроект» начал изучение рек Урала с целью строительства гидроэлектростанций. К осени 1942 г. была подготовлена программа строительства на Урале одиннадцати средних и малых ГЭС общей мощностью 100 МВт с вводом их в действие в 1943 г.

5 ноября 1942 г. было подписано постановление Государственного комитета обороны СССР «О строительстве средних и малых гидроэлектростанций первой очереди на реках Урала», санкционировавшее возведение Широковской ГЭС.

Подготовительные работы по возведению станции были начаты в конце 1942 г. Строительство станции, порученное НКВД, велось силами заключенных, мобилизованных немцев Поволжья, а также с 1944 г. — отозванных из армии калмыков. С января 1943 г. началось строительство основных сооружений Широковской ГЭС, которое осуществлялось преимущественно вручную. Из-за нехватки рабочей силы, техники и материа-

лов, плохой организации труда строительство станции затянулось, сроки сдачи ее в эксплуатацию неоднократно переносились.

Проект станции, разработанный Институтом «Гидропроект», неоднократно перерабатывался. Осенью 1943 г. было решено отказаться от берегового водосброса и заменить его на русловую водосливную плотину, что в три раза снижало трудоемкость работ. Весной 1944 г. отказались от монтажа турбины Лесогорской ГЭС (уже доставленный на площадку строительства агрегат был эвакуирован в Ленинградскую область) в пользу двух новых агрегатов. Одновременно было решено увеличить высоту плотины.

Первый гидроагрегат Широковской ГЭС пущен в декабре 1947 г., второй — 29 апреля 1948 г. В постоянную эксплуатацию Широковская ГЭС была принята 16 июня 1949 г. с мощностью 28 МВт (два гидроагрегата по 14 МВт). Впоследствии мощность станции снизилась до 23,8 МВт.

В ходе эксплуатации ГЭС неоднократно модернизировалась. В 1974–1989 гг. в связи с незатухающими деформациями были произведены реконструкция и усиление каменно-набросной плотины. В 2007 и 2013 гг. заменены рабочие колеса гидротурбин.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Широковская ГЭС представляет собой плотинную гидроэлектростанцию с интегрированным в напорный фронт зданием ГЭС. Сооружения гидроузла включают в себя каменно-набросную плотину, водосливную



бетонную плотину, здание ГЭС, левобережную сопрягающую плотину.

Каменно-набросная плотина образует большую часть напорного фронта гидроузла, имеет длину 278,0 м и максимальную высоту 40,0 м. Противофильтрационный элемент выполнен в виде деревянно-битумного экрана из трех слоев еловых досок. В ходе реконструкции и усиления плотины нижняя часть ее центральной зоны была замята песком, в верхней части плотины выполнена цементация. Кроме того, были произведены цементация откосов берм и бетонирование гребня плотины.

Левобережная сопрягающая плотина железобетонная контрфорсно-силосного типа с засыпкой силосов гравийно-щебенистой массой. Длина плотины составляет 77,0 м.

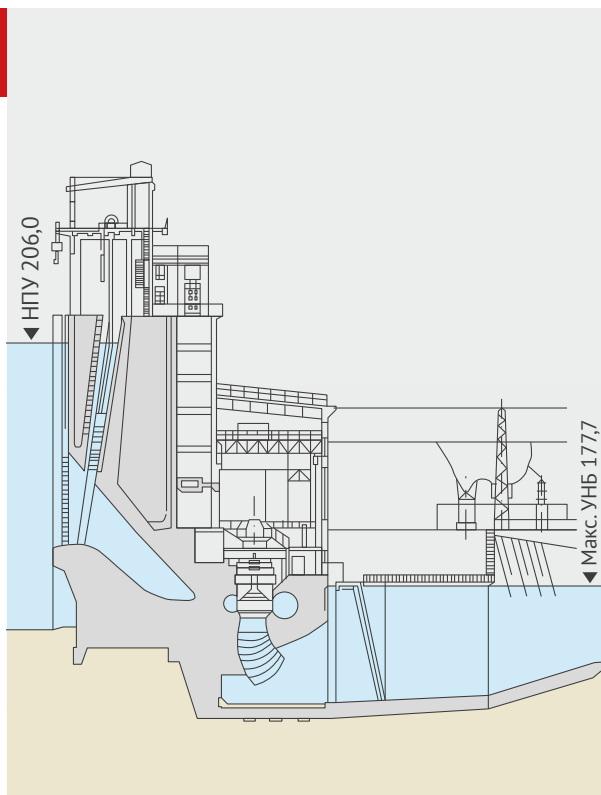
Водосливная плотина железобетонная, имеет оригинальную контрфорсно-ящичную конструкцию. Полости внутри плотины заполнены камнем и гравийно-щебенистой массой. Длина плотины — 44,0 м, высота 34,0 м. Плотина имеет четыре водосливных пролета общей пропускной способностью 1400 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 2080 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

Здание Широковской ГЭС входит в состав напорного фронта. От основания до отметки дна водоводов здание ГЭС выполнено в виде единого бетонного массива, выше — в виде контрфорсно-силосной конструкции с заполнением силосов камнем. В здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 11,9 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 29,3 м).

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 99,4 млн кВт·ч.



Машинный зал



## Широковская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	23,8
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	99,4
<b>Месторасположение:</b> Пермский край, Губахинский район	
<b>Водный объект:</b> р. Косьва	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1947
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	40,0
<b>Длина по гребню, м</b>	278,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	1520

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	526
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	363
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	40,8
<b>Отметка НПУ, м</b>	206,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×11,9 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	29,3



## Гизельдонская ГЭС

Гизельдонская ГЭС расположена на р. Гизельдон (приток реки р. Терек) в Республике Северная Осетия — Алания, возле с. Кобан. Построенная по плану ГОЭЛРО Гизельдонская ГЭС является старейшей действующей станцией Северного Кавказа и одной из старейших ГЭС в России. Гизельдонская ГЭС по состоянию на начало 2018 г. самая высоконапорная (289 м) среди ГЭС России и является наиболее мощной российской ГЭС с ковшовыми гидротурбинами. Большая часть оборудования гидроэлектростанции находится в эксплуатации с момента ее пуска — более 70 лет. ГЭС входит в состав Северо-Осетинского филиала ПАО «РусГидро».

Первоначально для создания мощной ГЭС в плане ГОЭЛРО рассматривалась р. Терек, имеющая большое падение в районе Дарьяльского ущелья, поэтому в плане было предусмотрено строительство Дарьяльской ГЭС мощностью 40 МВт. Однако выяснилось, что Дарьяльская ГЭС требует слишком больших капитальных затрат, в связи с чем техническая комиссия «Главэлектр» СССР приняла решение отказаться от строительства Дарьяльской ГЭС и включить в план Гизельдонскую ГЭС.

Первым идею строительства ГЭС на р. Гизельдон выдвинул житель с. Даргавс Павел Тауразович (Циппу) Байматов. Он с 1908 г. вел наблюдения за стоком р. Гизельдон, составляя графики расхода воды, обращался в различные инстанции с предложением о строительстве ГЭС. Байматов принимал самое активное участие в изысканиях и строительстве Гизельдонской ГЭС.

В 1923–1924 гг. створ предполагаемой ГЭС был ис-

следован экспертной комиссией, началось проектирование станции. 2 марта 1927 г. проект ГЭС был утвержден и сооружение Гизельдонской ГЭС началось 13 сентября 1927 г. Первоочередным этапом строительства было сооружение деривационного тоннеля, которое велось вручную, а также с широким использованием взрывчатки.

Со значительными трудностями проходило сооружение плотины. Идея сооружения плотины на завале Кахты-Сар была отклонена из-за сомнений в его недостаточной прочности. Первоначальным проектом предусматривалось сооружение 50-метровой плотины перед завалом, что значительно удорожало проект. Дальнейшие исследования позволили обосновать сооружение плотины на порогах завала. Строительство станционного узла началось в сентябре 1929 г. и дважды прерывалось сходами оползней по трассе напорного водовода, что потребовало переработки проекта. В итоге все трудности были успешно преодолены, и в 1934 г. станция начала вырабатывать электроэнергию, став первой крупной гидроэлектростанцией на Северном Кавказе.

Осенью 1942 г., с приближением фронта, возникла угроза захвата ГЭС немецкими войсками. Было принято решение о демонтаже части оборудования и вывозе его в Туркмению. Были демонтированы и к концу октября 1942 г. эвакуированы два гидроагрегата и другое оборудование. Бои с немецкими войсками шли в непосредственной близости от ГЭС, поэтому основные сооружения станции были подготовлены к взры-

ву. Неоднократно станцию бомбила немецкая авиация, однако нарушить функционирование объектов она не смогла. В ноябре 1943 г. началось восстановление ГЭС: эвакуированное оборудование было возвращено и восстановлено.

По состоянию на начало 2018 г. планируется модернизация станции, предусматривающая полную замену устаревшего оборудования и ремонт основных сооружений.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

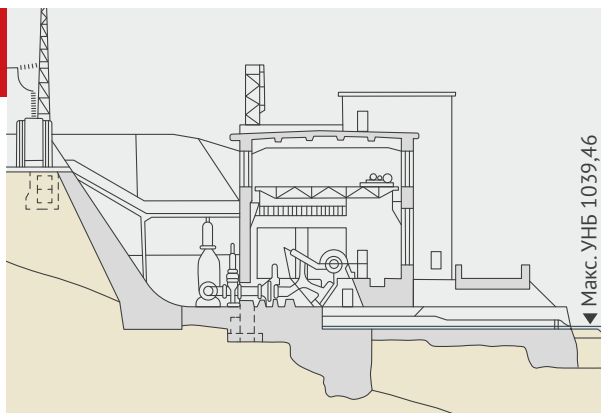
Гизельдонская ГЭС является высоконапорной деривационной гидроэлектростанцией. Большая часть напора на гидроагрегатах создается подводящей деривацией, и лишь небольшая часть (около 10 м) — плотиной. Конструктивно сооружения станции разделяются на три части: головной узел, деривация и станционный узел.

Головной узел расположен на р. Гизельдон, предназначен для забора воды в деривацию, очистки ее от наносов, а также создания небольшого водохранилища для суточного регулирования. Включает в себя каменно-набросную плотину с экраном из глины и водоприемник башенного типа, совмещенный с водосбросом и донным водовыпуском. Деривация состоит из тоннеля длиной 2487,0 м, уравнивательной шахты и наклонной штольни. Станционный узел включает в себя напорный трубопровод со зданием затворов, здание ГЭС, отводящий канал.

В здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 7,6 МВт с горизонтальными двухколесными ковшовыми турбинами (расчетный напор 289,0 м). Перед турбинами расположены шаровые затворы. Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ.



Рабочие колеса турбин



### Гизельдонская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	22,8
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	53,4
<b>Месторасположение:</b> Республика Северная Осетия — Алания, Пригородный район	
<b>Водный объект:</b> р. Гизельдон	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1934
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	21,5
<b>Длина по гребню, м</b>	210,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	100

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	0,595
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	0,17
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,075
<b>Отметка НПУ, м</b>	1351,07

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×7,6 МВт
<b>Тип турбин:</b> ковшовые	
<b>Расчетный напор, м</b>	289,0



Машинный зал



22 МВт



## Межшлюзовая ГЭС

Межшлюзовая ГЭС расположена на р. Волге в Волгоградской области, вблизи г. Волжский. Входит в состав сооружений Волгоградского гидроузла. Основной задачей станции является энергетическое использование воды, сбрасываемой для привлечения рыбы к судоходным шлюзам. Межшлюзовая ГЭС эксплуатируется ФБУ «Администрация Волго-Донского бассейна внутренних водных путей».

6 августа 1950 г. было принято постановление Совета Министров СССР о сооружении Сталинградской

ГЭС (современной Волжской ГЭС). Проектное задание станции мощностью 185 МВт (17 гидроагрегатов) было утверждено 3 мая 1952 г. Подготовительные работы в створе Сталинградской ГЭС были начаты в 1950 г., первый бетон на строительстве был уложен 5 сентября 1954 г. Учитывая, что напорные сооружения гидроузла перекрывали нерестовые ходы осетровых рыб, в техническом проекте станции предусматривалось сооружение рыбоподъемника.

В 1957 г. в ходе экспериментальных работ и наблюдений на Цимлянской ГЭС и Усть-Маньичском гидроузле было установлено, что идущая на нерест рыба при определенной скорости течения воды заходит в подходные каналы и шлюзы, после чего вместе со шлюзующимися судами попадает в верхний бьеф. Учитывая важное рыбохозяйственное значение р. Волги, было принято решение обеспечить проход рыбы через Сталинградский (ныне Волгоградский) гидроузел не только через рыбоподъемник, но и через судоходные шлюзы. Для этого в период массового хода рыбы на нерест необходимо было обеспечить постоянный сброс воды в нижний подходный канал шлюзов, чтобы создать необходимую для привлечения рыбы скорость течения. Пропуск рыбы намечалось производить как во время шлюзований судов, так и специальным шлюзованием рыбы. С целью энергетического использования сбрасываемой для привлечения рыбы воды в 1958 г. Институтом «Гидропроект» было разработано проектное задание Межшлюзовой ГЭС. К этому времени строительство судоходных шлюзов гидроузла уже



Отводящий лоток ГЭС

близилось к завершению, что естественным образом ограничило варианты компоновки новой ГЭС. Межшлюзовая ГЭС была построена в очень сжатые сроки: строительство станции было начато в 1959 г., гидроагрегаты пущены уже в 1961 г.

К настоящему времени оборудование Межшлюзовой ГЭС отработало более 50 лет. Проводятся работы по его модернизации, в частности заменена система возбуждения гидрогенераторов.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Сооружения Межшлюзовой ГЭС интегрированы в конструкцию судоходных шлюзов Волгоградского гидроузла и располагаются между камерами шлюзов. Станция выполнена по деривационному типу, с подводящей и отводящей деривацией. В состав сооружений входят водозабор, подводящий канал, здание ГЭС, отводящий канал и водосброс.

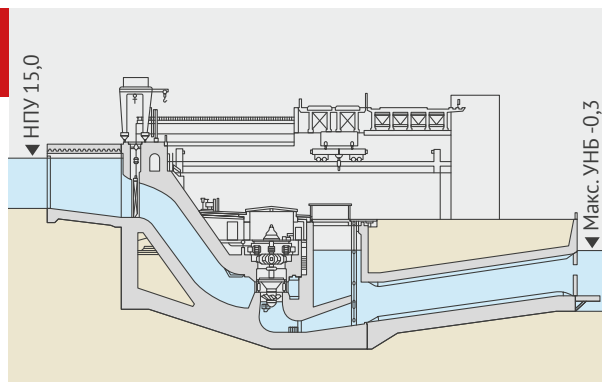
Водозабор выполнен в виде двух прямоугольных железобетонных труб, проходящих в верхней части средних устоев верхних голов шлюзов. Подводящий канал расположен между верхними головами шлюзов, представляет собой прямоугольный бетонный лоток длиной 263,7 м и шириной 11,0 м. С водозабором канал соединяется при помощи двухчочковой железобетонной трубы прямоугольного сечения, длиной 40,0 м.

Здание Межшлюзовой ГЭС руслового типа находится между средними головами шлюзов. В щитовой стенке здания ГЭС расположены два водоприемника пропускной способностью 80 м<sup>3</sup>/с каждый, представляющие собой железобетонные трубы прямоугольного сечения, проходящие в массиве стенки. Водоприемники оборудованы плоскими аварийно-ремонтными затворами.

В здании ГЭС расположены два гидроагрегата мощностью по 11 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 17,0 м). Особенностью здания являются съемные железобетонные колпаки, служащие крышей для генераторов. Трансформаторная подстанция находится на левом берегу за шлюзами и соединена с генераторами кабельной перемычкой (из семи кабелей) длиной 185,0 м.

Отработавшая в гидротурбинах вода через двухчочковую железобетонную трубу длиной 32,0 м сбрасывается в бетонированный отводящий канал-лоток трапециoidalного сечения длиной 271,7 м и шириной 9,2 м. Отводящий канал завершается водосбросом в нижний подходной канал судоходных шлюзов.

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится по одной линии электропередачи напряжением 110 кВ на подстанцию «Зеленая» ПАО «МРСК Юга». Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 135 млн кВт·ч.



### Межшлюзовая ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	22
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	135
<b>Месторасположение:</b> Волгоградская область, г. Волжский	
<b>Водный объект:</b> р. Волга	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1961
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Использует напорные сооружения Волгоградского гидроузла</b>	
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	160*

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Использует Волгоградское водохранилище

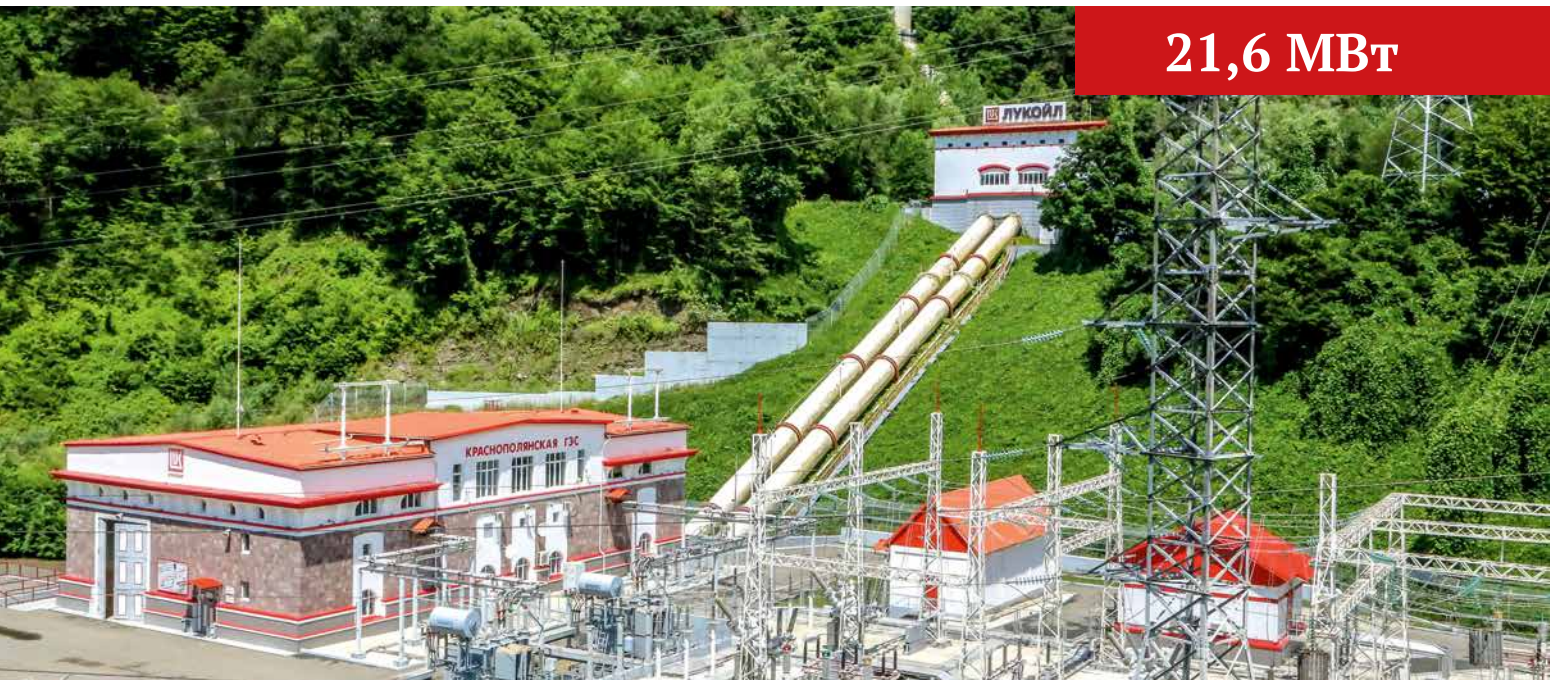
### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×11 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастные	
<b>Расчетный напор, м</b>	17,0

\* Расход через гидроагрегаты Межшлюзовой ГЭС без учета пропускной способности Волжской ГЭС.



Подводящий лоток ГЭС



**21,6 МВт**

## Краснополянская ГЭС

Краснополянская ГЭС расположена на р. Мзымте в Адлерском районе г. Сочи, у пос. Красная поляна в Краснодарском крае. Она является единственной гидроэлектростанцией на Черноморском побережье Кавказа и играет важную роль в обеспечении надежности энергоснабжения. Краснополянская ГЭС эксплуатируется ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго».

Первая попытка строительства гидроэлектростанции в районе г. Сочи была предпринята в 1936 г. с началом возведения ГЭС на р. Сочи мощностью 10 МВт. Реализовать этот проект не удалось, в 1938 г. строительство было остановлено из-за плохих технико-экономических показателей. В качестве альтернативы были начаты проектно-изыскательские работы на р. Мзымте, прерванные войной.

Сразу после окончания Великой Отечественной войны было решено вернуться к вопросу обеспечения курортной зоны дешевой электроэнергией. Строительство Краснополянской ГЭС началось в 1946 г., контролировалось лично И.В. Сталиным и велось ударными темпами. В возведении станции участвовало более 2 тыс. человек, включая немецких военнопленных. Активно использовалось вывезенное из Германии трофейное оборудование. Первый пуск в июне 1949 г. оказался неудачным — разорвало правую нитку напорного трубопровода и затопило машинный зал. Станция была в короткие сроки восстановлена и в 1950 г. введена в эксплуатацию. ГЭС неоднократно реконструировалась, к настоящему времени заменен напорный трубопровод, в 1974–1976 гг. были заменены рабо-

чие колеса гидротурбин и направляющие аппараты. В 2005 г. введена в работу малая ГЭС на р. Бешенка, входящая с Краснополянской ГЭС в единый комплекс. В 2012–2014 гг. было полностью реконструировано распределительное устройство, отремонтированы здания и гидротехнические сооружения.

Краснополянская ГЭС играет важную роль в энергоснабжении г. Сочи, обеспечивая подачу электроэнергии ключевым потребителям в аварийных ситуациях. Так, станция оказалась единственным объектом генерации в сочинском энергоузле, сохранившим работоспособность в условиях аварийных отключений электроэнергии в 2007 г.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Краснополянская ГЭС представляет собой деривационную электростанцию. Сооружения гидроэлектростанции разделяются на головной узел, деривацию с бассейном суточного регулирования, станционный узел.

Головной узел расположен на р. Мзымте, выполняет функцию забора воды в деривацию и очистки ее от наносов. Включает в себя земляную насыпную плотину длиной 96,7 м и максимальной высотой 11,3 м, водосливную плотину, совмещенную с водоприемником, трехкамерный отстойник с грязеспуском, два соединительных лотка. Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 28,6 м, имеет два водосливных пролета шириной по 12,0 м. В устоях водосливной плотины размещены три водозаборных отверстия, из ко-

торых вода через соединительный лоток поступает в отстойник и далее через второй соединительный лоток длиной 98,0 м — в деривацию. Головной узел образует небольшое водохранилище площадью 0,03 км<sup>2</sup> и полным объемом 0,03 млн м<sup>3</sup>.

Деривация пропускной способностью 32 м<sup>3</sup>/с закрытая, состоит из безнапорной и напорной частей. Безнапорная часть представлена тоннелем длиной 650,0 м, завершающимся напорным бассейном. Напорная часть представлена открытым металлическим одноструйным трубопроводом длиной 2750,0 м и диаметром 3,2 м. Трубопровод берет начало в напорном бассейне, трасса пересекает р. Мзымту по мосту-акведуку.

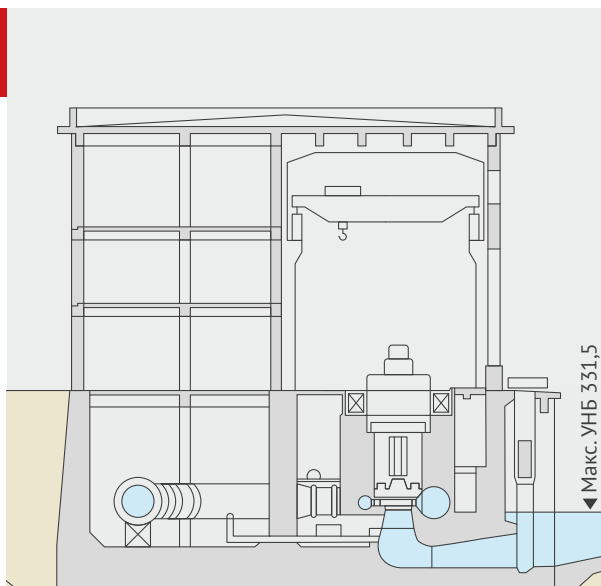
С напорным трубопроводом соединен бассейн суточного регулирования (БСР) полезной емкостью 0,346 млн м<sup>3</sup>. В БСР через малую ГЭС перебрасывается сток р. Бешенки, что увеличивает выработку электроэнергии Краснополянской ГЭС. В концевой части напорный трубопровод имеет развилку на два трубопровода, один из которых соединяет его с уравнительным резервуаром (башней) диаметром 10,0 м и высотой 30,0 м, а другой — со зданием дроссельных затворов. В здании затворов берет начало двухструйный металлический турбинный водовод, подводящий воду к зданию ГЭС.

В здании Краснополянской ГЭС размещены четыре гидроагрегата с радиально-осевыми турбинами, из которых три находятся в эксплуатации (расчетный напор 110,0 м). Два гидроагрегата имеют мощность 7,3 МВт и один — 7 МВт. Еще один гидроагрегат мощностью 7,3 МВт в 2016 г. выведен из эксплуатации. Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 128,0 м и далее в р. Мзымта.

Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 110 кВ. Среднеголетняя выработка электроэнергии составляет 166,3 млн кВт·ч.



Сооружения головного узла



## Краснополянская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	21,6
<b>Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч</b>	166,3
<b>Месторасположение:</b> Краснодарский край, г. Сочи	
<b>Водный объект:</b> р. Мзымта	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1949
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	11,3
<b>Длина по гребню, м</b>	96,7
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	752

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	0,346
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	0,084
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,05
<b>Отметка НПУ, м</b>	439,8

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>		1×7; 2×7,3 МВт**
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые		
<b>Расчетный напор, м</b>	110,0	

\* Бассейн суточного регулирования.

\*\* Без учета четвертого гидроагрегата, выведенного из эксплуатации в 2016 г.



18,4 МВт



## Толмачевская ГЭС-3

Толмачевская ГЭС-3 расположена в Усть-Большерецком районе Камчатского края и является нижней ступенью каскада ГЭС на р. Толмачева в 10,3 км от ее истока. Одна из гидроэлектростанций России, полностью спроектированных и построенных в постсоветский период. Толмачевская ГЭС-3 эксплуатируется ПАО «Камчатский газознергетический комплекс».

Планы по строительству ГЭС на р. Толмачева возникли в начале 1990-х гг. Целью строительства каскада ГЭС было энергоснабжение изолированного от Центрального энергоузла Камчатки Усть-Большерецкого района, в особенности его рыбодобывающих предприятий. Река Толмачева весьма привлекательна для гидроэнергетического использования: вытекает из одноименного озера, которое является естественным регулятором ее стока, имеет значительное падение (около 300,0 м) на 15-километровом участке, а водопады в верхнем течении реки препятствуют прохождению лососевых рыб на нерест.

Институтом «Ленгидропроект» был спроектирован Толмачевский каскад ГЭС в составе трех станций: плотинной ГЭС-1 и деривационных ГЭС-2 и ГЭС-3. В истоке реки располагается плотинная ГЭС-1 мощностью 2 МВт, создающая путем поднятия уровня о. Толмачева на 12,0 м водохранилище, регулирующее сток реки в интересах всего каскада. Основная мощность и выработка каскада сосредоточена на высоконапорных деривационных ГЭС-2 и ГЭС-3.

Решение о необходимости строительства Толмачевских ГЭС было принято ПАО «ЕЭС России» в 1993 г.

и утверждено Правительством России в 1995 г. Возведение Толмачевского каскада, финансировавшееся изначально главным образом рыбодобывающими предприятиями, было начато в 1997 г. Уже в 1999 г. заработала ГЭС-1, а в 2000 г. — ГЭС-3. В 2006 г. была введена в эксплуатацию ВЛ-110 кВ, соединившая Толмачевские ГЭС с Центральным энергоузлом Камчатки. Строительство ГЭС-2 в связи с недостаточным финансированием затянулось, станция была введена в эксплуатацию только в 2011 г. Возможно дальнейшее развитие каскада за счет строительства Толмачевской ГЭС-4 мощностью 10 МВт.

В настоящее время доля каскада в энергосистеме Камчатского края составляет 7,1% по мощности и 3,2% по выработке. Электростанции каскада ГЭС позволяют сглаживать суточные пиковые нагрузки в энергосистеме, а также оперативно замещать выбывающие мощности других энергопроизводителей при авариях без привлечения дополнительных резервных мощностей на ТЭС. Работа ГЭС способствует снижению топливных затрат и повышению энергоэффективности использования генерирующего оборудования тепловых электростанций.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Толмачевская ГЭС-3 является деривационной гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя головной узел (плотина и водосброс), деривацию и станционный узел (здание гидроэлектростанции и отводящий канал).



Плотина грунтовая, насыпная, длиной 85,0 м и максимальной высотой 18,0 м, создает небольшое водохранилище, обеспечивающее забор воды в деривацию. Водосброс поверхностный, нерегулируемый, с порогом на отметке НПУ. Пропускная способность водосброса 33,6 м<sup>3</sup>/с при ФПУ 434,5 м и 52,2 м<sup>3</sup>/с при ФПУ 435,0 м (поверочный расчет).

Деривация состоит из деривационного канала длиной 840,0 м, рассчитанного на расход 18 м<sup>3</sup>/с, водоприемника и металлического напорного трубопровода длиной 2700,0 м и диаметром 2,5 м. В конечной части трубопровод раздваивается для подачи воды на оба гидроагрегата.

В расположенном на левом берегу ручья Ключевого (приток р. Толмачева) здании ГЭС размещены два гидроагрегата мощностью по 9,2 МВт, оборудованные радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 122,0 м).

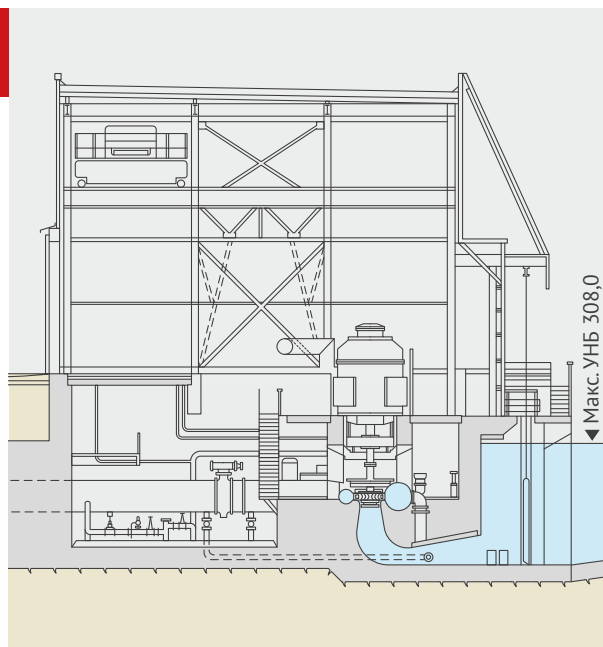
Выдача электроэнергии Толмачевской ГЭС-3 в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Проектная среднесуточная выработка электроэнергии составляет 65,4 млн кВт·ч, фактическая за период эксплуатации — 26,13 млн кВт·ч.



Водоприемник



Машинный зал



## Толмачевская ГЭС-3

Установленная мощность, МВт	18,4
Среднесуточная выработка, млн кВт·ч	65,4*
Месторасположение:	Камчатский край, Усть-Большерецкий район
Водный объект:	р. Толмачева
Год пуска первого гидроагрегата	2000
Схема создания напора:	деривационная

### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	18,0
Длина по гребню, м	85,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	51,2**

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	0,0682
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	0
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	0,0153
Отметка НПУ, м	433,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	2×9,2 МВт
Тип турбин:	радиально-осевые
Расчетный напор, м	122,0

\* Проектная. Фактическая — 26,13 млн кВт·ч.

\*\* При ФПУ 434,5 м. При НПУ пропуск воды только через турбины с расходом 17,6 м<sup>3</sup>/с.



## Юшкозерская ГЭС

Юшкозерская ГЭС расположена в Калевальском районе Республики Карелия и является верхней, регулирующей ступенью каскада ГЭС на р. Кемь. Наименее мощная станция каскада. Юшкозерская ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

Создание регулирующего водохранилища с гидроэлектростанцией в верховьях р. Кемь рассматривалось с 1950-х гг. проектными организациями. В 1967 г. Институтом «Ленгидропроект» было составлено проектное задание Юшкозерской ГЭС. Строительство станции началось после пуска Подужемской ГЭС.

Подготовительные работы на строительстве Юшкозерской ГЭС начали проводить в 1971 г., земляные

работы на основных сооружениях стартовали в июне 1972 г. Станция строилась вахтовым методом, одновременно с ГЭС возводилась инженерная защита пос. Калевала. По первоначальным планам первый гидроагрегат планировалось пустить в 1975 г., но большая загруженность предприятий по производству гидросилового оборудования привела к существенному затягиванию сроков строительства. Первый гидроагрегат был введен в эксплуатацию 17 марта 1980 г., второй гидроагрегат — 24 августа того же года.

Юшкозерская ГЭС создала крупное водохранилище, включившее в себя озера Верхнее, Среднее и Нижнее Куйто. При этом была затоплена действовавшая с 1950-х гг. лесосплавная Юряхминская ряжевая плотина, в обход сооружений которой был проложен канал энергорасчисток длиной 470,0 м и шириной 45,0 м. Юшкозерская ГЭС ведет регулирование стока в интересах всего Кемского каскада ГЭС, повышая выработку электроэнергии на нижележащих станциях. Строительство Юшкозерской ГЭС оказало значительное влияние на развитие Калевальского района: населенные пункты района получили надежное энергоснабжение, а также была построена автодорога Калевала — Юшкозеро.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Юшкозерская ГЭС представляет собой низконапорную гидроэлектростанцию с русловым зданием ГЭС. Сооружения гидроузла включают в себя земляную, водобросную и водораздельную плотины, подводящий



*Вид с верхнего бьефа*

канал с дамбами, здание ГЭС, отводящий канал, канал энергорасчисток.

Земляная плотина перекрывает русло р. Кемь, находится на расстоянии около 500,0 м от здания ГЭС. Плотина отсыпана из камня и моренных суглинков, имеет длину 133,0 м и максимальную высоту 11,5 м.

Водосбросная бетонная плотина примыкает к зданию ГЭС, имеет длину 25,1 м и высоту 6,2 м. Плотина оборудована двумя водосливными пролетами шириной по 10,0 м, перекрываемыми сегментными затворами. Пропускная способность водосбросной плотины 494 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 520 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В здании ГЭС руслового типа размещены два гидроагрегата мощностью по 9 МВт с поворотно-лопастными турбинами (расчетный напор 8,5 м). Вода к зданию ГЭС поступает по подводящему каналу длиной 480,0 м, Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 180,0 м.

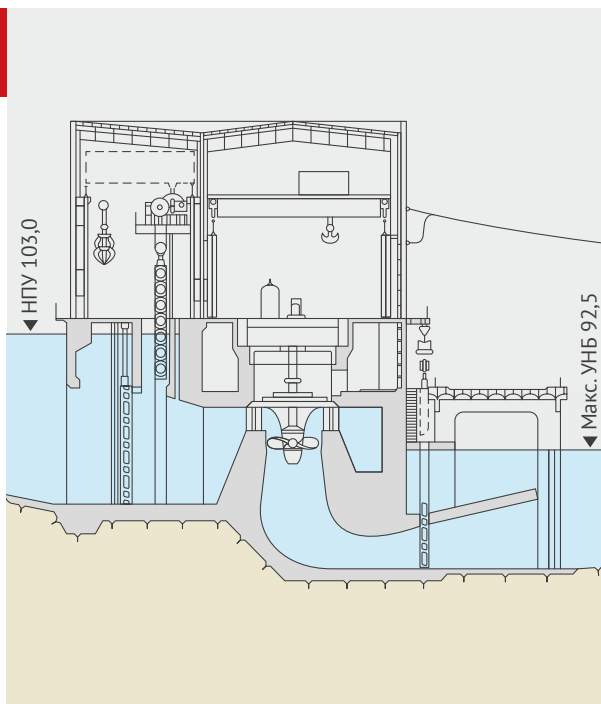
Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 85 млн кВт·ч.



Машинный зал



Пульт управления



## Юшкозерская ГЭС

Установленная мощность, МВт	18
Среднегодовая выработка, млн кВт·ч	85
Месторасположение:	Республика Карелия, Калевальский район
Водный объект:	р. Кемь
Год пуска первого гидроагрегата	1980
Схема создания напора:	плотинная

### ПЛОТИНА\*

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	11,5
Длина по гребню, м	133,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	736

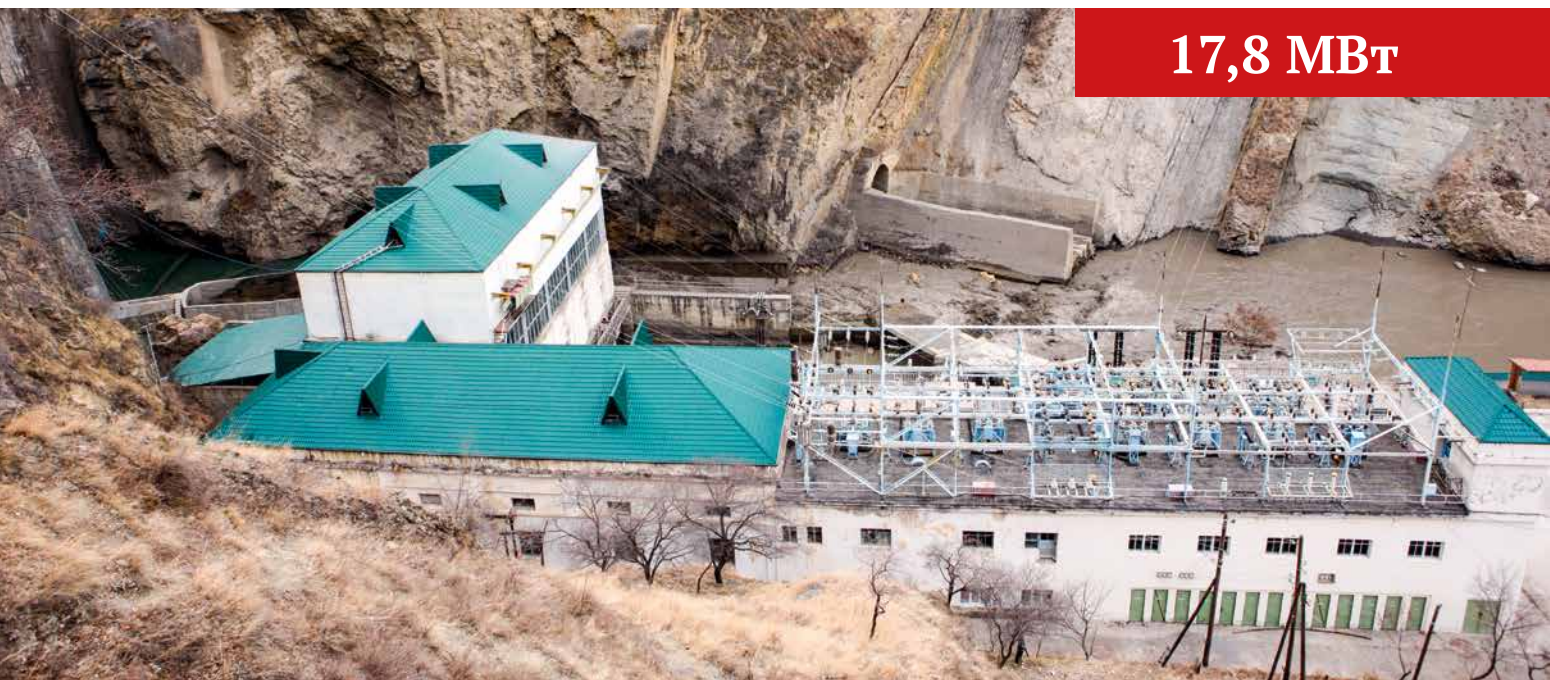
### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, км <sup>3</sup>	1,566
Объем полезный, км <sup>3</sup>	1,254
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	655
Отметка НПУ, м	103,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	2×9 МВт
Тип турбин:	поворотно-лопастные
Расчетный напор, м	8,5

\* Земляная плотина.

**17,8 МВт**

## Гергебильская ГЭС

Гергебильская ГЭС расположена на р. Каракойсу (в 14 км от ее устья) в Республике Дагестан, у с. Курми Гергебильского района. Старейшая гидроэлектростанция Дагестана, одна из двух ГЭС России с арочно-гравитационной плотиной. В 1990-х гг. станция была реконструирована со значительным увеличением мощности. Гергебильская ГЭС входит в состав Дагестанского филиала ПАО «РусГидро». Станции присвоено имя подводника, Героя Советского Союза М.И. Гаджиева.

В июне 1923 г. дагестанское правительство обратилось к председателю Госплана СССР Г.М. Кржижановскому с просьбой включить Дагестан в общий план электрификации России (ГОЭЛРО). В 1924 г. был разработан план электрификации Дагестана, предусматривавший строительство 18 электростанций. В первую очередь было решено приступить к строительству шести ГЭС. В 1926 г. исходя из экономических возможностей было принято решение о сооружении одной мощной гидроэлектростанции вместо пяти малых. После проведения изыскательских работ иностранными и отечественными специалистами для сооружения ГЭС был выбран створ на р. Каракойсу.

Поскольку в те годы отечественная гидротехническая школа не имела опыта создания высотных плотин, к разработке проекта станции были привлечены итальянские инженеры, которые спроектировали станцию с арочной плотиной.

Подготовительные работы по строительству станции начались в 1929 г. Первый куб бетона в сооружения

Гергебильской ГЭС был уложен в начале 1931 г. Вскоре во время горных разработок выяснилось, что скальные массивы ущелья, в которые должна была упираться плотина, имеют трещины. Это ставило под сомнение надежность конструкции плотины. Строительство было приостановлено, и после проведенных группой советских и иностранных инженеров исследований проект станции был переработан: конструкция плотины была изменена на арочно-гравитационную. В 1934 г. строительство ГЭС было возобновлено.

В марте 1937 г. было проведено пробное заполнение водохранилища, выявившее наличие течей по бетонным блокам, которые пришлось ликвидировать цементацией. Первый гидроагрегат пущен 19 июля 1938 г., 16 мая 1940 г. Гергебильская ГЭС была принята во временную эксплуатацию при мощности 4,2 МВт (три гидроагрегата по 1,4 МВт). В августе 1940 г. станция была, хотя и со значительными недоделками, сдана государственной комиссии.

Во время Великой Отечественной войны Гергебильская ГЭС обеспечивала энергоснабжение предприятий Дагестана. В 1946 г. введена в строй ЛЭП 35 кВ от станции до г. Махачкалы, что позволило организовать параллельную работу ГЭС и тепловых электростанций.

В 1956–1960 гг. станция прошла первую реконструкцию. Высота плотины была увеличена на два метра, порог водосброса — на один метр, были установлены сегментные затворы. Машинный зал расширили, и в нем были установлены три новых гидроагрегата: в 1957 г. гидроагрегат мощностью 0,5 МВт (ока-

зался неэффективным и был вскоре демонтирован) и в 1960 г. — два гидроагрегата мощностью по 1,66 МВт. В 1989–1992 гг. Гергебильская ГЭС прошла повторную реконструкцию. Были демонтированы три старых изношенных гидроагрегата, построено новое здание ГЭС с тремя гидроагрегатами мощностью по 5 МВт.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Гергебильская ГЭС является плотинной гидроэлектростанцией, при этом станционный узел реализован по деривационному типу с отдельно стоящими зданиями ГЭС и подводящей тоннельной деривацией. Сооружения ГЭС включают в себя плотину, эксплуатационный водосброс, правобережный водосброс-промывник, водоприемник, подводящую деривацию, два здания ГЭС.

Плотина бетонная, арочно-гравитационная, высотой 69,5 м и длиной 76,0 м. Левобережный эксплуатационный тоннельный водосброс с поверхностным водосливом состоит из входного оголовка, безнапорного тоннеля длиной порядка 120,0 м и сбросного лотка длиной 25,0 м. Расход водосброса составляет 280 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

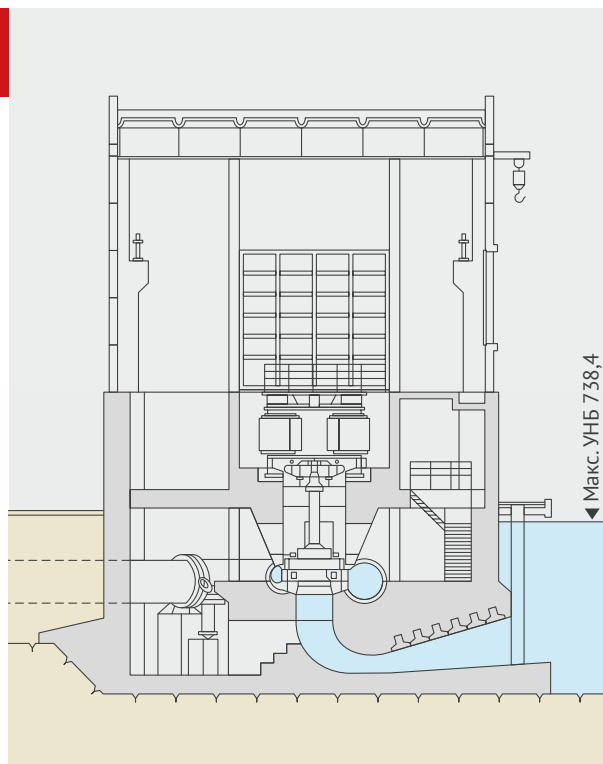
Правобережный водоприемник башенного типа является одновременно водозабором ГЭС и малого водосброса-промывника пропускной способностью 22 м<sup>3</sup>/с. Общая длина подводящей деривации к новому зданию ГЭС составляет 168,0 м.

Станция имеет два здания ГЭС деривационного типа, старое и новое. В старом здании размещены два горизонтальных гидроагрегата мощностью по 1,4 МВт, в новом — расположены три вертикальных гидроагрегата мощностью по 5 МВт. Гидроагрегаты оборудованы радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 44,0 м).

Выдача электроэнергии ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 35 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 61,5 млн кВт·ч.



Плотина



### Гергебильская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	17,8
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	61,5
<b>Месторасположение:</b> Республика Дагестан, Гергебильский район	
<b>Водный объект:</b> р. Каракойсу	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1938
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

#### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> бетонная арочно-гравитационная	
<b>Максимальная высота, м</b>	69,5
<b>Длина по гребню, м</b>	76,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	341

#### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	1,2
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	0,3
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,3
<b>Отметка НПУ, м</b>	787,48

#### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×5; 2×1,4 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	44,0

**15,9/14,4 МВт**

## Кубанская ГАЭС

Кубанская ГАЭС — гидроаккумулирующая электростанция у пос. Водораздельный Прикубанского района Карачаево-Черкесии, на Большом Ставропольском канале, является первой ГАЭС в СССР. Используется для сезонного регулирования воды в Большом Ставропольском канале, обеспечивая наполнение его водой в маловодный осенне-зимний период. Имеет оригинальную конструкцию: здание станции размещено на дне водохранилища. Входит в состав Каскада Кубанских ГЭС (группа Куршавских ГЭС), являясь его головной ступенью. Кубанская ГАЭС эксплуатируется филиалом ПАО «РусГидро» — «Каскад Кубанских ГЭС».

Проектное задание первой очереди Кубань-Каласусской системы (Большого Ставропольского канала) было утверждено в 1956 г. В проектном задании предполагалась самотечная система наполнения и сброса Кубанского водохранилища, однако в ходе дальнейших проработок было предложено изменить эту схему, сделав Кубанское водохранилище наливным, заполняемым и опорожняемым при помощи обратимой насосной станции (ГАЭС).

В ходе проектирования рассматривалось несколько вариантов размещения сооружений ГАЭС и их компоновки. Были проработаны варианты здания ГАЭС, совмещенного с холостым водосбросом, плавучего здания ГАЭС, здания ГАЭС без напорных трубопроводов, размещенного на берегу водохранилища в шахте. Принятый к реализации вариант был выбран по результатам технико-экономического сравнения и оценки удобства эксплуатации. Строительство Кубанской ГАЭС

началось в 1961 г., первый гидроагрегат пущен 1 декабря 1968 г., последний — в 1969 г.

Кубанская ГАЭС используется для сезонного регулирования стока в Большом Ставропольском канале с попутной выработкой электроэнергии. С мая по август ГАЭС работает в турбинном режиме, заполняя Кубанское водохранилище из канала и вырабатывая электроэнергию. За этот период через гидроагрегаты ГАЭС пропускается в среднем 292 млн м<sup>3</sup> воды, еще 166 млн м<sup>3</sup> проходит через водосброс. С сентября по апрель ГАЭС работает в насосном режиме, перекачивая воду из водохранилища в канал.

Кубанская ГАЭС является головной станцией в Каскаде Кубанских ГЭС. Обеспечивая сброску водохранилища в маловодный период, когда забор воды в Большой Ставропольский канал из р. Кубани резко снижается, ГАЭС обеспечивает выработку электроэнергии на нижележащих станциях каскада. Из Кубанского водохранилища по Кавминводскому групповому водоводу обеспечивается надежное водоснабжение г. Минеральные Воды, Железноводска, Ессентуки, Кисловодска, Пятигорска, Лермонтова и ряда других населенных пунктов. В настоящее время ведется модернизация Кубанской ГАЭС, предусматривающая полную замену устаревшего оборудования и ремонт основных сооружений.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Конструктивно Кубанская ГАЭС представляет собой средненапорную деривационную гидроаккумули-

рующую электростанцию с подводным зданием ГАЭС. Верхним бьефом ГАЭС является Большой Ставропольский канал, нижним — Кубанское водохранилище. Сооружения ГАЭС включают в себя земляную плотину Кубанского водохранилища, подводящий канал, здание ГАЭС, напорные трубопроводы, водоприемник, отводящий канал водоприемника, холостой водосброс, шлюз-регулятор с отводящим каналом, распределительное устройство. Ряд сооружений станции унифицированы с сооружениями других ГАЭС Каскада Кубанских ГАЭС.

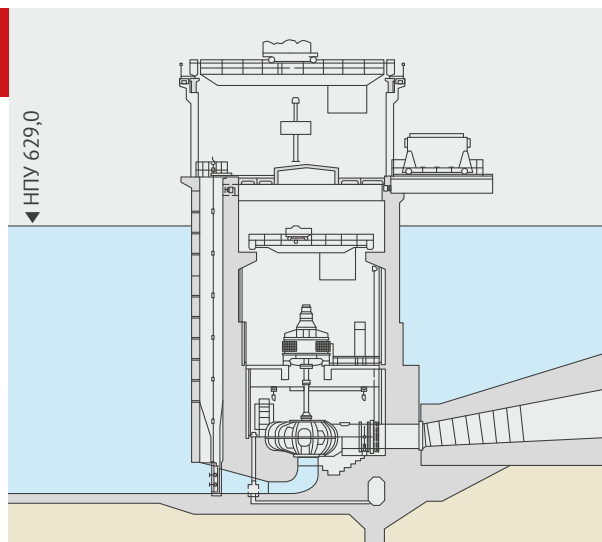
Плотина Кубанского водохранилища отсыпана из суглинков и глин, длина плотины — 6800,0 м, максимальная высота — 12,0 м. Холостой водосброс — консольного типа, служит для заполнения Кубанского водохранилища, а также для аварийного опорожнения головного участка Большого Ставропольского канала. Он является одним из крупнейших в России сооружений такого типа — длина лотка водосброса составляет 190,0 м, расчетная пропускная способность — 180 м<sup>3</sup>/с.

В здании ГАЭС, расположенном на дне водохранилища, размещены шесть обратимых гидроагрегатов мощностью по 2,65/2,4 МВт (в насосном и турбинном режимах соответственно). Гидроагрегаты оборудованы радиально-осевыми насос-турбинами (расчетный напор 24,0 м). Перед турбинами расположены дисковые затворы. Со стороны верхнего бьефа подвод воды производится по двум железобетонным напорным трубопроводам, каждый из которых в районе здания ГАЭС разводится на три обратимых агрегата.

Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 10,67 млн кВт·ч, потребление электроэнергии в насосном режиме — 46 млн кВт·ч.



Насос-турбины



## Кубанская ГАЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	15,9/14,4*
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	10,67
<b>Месторасположение:</b>	Карачаево-Черкесская Республика, Прикубанский район
<b>Водный объект:</b>	Большой Ставропольский канал
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1968
<b>Схема создания напора:</b>	деривационная

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	12,0
<b>Длина по гребню, м</b>	6800,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	180**

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*\*

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	587
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	474,8
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	50
<b>Отметка НПУ, м</b>	629,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	6×2,65/2,4 МВт*
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые
<b>Расчетный напор, м</b>	24,0

\* В турбинном/насосном режиме.

\*\* Пропускная способность холостого водосброса ГАЭС при НПУ.

\*\*\* Кубанское водохранилище, являющееся нижним бьефом ГАЭС.



## Сенгилеевская ГЭС

Сенгилеевская ГЭС расположена на 55 км Невинномысского канала, в Ставропольском крае, у пос. Приозерный. Совместно с Егорлыкской ГЭС, Егорлыкской ГЭС-2 и Новотроицкой ГЭС входит в Сенгилеевскую группу Каскада Кубанских ГЭС. Особенностью станции является отсутствие водосбросных сооружений, а также использование гидротурбин двух разных типов. Сенгилеевская ГЭС входит в состав филиала ПАО «РусГидро» — «Каскад Кубанских ГЭС». Не имея водохранилища, работает по водотoku, в базовой части графика нагрузок.

Строительство Сенгилеевской ГЭС в концевой части Невинномысского канала началось в 1949 г. после пуска вышележащей Свистухинской ГЭС. Первый гидроагрегат станции введен в работу в декабре 1953 г., на полную мощность ГЭС была выведена в 1954 г. На момент завершения строительства Сенгилеевская ГЭС являлась крупнейшей электростанцией Ставропольского края, ее работа имела большое значение для энергоснабжения населения и промышленных предприятий. Станцию отличает многолетняя эксплуатация различных по конструкции и мощности гидроагрегатов: два из них, с радиально-осевыми турбинами, — отечественного производства, и один, с поворотно-лопастной турбиной, — английский.

В 1995–1996 гг. на станции заменили гидротурбины, в 2006 г. — один из гидрогенераторов (английского производства). В 2009–2010 гг. были заменены трансформаторы. В рамках реализуемой ПАО «РусГидро» программы комплексной модернизации планируется

дальнейшая реконструкция ГЭС с заменой всего устаревшего оборудования и ремонтом сооружений.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Сенгилеевская ГЭС — средненапорная деривационная электростанция. Водохранилища и какие-либо аккумулярующие бассейны отсутствуют. Сооружения станции включают в себя головное сооружение деривационного канала, подводящий деривационный канал с ограждающей дамбой, шугомусороледосброс, водоприемник, деривационный трубопровод, уравнительный резервуар, напорные трубопроводы, здание ГЭС и отводящий канал.

Головное сооружение расположено в концевой части Невинномысского канала, предназначено для обеспечения подачи воды в деривационный канал. Конструктивно головное сооружение представляет собой четырехпролетный водоприемник, оборудованный ремонтными затворами. При необходимости осушения деривационного канала доступ воды в него перекрывается затворами головного сооружения, а поступающая по Невинномысскому каналу вода направляется через водосброс (не входит в состав сооружений ГЭС) в Сенгилеевское водохранилище.

Деривационный канал длиной 3940,0 м и максимальной пропускной способностью 45 м<sup>3</sup>/с выполнен в полувыемке-полунасыпи. Вдоль канала отсыпана ограждающая дамба максимальной высотой 4,5 м.

Водоприемник башенного типа, представляет собой круглую чашу, в центре которой расположен шахт-



ный водозабор. Забор воды производится через семь пролетов, расположенных по периметру водоприемника, которые оборудованы сороудерживающими решетками и цилиндрическими затворами. В массиве водоприемника находятся два отверстия мусорошуголедосброса — донное и поверхностное — пропускной способностью 8 м<sup>3</sup>/с каждое. Из отверстий вода поступает в бетонную трубу диаметром 1,5 м и длиной 162,0 м, а из нее — в открытый лоток длиной 1266 м, заканчивающийся консольным сбросом в русло р. Егорлык.

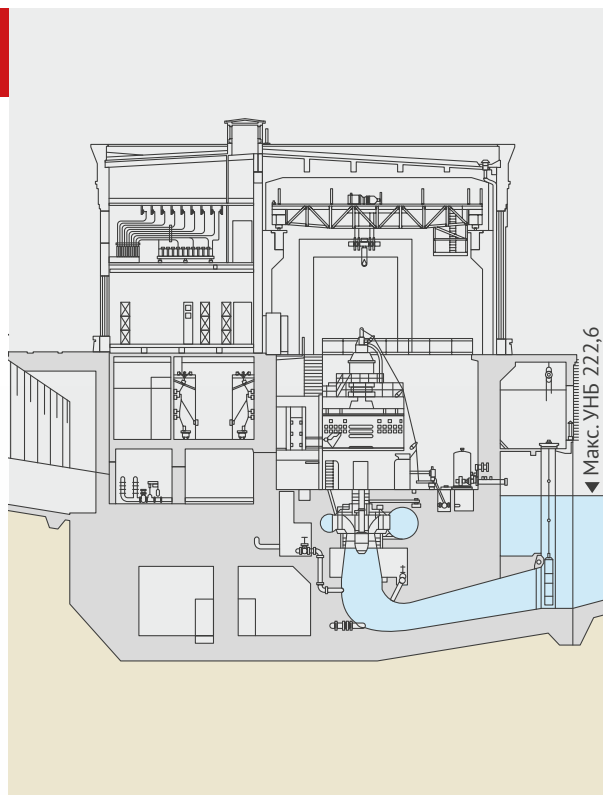
Из водоприемника вода поступает в железобетонный деривационный трубопровод длиной 1024,0 м, засыпанный грунтом. На начальном участке трубопровод имеет круглое сечение диаметром 4,44 м, далее — овальное. Трубопровод завершается металлическим уравнивающим резервуаром в виде башни высотой 33,7 м. В фундаменте резервуара находится разветвление деривационного трубопровода на напорные трубопроводы, за разветвлением размещены дисковые затворы. Три напорных турбинных трубопровода металлические, имеют диаметр 2,6 м и длину 125,0 м.

В здании ГЭС размещены три гидроагрегата. Два из них, мощностью по 4,5 МВт, оборудованы радиально-осевыми турбинами. Еще один гидроагрегат мощностью 6 МВт оборудован пропеллерной турбиной (расчетный напор 44,6 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 67,0 м.

Выдача электроэнергии Сенгилеевской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ (планируется замена на КРУЭ). Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 71,1 млн кВт·ч.



Водоприемник



## Сенгилеевская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	15
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	71,1
<b>Месторасположение:</b>	Ставропольский край, Шпаковский район
<b>Водный объект:</b>	Невинномысский канал
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1953
<b>Схема создания напора:</b>	деривационная

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	4,5
<b>Длина по гребню, м</b>	3940,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	45

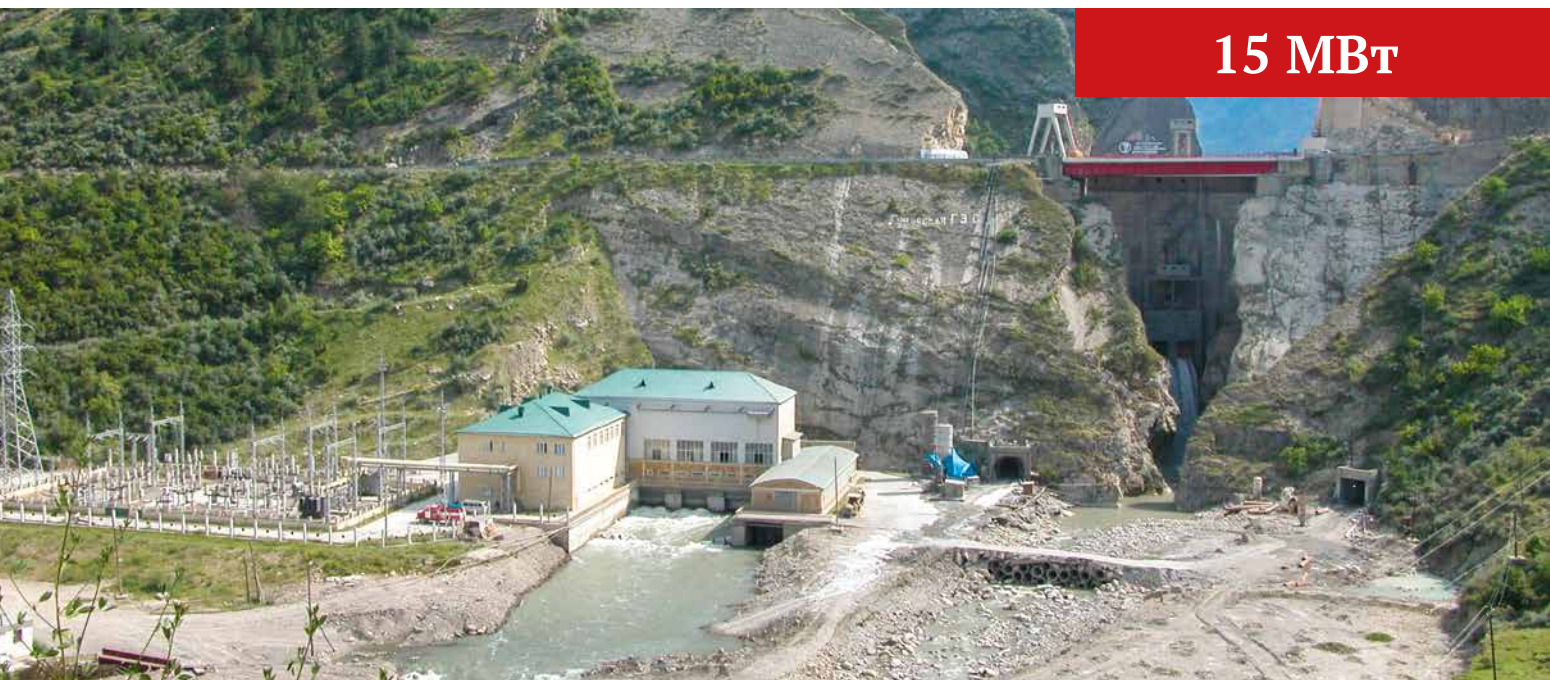
### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Водохранилище отсутствует

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	1×6; 2×4,5 МВт
<b>Тип турбин:</b>	радиально-осевые, пропеллерная
<b>Расчетный напор, м</b>	44,6

\* Ограждающая дамба деривационного канала.

**15 МВт**

## Гунибская ГЭС

Гунибская ГЭС расположена в Республике Дагестан, в Гунибском районе, является верхней ступенью каскада ГЭС на р. Каракойсу. Это одна из немногих гидроэлектростанций России с арочной плотиной. Станция полностью построена в постсоветский период. Гунибская ГЭС входит в состав Дагестанского филиала ПАО «РусГидро». Станции присвоено имя поэта Расула Гамзатова.

Впервые возможность гидроэнергетического использования р. Каракойсу выше Гергебильской ГЭС была рассмотрена в «Водно-энергетической схеме Северного Кавказа», разработанной в 1935 г. Согласно данной схеме, намечалось сооружение трех деривационных ГЭС общей мощностью 58 МВт. В 1970 г. была составлена «Схема использования рек Андийское и Аварское Койсу», в которой подробно рассматривалась схема использования р. Каракойсу, включавшая в себя три ГЭС: Магарскую, Боцадахскую и Гунибскую общей мощностью 120 МВт. В 1988 г. в работе «Уточнение схемы использования водотока р. Кара-Койсу» были подробно рассмотрены створы и параметры запланированных к строительству Магарского, Боцадахского, Гунибского и Курминского гидроузлов.

Технико-экономический расчет строительства Гунибского гидроузла был разработан в 1987 г. и утвержден в 1990 г. Проект Гунибской ГЭС разрабатывался с 1991 по 1996 г. В ходе проектирования были рассмотрены два варианта плотины (арочные с пробкой и глубинным водосбросом и без пробки с поверхностным водосбросом) и водоподводящего тракта (с раз-

дельным или совмещенным со строительным тоннелем расположением водовода).

Строительство Гунибской ГЭС началось в августе 1995 г. с подготовки базы строительства, дороги и инженерных коммуникаций. В 1996 г. были начаты работы по основным сооружениям гидроузла — строительному тоннелю и зданию ГЭС. В 1999 г. начато сооружение водоприемника, в 2001 г. завершено сооружение строительного тоннеля. На первом этапе строительства (1995–2001 гг.) финансирование работ осуществлялось в небольшом объеме и нерегулярно, что привело к значительному затягиванию сроков строительства.

С 2002 г. финансирование было значительно увеличено, что позволило в течение трех лет завершить строительство станции. 28 ноября 2002 г. р. Каракойсу была перекрыта насыпной перемычкой, сток реки перенаправлен в строительный тоннель. Под защитой перемычки началась разработка котлована плотины. В 2003 г. были завершены основные строительные работы по водоприемнику, зданию ГЭС, ОРУ, производственно-технологическому корпусу, начат монтаж гидросилового и электротехнического оборудования.

Бетонные работы по сооружению плотины начались в конце марта 2004 г. К сентябрю того же года был перекрыт строительный тоннель и наступил первый этап заполнения водохранилища. С этого момента пропуск воды осуществляется через эксплуатационный водосброс в теле плотины. 21 декабря 2004 г. состоялся пуск гидроагрегатов Гунибской ГЭС в промышлен-

ную эксплуатацию. Все строительные работы были завершены в 2005 г.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Гунибская ГЭС является плотинной гидроэлектростанцией, при этом ее станционный узел реализован по деривационному типу, с отдельно стоящим зданием ГЭС и подводящей тоннельной деривацией. Сооружения ГЭС включают в себя плотину с водосбросом, водоприемник, водоподводящий тракт, здание ГЭС.

Плотина бетонная арочная длиной 58,7 и высотой 73,3 м, состоит из арочной части высотой 33,3 м и пробки высотой 40,0 м. В пробке расположен эксплуатационный глубинный водосброс с двумя отверстиями, перекрываемыми плоскими затворами. Расход водосброса составляет 448,6 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

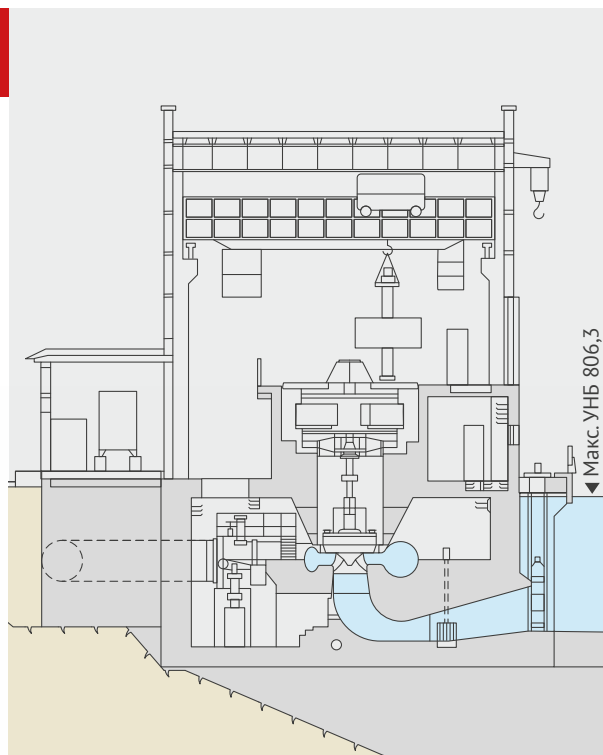
Водоприемник глубинный, однопролетный, расположен у правобережного примыкания плотины. За водоприемником располагается шахта глубиной 40,0 м круглого сечения, которая переходит в деривационный тоннель длиной 92,0 м, являющийся частью бывшего строительного тоннеля коробчатого сечения. В концевой части тоннель заделан бетонной пробкой, через которую проложен металлический трубопровод, завершающийся металлической развилкой, разделяющей поступающую воду между тремя гидроагрегатами.

В здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 5 МВт. Гидроагрегаты оборудованы радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 44,0 м). Перед турбинами установлены дисковые затворы.

Выдача электроэнергии Гунибской ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 57 млн кВт·ч.



Эксплуатационный водосброс



## Гунибская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	15
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	57
<b>Месторасположение:</b> Республика Дагестан, Гунибский район	
<b>Водный объект:</b> р. Каракойсу	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2004
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> бетонная арочная	
<b>Максимальная высота, м</b>	73,3
<b>Длина по гребню, м</b>	58,7
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	484

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	10,58
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	1,0
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,604
<b>Отметка НПУ, м</b>	858,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	3×5 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	44,0



## Головная Зарамагская ГЭС

Головная Зарамагская ГЭС расположена на р. Ардон (приток р. Терек) в Республике Северная Осетия — Алания, возле с. Нижний Зарамаг. Является частью сложного гидроэнергетического комплекса, включающего две взаимосвязанные электростанции: плотинную Головную ГЭС и деривационную Зарамагскую ГЭС-1 (по состоянию на начало 2018 г., находящуюся в процессе строительства). Головная Зарамагская ГЭС эксплуатируется Северо-Осетинским филиалом ПАО «РусГидро».

С 1966 по 1968 г. Институт «Гидропроект» на основе многолетних изысканий разработал «Схему использования водных ресурсов р. Ардон». Данной схемой предусматривалось создать каскад из трех ГЭС. В дальнейшем параметры отдельных ГЭС каскада неоднократно уточнялись, увеличилось и их число — появилась дополнительная ступень каскада, Головная ГЭС мощностью 35 МВт. ТЭО строительства Зарамагских ГЭС разрабатывалось с 1973 по 1974 г., технический проект был утвержден в 1979 г.

Первоначальный проект неоднократно корректировался. Так, в 1993 г. в целях уменьшения территории затопления отметка НПУ водохранилища была снижена на 40,0 м, что повлекло за собой снижение высоты плотины, мощности и выработки Головной ГЭС. В то же время сооружения и оборудование гидроузла позволяют довести параметры станции до первоначальных. Водоприемники водосброса и Головной ГЭС построены с учетом возможности работы на первоначальной отметке водохранилища, гидроагрегат Головной ГЭС

имеет значительный запас мощности, а конструкция плотины предусматривает возможность увеличения ее высоты.

Подготовительные работы по сооружению Зарамагских ГЭС начались в июне 1976 г., с 1979 г. началось возведение основных сооружений. Однако появились проблемы финансирования, материально-технического снабжения, организации работ, и строительство неоднократно приостанавливалось.

С 2001 г. финансирование было увеличено, что позволило активизировать строительные работы. Была выработана концепция опережающего сооружения Головной Зарамагской ГЭС. Наибольшая интенсивность строительно-монтажных работ была достигнута в 2006–2009 гг., что позволило 18 сентября 2009 г. осуществить пуск гидроагрегата. После окончания строительства в 2010 г. эксплуатационного водосброса возведение Головной Зарамагской ГЭС было в основном завершено. Усилия строителей теперь сконцентрировались на Зарамагской ГЭС-1, ввод в эксплуатацию которой намечен на конец 2018 г.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Головная Зарамагская ГЭС построена по плотинной схеме. Сооружения станции включают в себя плотину, эксплуатационный водосброс, водоприемник с напорным тоннелем, здание ГЭС.

Плотина грунтовая насыпная, максимальной высотой 50,0 м, отсыпана из галечно-гравелистых грунтов, имеет противодиффузионное ядро из супесчано-

щебенистых грунтов. Особенностью плотины является повышенная на 17,4 м по отношению к НПУ отметка гребня плотины, что обеспечивает ее безопасность в случае обрушения в водохранилище крупного оползня или обвала.

Эксплуатационный водосброс расположен на левом берегу, представляет собой наклонную башню с заглубленным под уровень водохранилища глубинным отверстием, оперирование которым производится канатным механизмом. Пропуск воды осуществляется через отводящий тоннель круглого сечения диаметром 5,0 м длиной 520,0 м. Тоннель переходит в железобетонный лоток-канал пролетом 8,0 м, предназначенный для сброса воды в р. Ардон.

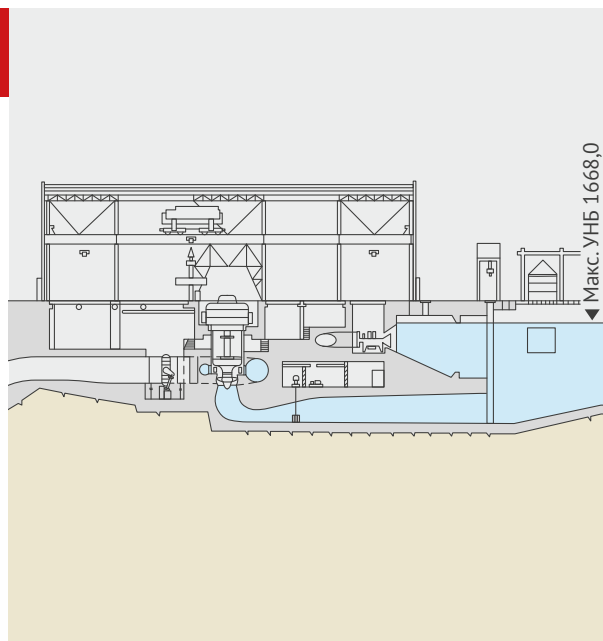
Вода к зданию Головной Зарамагской ГЭС и далее в деривацию Зарамагской ГЭС-1 подается через водоприемник и напорный тоннель, расположенные на правом берегу. Тоннель снабжен водовыпуском, выполняющим таким образом функцию дополнительного холостого водосброса с максимальной пропускной способностью 385 м<sup>3</sup>/с.

В здании ГЭС установлен гидроагрегат, оборудованный четырехлопастной поворотно-лопастной гидротурбиной с предтурбинным дисковым затвором. При расчетном напоре 18,6 м гидроагрегат развивает мощность 15 МВт. Особенностью гидроагрегата является возможность увеличения его мощности до 33 МВт при принятии решения об увеличении высоты плотины. В этом случае предусматривается реконструкция рабочего колеса с увеличением количества лопастей с четырех до восьми. Отработавшая в гидроагрегате вода сбрасывается в р. Ардон (после пуска Зарамагской ГЭС-1 она будет направляться в ее деривационный тоннель).

Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ.



Перекрытие русла реки Ардон в 2002 году



## Головная Зарамагская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	15
<b>Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч</b>	29,8
<b>Месторасположение:</b> Республика Северная Осетия — Алагирский район	
<b>Водный объект:</b> р. Ардон	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2009
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	50,0
<b>Длина по гребню, м</b>	277,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	255*

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	10,5
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	0,55
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	0,72
<b>Отметка НПУ, м</b>	1690,6

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	1 × 15 МВт
<b>Тип турбин:</b> поворотно-лопастная	
<b>Расчетный напор, м</b>	18,6

\* Пропускная способность строительно-эксплуатационного водосброса и гидроагрегата ГЭС при НПУ.

**14,2 МВт**

## Егорлыкская ГЭС-2

Егорлыкская ГЭС-2 расположена на р. Егорлык (в 359 км от ее устья) в Ставропольском крае, у пос. Левоегорлыкский Изобильненского района. Совместно с Сенгилеевской ГЭС, Егорлыкской ГЭС и Новотроицкой ГЭС входит в Сенгилеевскую группу Каскада Кубанских ГЭС. Является последней по времени строительства гидроэлектростанцией каскада. Егорлыкская ГЭС-2 эксплуатируется филиалом ПАО «РусГидро» — «Каскад Кубанских ГЭС».

Подпорное сооружение Егорлыкской ГЭС-2, плотина буферного водохранилища с водосбросными сооружениями, было построено в рамках проекта Егорлыкской ГЭС и введено в эксплуатацию в 1962 г.

Проект Егорлыкской ГЭС-2 предусматривает пристройку гидроэлектростанции к существующей плотине. Изначальным проектом предлагалось сооружение ГЭС мощностью 10,6 МВт с двумя гидроагрегатами различной мощности. Позднее проект был пересмотрен в сторону увеличения мощности станции и количества гидроагрегатов.

Строительство Егорлыкской ГЭС-2 было начато в 1995 г. и первоначально велось низкими темпами по причине недофинансирования работ. С 2006 г. финансирование было увеличено и работы активизированы, что позволило пустить станцию и завершить ее строительство в 2011 г.

Особенностью Егорлыкской ГЭС-2 является использование воды двух рек: естественного стока р. Егорлык и части стока р. Кубань, перебрасываемого в р. Егорлык по Невинномысскому каналу. После строитель-

ства канала р. Егорлык из мелководной, практически пересыхающей летом реки превратилась в достаточно многоводный поток. Располагаясь на буферном водохранилище, Егорлыкская ГЭС-2 работает в базовой части графика нагрузки. Помимо выработки электроэнергии важной функцией станции является предотвращение размыва русла р. Егорлык и заиления Новотроицкого водохранилища.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Егорлыкская ГЭС-2 является низконапорной плотинно-деривационной гидроэлектростанцией, при этом напорно-станционный узел конструктивно реализован по типу деривационной станции. Большая часть напора создается посредством плотины. Сооружения ГЭС включают в себя плотину, два водосброса, подводящий канал с водозаборным ковшом, водоприемник, напорные трубопроводы, здание ГЭС, отводящий канал.

Плотина отсыпана из глинистых грунтов, ее длина составляет 1015,0 м, максимальная высота — 18,0 м. На плотине располагаются два водосброса — консольный и щелевой (донный). Консольный водосброс длиной 110,0 м является основным, его пропускная способность составляет 75 м<sup>3</sup>/с. Водосброс состоит из оголовка, лотка-быстротока и консольной части. Оголовок однопролетный, оборудован сегментным затвором. Щелевой (донный) водосброс пропускной способностью 65 м<sup>3</sup>/с представляет собой трубу длиной 98,0 м и диаметром 3,3 м, оборудованную затворами как на входе, так и на выходе. Водосброс выполнен

из железобетона за исключением концевой участка, представляющего собой консольную металлическую трубу с щелевыми прорезями для лучшего гашения энергии потока.

Водозаборный ковш длиной 227,0 м переходит в подводящий канал длиной 468,0 м. С правого берега канала отсыпана дамба максимальной высотой 6,0 м. В конце канала расположен водоприемник башенного типа, рассчитанный на расход 84 м<sup>3</sup>/с. Водоприемник четырехпролетный, пролеты перекрываются плоскими аварийно-ремонтными затворами. Напорный трубопровод металлический, четырехниточный длиной 92,0 м при диаметре 3,0 м. На случай разрыва одного из трубопроводов имеется аварийный сбросной канал длиной 66,0 м.

В здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата мощностью по 3,55 МВт. Гидроагрегаты оборудованы радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 16,75 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 425,0 м.

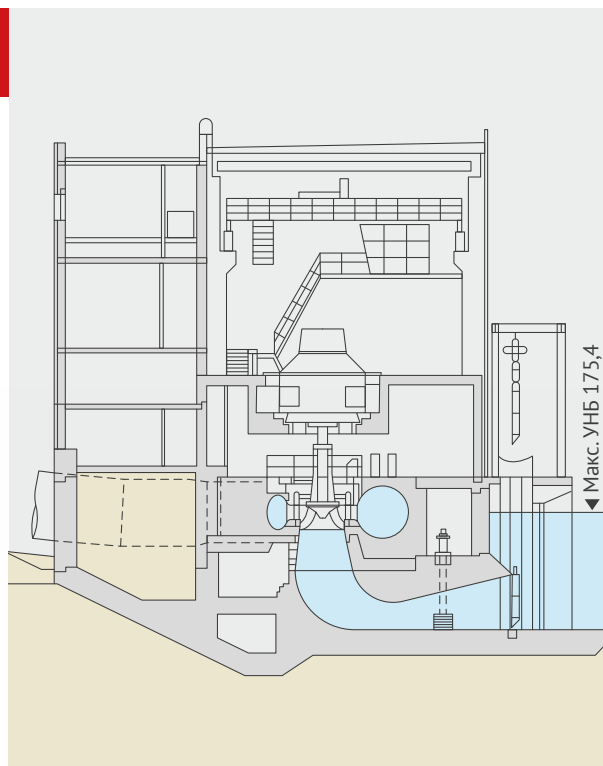
Выдача электроэнергии станцией в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднеголетняя выработка электроэнергии составляет 31 млн кВт·ч.



Водоприемник и водоводы



Консольный водосброс



## Егорлыкская ГЭС-2

Установленная мощность, МВт	14,2
Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч	31
<b>Месторасположение:</b> Ставропольский край, Изобильненский район	
<b>Водный объект:</b> р. Егорлык	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	2011
<b>Схема создания напора:</b> плотинно-деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Тип плотины:</b> грунтовая	
<b>Максимальная высота, м</b>	18,0
<b>Длина по гребню, м</b>	1015,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	224

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

<b>Объем полный, млн м<sup>3</sup></b>	4,58
<b>Объем полезный, млн м<sup>3</sup></b>	2,2
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1,57
<b>Отметка НПУ, м</b>	192,5

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	4×3,55 МВт
<b>Тип турбин:</b> радиально-осевые	
<b>Расчетный напор, м</b>	16,75



## Свистухинская ГЭС

Свистухинская ГЭС расположена у пос. Свистуха Кочубеевского района Ставропольского края, на 12 км Невинномысского канала. Совместно с ГЭС-3 и ГЭС-4 входит в Барсучковскую группу Каскада Кубанских ГЭС, являясь головной гидроэлектростанцией на Невинномысском канале и старейшей ГЭС р. Кубани. Особенностью конструкции гидроэлектростанции является отсутствие плотин и водохранилищ. Свистухинская ГЭС эксплуатируется филиалом ПАО «РусГидро» — «Каскад Кубанских ГЭС». Не имея водохранилищ, станция работает по водотoku в базовой части графика нагрузки.

Строительство Свистухинской ГЭС началось через год после разворота работ по сооружению Невинномысского канала — в 1937 г. До начала Великой Отечественной войны на стройплощадку доставили гидроагрегаты шведского производства, которые при приближении немецких войск были закопаны в степи. После отступления врага 11 февраля 1944 г. Государственный комитет обороны принял постановление о возобновлении строительства Невинномысского канала и Свистухинской ГЭС, оборудование было возвращено на стройплощадку. Фактически достройка станции была возобновлена в 1945 г. Строительство велось в две очереди: гидроагрегаты первой очереди введены в работу 10 августа 1948 г., второй — в 1954 г. Свистухинская ГЭС стала первой гидроэлектростанцией, заработавшей на воде р. Кубани.

В 1969 г. деревянные деривационные трубопроводы Свистухинской ГЭС были заменены на металлические.

В 1992–1994 гг. заменены устаревшие и изношенные гидротурбины станции, а в 1996–2001 гг. — гидрогенераторы. В 2005 г. введен в эксплуатацию новый холостой водосброс, необходимость строительства которого была вызвана расширением Невинномысского канала. В период 2011–2012 гг. заменены силовые трансформаторы. В настоящее время ведется модернизация Свистухинской ГЭС, предусматривающая полную замену устаревшего оборудования и ремонт основных сооружений.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Конструктивно Свистухинская ГЭС представляет собой низконапорную деривационную гидроэлектростанцию с подводящей деривацией. Сооружения станции включают в себя подводящий канал, два холостых водосброса, водоприемник с напорной камерой, двухниточный деривационный трубопровод, уравнильные резервуары, турбинные водоводы, здание ГЭС, отводящий канал.

Подводящий канал длиной 250,0 м служит для подачи воды к водоприемникам ГЭС и для обеспечения холостых сбросов. Свистухинская ГЭС имеет два холостых водосброса. Первый холостой водосброс, эксплуатирующийся со времени пуска станции, расположен слева от водоприемника ГЭС, имеет пропускную способность 75 м<sup>3</sup>/с. Он состоит из оголовка, быстротока длиной 386,0 м, водобойного колодца и отводящего канала. Оголовок однопролетный, оборудован плоским затвором. Второй холостой водосброс, введенный



в работу в 2005 г., расположен справа от водоприемника ГЭС, имеет пропускную способность  $135 \text{ м}^3/\text{с}$ . Он состоит из подводящего канала, оголовка, лотка-быстрохода длиной  $564,0 \text{ м}$ , водобойного колодца и отводящего канала. Оголовок двухпролетный, оборудован сегментными затворами.

Водоприемник ГЭС двухпролетный, один из пролетов имеет пропускную способность  $30 \text{ м}^3/\text{с}$ , второй —  $40 \text{ м}^3/\text{с}$ . Пролеты оборудованы плоскими затворами. Из водоприемника берет начало металлический двухниточный деривационный трубопровод, одна из ниток которого имеет длину  $327,0 \text{ м}$  и диаметр  $3,6 \text{ м}$ , вторая — длину  $334,0 \text{ м}$  и диаметр  $4,0 \text{ м}$ .

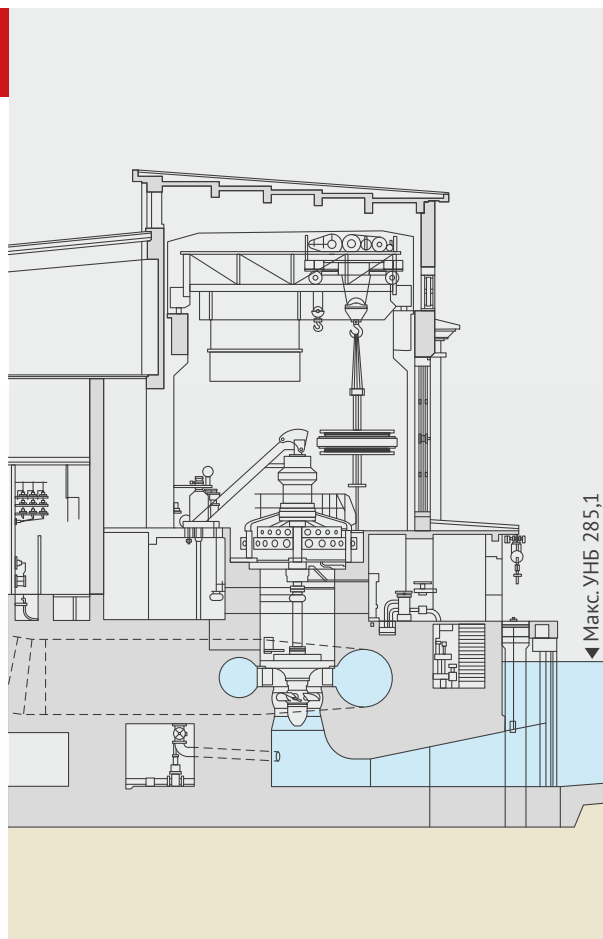
Деривационный трубопровод завершается двумя уравнительными резервуарами в виде башен. Первый резервуар имеет диаметр  $10,0 \text{ м}$  и высоту  $16,0 \text{ м}$ , второй — диаметр  $12,0 \text{ м}$  и высоту  $20,0 \text{ м}$ . Резервуары оборудованы отверстиями, перекрываемыми дисковыми затворами, из которых берут начало металлические напорные трубопроводы, служащие для подвода воды к турбинам. Напорные трубопроводы состоят из четырех ниток. Две нитки имеют длину по  $65,7 \text{ м}$  и диаметр  $2,5 \text{ м}$ , еще две нитки — длину по  $61,0 \text{ м}$  и диаметр  $2,8 \text{ м}$ .

В здании ГЭС размещены четыре гидроагрегата: два мощностью по  $2,5 \text{ МВт}$  и два по  $3,38 \text{ МВт}$ . Гидроагрегаты оборудованы пропеллерными турбинами (расчетный напор  $19,8 \text{ м}$ ). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной  $250,0 \text{ м}$ .

Выдача электроэнергии в энергосистему производится с ОРУ  $110 \text{ кВ}$ . Среднегодовая выработка электроэнергии составляет  $55,9 \text{ млн кВт}\cdot\text{ч}$ .



Уравнительные резервуары



## Свистухинская ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	11,8
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	55,9
<b>Месторасположение:</b> Ставропольский край, Кочубеевский район	
<b>Водный объект:</b> Невинномысский канал	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1948
<b>Схема создания напора:</b> деривационная	

### ПЛОТИНА

<b>Плотины отсутствуют</b>	
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, <math>\text{м}^3/\text{с}</math></b>	280

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Водохранилище отсутствует

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов:</b>	$2 \times 3,38$ ; $2 \times 2,5 \text{ МВт}$
<b>Тип турбин:</b> пропеллерные	
<b>Расчетный напор, м</b>	19,8

**11,25 МВт**

## Нугушская ГЭС

Нугушская ГЭС расположена на р. Нугуш, возле с. Нугуш Мелеузовского района Республики Башкортостан. Функцией гидроузла является обеспечение водоснабжения, а также выработка электроэнергии. Нугушская ГЭС эксплуатируется ООО «Нугушский гидротехнический узел».

С конца 1940-х гг. в Башкирии в среднем течении р. Белой начал формироваться крупный промышленный узел, основой которого стали предприятия нефтехимической промышленности. Новые предприятия требовали гарантированного водоснабжения, обеспечить которое могло только строительство водохранилища.

20 апреля 1954 г. было выдано проектное задание на возведение водохранилища для производственного водоснабжения промышленных предприятий г. Ишимбая, Салавата и Стерлитамака. Изыскательские и проектные работы по Нугушскому гидроузлу были проведены Институтами «Гидропроект» и «Гипроспецпромстрой» в 1954–1959 гг. Изначально рассматривался створ в 5 км ниже по течению от современного, но в итоге он был отклонен по причине наличия закарстованных пород. Технический проект Нугушского гидроузла был утвержден 14 марта 1959 г.

Подготовительные работы по возведению Нугушского гидроузла были начаты по заказу и под руководством дирекции строительства Салаватского нефтехимического комбината в августе 1959 г. со строительства подъездной дороги и поселка. 3 мая 1960 г. было создано специализированное Нугушское управление тре-

ста «Кумертаустрой» и начата переброска строителей с Павловской ГЭС.

Земляные работы на строительстве Нугушского гидроузла начались в мае 1960 г., а 14 сентября 1965 г. была перекрыта р. Нугуш. Весной 1966 г. недостроенные сооружения гидроузла успешно пропустили сильный паводок редкой (примерно один раз в 100 лет) повторяемости. Пуск первого гидроагрегата состоялся 8 августа 1967 г., а 30 сентября того же года гидроузел был принят в промышленную эксплуатацию.

Основной задачей Нугушского гидроузла является обеспечение хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения промышленных районов г. Салавата, Ишимбая и Стерлитамака. Помимо этого, он используется для обеспечения необходимого санитарного состояния р. Белой, выработки электроэнергии, рекреации. За все время эксплуатации Нугушская ГЭС выработала более 1,5 млрд кВт·ч электроэнергии.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Нугушская ГЭС представляет собой плотинную гидроэлектростанцию с приплотинным зданием. Сооружения гидроузла включают в себя земляную плотину, береговой паводковый водосброс, донный водоспуск, совмещенный со зданием ГЭС, отводящий канал.

Земляная плотина отсыпана из песчано-гравийного грунта, имеет длину 2187,0 м и максимальную высоту 31,0 м. В качестве противофильтрационных элементов используется понур длиной 100,0 м и экран из сушлистых грунтов.

Поверхностный береговой паводковый водосброс расположен на левом берегу, состоит из подводящего канала длиной 150,0 м, бетонного водосброса, лотка-быстротока длиной 360,0 м, водобойного колодца и отводящего канала. Бетонный водосброс четырехпролетный, оборудован плоскими затворами. Пропускная способность водосброса составляет 1200 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 1450 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В правой части плотины расположен донный водоспуск, совмещенный со зданием ГЭС. Из водоприемника башенного типа берут начало два металлических водовода, проходящих в железобетонной галерее под плотиной. Пропускная способность водоспуска составляет 50,5 м<sup>3</sup>/с при НПУ и 50,8 м<sup>3</sup>/с при ФПУ.

В приплотинном здании ГЭС размещены три гидроагрегата мощностью по 3,75 МВт с радиально-осевыми турбинами (расчетный напор 22,4 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 750,0 м.

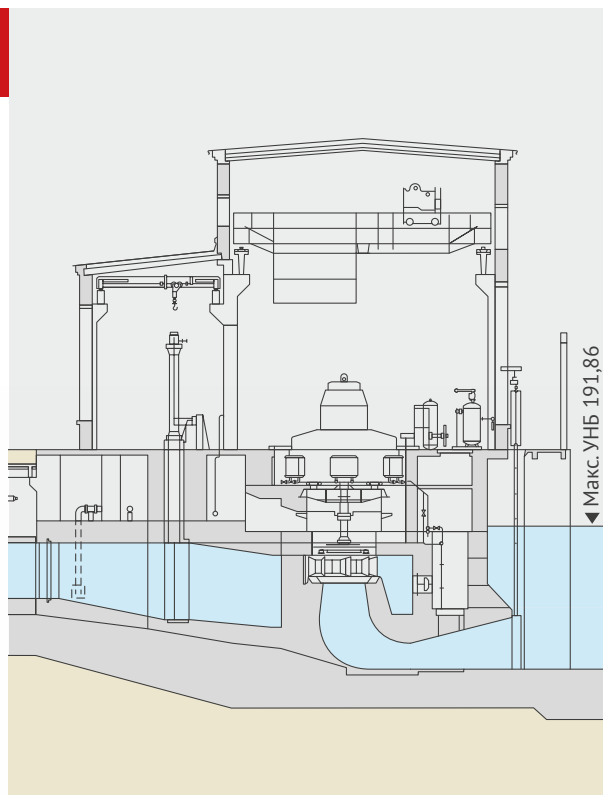
Выдача вырабатываемой станцией электроэнергии производится с ОРУ 35 кВ. Среднеголетняя выработка электроэнергии ГЭС составляет 32 млн кВт·ч.



Башенный донный водоспуск



Береговой паводковый водосброс



## Нугушская ГЭС

Установленная мощность, МВт	11,25
Среднеголетняя выработка, млн кВт·ч	32
<b>Месторасположение:</b> Республика Башкортостан, Мелеузовский район	
<b>Водный объект:</b> р. Нугуш	
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1967
<b>Схема создания напора:</b> плотинная	

### ПЛОТИНА

Тип плотины:	грунтовая
Максимальная высота, м	31,0
Длина по гребню, м	2187,0
Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м <sup>3</sup> /с	1500

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Объем полный, млн м <sup>3</sup>	400
Объем полезный, млн м <sup>3</sup>	356
Площадь при НПУ, км <sup>2</sup>	25,2
Отметка НПУ, м	217,0

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

Количество и мощность гидроагрегатов	3×3,75 МВт
Тип турбин:	радиально-осевые
Расчетный напор, м	22,4



## Кайтакоски ГЭС

Гидроэлектростанция Кайтакоски расположена в Печенгском районе Мурманской области и является верхней, регулирующей ступенью каскада ГЭС на р. Паз (на 14 км от ее истока). Наименьшая по мощности гидроэлектростанция каскада. Кайтакоски ГЭС входит в состав ПАО «ГТК-1».

В 1947 г. территория общей площадью 176 км<sup>2</sup>, на которой впоследствии была построена ГЭС Кайтакоски, была передана Финляндией Советскому Союзу за 700 млн финских марок, при этом основной целью приобретения территории стало возведение каскада гидроэлектростанций на р. Паз. В 1952 г. здесь было завершено восстановление (фактически новое строительство) ГЭС Янискоски, в 1956 году закончено строительство ГЭС Раякоски. После завершения сооружения этих станций строители приступили к работам на ГЭС Кайтакоски.

Гидроэлектростанция Кайтакоски, как и указанные выше станции, была спроектирована и построена финской фирмой «Иматран Войма» по контракту с Советским Союзом. Особенностью станции является использование оборудования финского производства, в том числе и гидроагрегатов. Кайтакоски ГЭС была построена в короткие сроки: ее возведение было начато в 1957 г., гидроагрегаты пущены в 1959 г., а в промышленную эксплуатацию станция была введена 24 сентября 1959 г.

Благодаря наличию емкого (полезным объемом 2,6 км<sup>3</sup>) водохранилища многолетнего регулирования станция обеспечивает накопление и использование

водных ресурсов в интересах всего Пазского каскада ГЭС (состоящего из семи станций — пяти в России и двух в Норвегии). В подпоре ГЭС Кайтакоски находится расположенное в Финляндии о. Инари, в котором сосредоточена большая часть полезного объема водохранилища. Водный режим озера регулируется в соответствии с соглашением, подписанным 29 апреля 1959 г. между СССР, Финляндией и Норвегией.

Значительная часть электроэнергии, вырабатываемой Пазским каскадом ГЭС, поставляется на экспорт в Норвегию и Финляндию (экспорт в Финляндию производится через Кайтакоски ГЭС). Также станции каскада обеспечивают энергоснабжение предприятий и населения Печенгского района Мурманской области. К настоящему времени оборудование Кайтакоски ГЭС отработало более 50 лет.

### ОПИСАНИЕ СООРУЖЕНИЙ

Кайтакоски ГЭС является низконапорной плотинной русловой гидроэлектростанцией. Сооружения станции включают в себя две земляные плотины, глухую бетонную плотину, водосливную плотину, здание ГЭС, отводящий канал.

Земляные плотины отсыпаны из гравия и щебня, имеют противофильтрационное ядро из моренных суглинков. Левобережная плотина имеет длину 225,0 м и максимальную высоту 16,3 м, правобережная — длину 328,0 м и максимальную высоту 15,7 м. Гравитационная бетонная глухая плотина расположена между зданием ГЭС и правобережной земляной плотиной, имеет дли-

ну 32,0 м и максимальную высоту 16,5 м.

Водосливная плотина гравитационная бетонная, длиной 42,0 м, с двумя водосливными пролетами шириной по 13,5 м, оборудованными сегментными затворами. Пропускная способность водосброса 500 м<sup>3</sup>/с при НПУ.

В здании ГЭС размещены два вертикальных гидроагрегата мощностью по 5,6 МВт с поворотной-лопастными турбинами (расчетный напор 7,5 м). Отработавшая в турбинах вода сбрасывается в отводящий канал длиной 260,0 м и шириной от 40,0 до 70,0 м, проложенный по правому берегу р. Паз.

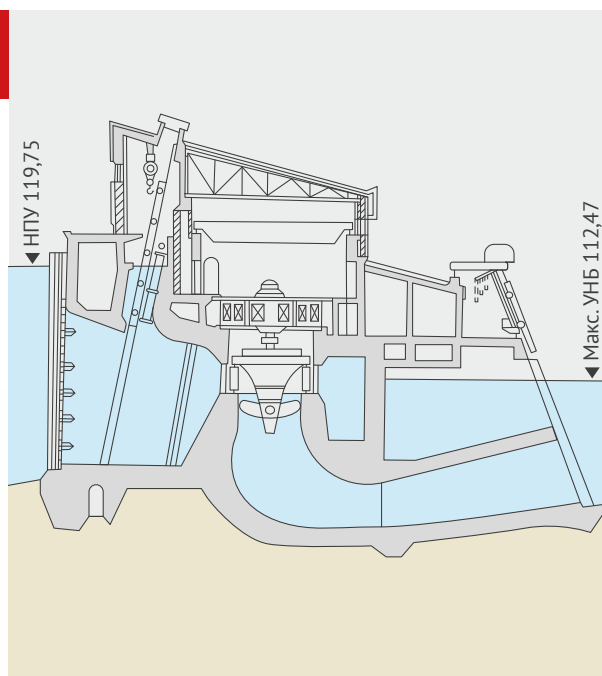
Выдача электроэнергии ГЭС в энергосистему производится с ОРУ 110 кВ. Среднегодовая выработка электроэнергии составляет 71,8 млн кВт·ч.



Водосливная плотина



Машинный зал



## Кайтакоски ГЭС

<b>Установленная мощность, МВт</b>	11,2
<b>Среднегодовая выработка, млн кВт·ч</b>	71,8
<b>Месторасположение:</b>	Мурманская область, Печенгский район
<b>Водный объект:</b>	р. Паз
<b>Год пуска первого гидроагрегата</b>	1959
<b>Схема создания напора:</b>	плотинная

### ПЛОТИНА\*

<b>Тип плотины:</b>	грунтовая
<b>Максимальная высота, м</b>	15,7
<b>Длина по гребню, м</b>	328,0
<b>Расчетный максимальный сбросной расход гидроузла, м<sup>3</sup>/с</b>	680

### ВОДОХРАНИЛИЩЕ\*\*

<b>Объем полный, км<sup>3</sup></b>	4,964
<b>Объем полезный, км<sup>3</sup></b>	2,595
<b>Площадь при НПУ, км<sup>2</sup></b>	1164,8
<b>Отметка НПУ, м</b>	119,75

### ГИДРОАГРЕГАТЫ

<b>Количество и мощность гидроагрегатов</b>	2×5,6 МВт
<b>Тип турбин:</b>	поворотной-лопастные
<b>Расчетный напор, м</b>	7,5

\* Правобережная земляная плотина.

\*\* С учетом о. Инари.





# ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОССИИ

мощностью менее 10 МВт

**ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОССИИ МОЩНОСТЬЮ МЕНЕЕ 10 МВт**

Название ГЭС	Уст. мощн., МВт	Год пуска	Собственник	Водоток	Регион
Майкопская ГЭС	9,4	1952	ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго»	р. Белая	Республика Адыгея
Чирюртская ГЭС-2	9,0	1964	ПАО «РусГидро»	р. Сулак	Республика Дагестан
Дзауджикауская ГЭС	8,0	1948	ПАО «РусГидро»	р. Терек	Республика Северная Осетия — Алания
Верхотурская ГЭС	7,0	1949	ПАО «Т Плюс»	р. Тура	Свердловская область
Фаснальская МГЭС	6,4	2008	АО «Турбохолд»	р. Сонгутидон	Республика Северная Осетия — Алания
Енашиминская ГЭС	5,4	1961	ООО «Енашиминская ГЭС»	р. Енашимо	Красноярский край
Ляскеля МГЭС	4,8	2011	АО «Норд Гидро»	р. Янисйоки	Республика Карелия
Новотроицкая ГЭС	3,68	1953	ПАО «РусГидро»	р. Большой Егорлык	Ставропольский край
Хямекоски ГЭС	3,56	1903	ПАО «ТГК-1»	р. Янисйоки	Республика Карелия
Карамышевская ГЭС	3,52	1937	ФГБУ «Канал имени Москвы»	р. Москва	город Москва
Перервинская ГЭС	3,52	1937	ФГБУ «Канал имени Москвы»	р. Москва	город Москва
МГЭС-3	3,5	2000	ПАО «РусГидро»	канал Баксан-Малка	Республика Кабардино-Балкария
Перепадная ГЭС	3,2	1977	АО «Мосводоканал»	канал Яуза-Руза	Московская область
Верхне-Рузская ГЭС	3,2	1978	АО «Мосводоканал»	р. Руза	Московская область
Рузская ГЭС-34	3,2	1996	АО «Мосводоканал»	р. Руза	Московская область
Истринская ГЭС	3,06	1935	АО «Мосводоканал»	р. Истра	Московская область
Харлу ГЭС	3,0	1936	ПАО «ТГК-1»	р. Янисйоки	Республика Карелия
Сызранская ГЭС	2,7	1929	ООО «Сызранская городская электросеть»	р. Сызранка	Самарская область
Игнойла ГЭС	2,7	1937	ПАО «ТГК-1»	р. Шуя	Республика Карелия
Павлодольская ГЭС	2,62	1965	ПАО «РусГидро»	р. Терек	Республика Северная Осетия — Алания
Можайская ГЭС	2,5	1962	АО «Мосводоканал»	р. Москва	Московская область
Вогульская ГЭС	2,4	1967	АО «Интер РАО — Электрогенерация»	р. Вогулка	Свердловская область
Орловская ГЭС	2,4	1954	ПАО «МРСК Северного Кавказа»	канал Малка-Кура	Ставропольский край
Новотверецкая ГЭС	2,4	1947	ФГБУ «Канал имени Москвы»	р. Тверца	Тверская область
Толмачевская ГЭС-1	2,0	1999	ПАО «Камчатский газозащитный комплекс»	р. Толмачева	Камчатский край
Ахтынская МГЭС	1,8	1997	ПАО «РусГидро»	р. Ахтычай	Республика Дагестан



**ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОССИИ МОЩНОСТЬЮ МЕНЕЕ 10 МВт**

<b>Название ГЭС</b>	<b>Уст. мощн., МВт</b>	<b>Год пуска</b>	<b>Собственник</b>	<b>Водоток</b>	<b>Регион</b>
<i>Быстринская ГЭС</i>	1,71	1995	ПАО «Камчатскэнерго»	р. Быстрая	Камчатский край
<i>Вытегорская ГЭС</i>	1,52	1961	ФБУ «Администрация «Волго-Балт»	Волго-Балтийский канал	Вологодская область
<i>Шильская ГЭС</i>	1,52	1958	АО «Норд Гидро»	р. Великая	Псковская область
<i>Максютинская ГЭС</i>	1,52	1957	АО «Норд Гидро»	р. Великая	Псковская область
<i>Малая Краснополянская ГЭС</i>	1,5	2005	ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго»	р. Бешенка	Краснодарский край
<i>Порожская ГЭС</i>	1,445	1910	МО Саткинский район	р. Бол. Сатка	Челябинская область
<i>Аракульская МГЭС</i>	1,32	2008	ПАО «РусГидро»	р. Хиривалю	Республика Дагестан
<i>Шиназская МГЭС</i>	1,32	2008	ПАО «РусГидро»	р. Шиназчай	Республика Дагестан
<i>Кокадой МГЭС</i>	1,304	2014	Министерство промышленности и энергетики Чеченской Республики	р. Аргун	Чеченская Республика
<i>Лыковская ГЭС</i>	1,3	1953	ООО «Лыковская ГЭС»	р. Зуша	Орловская область
<i>Пиени-Йоки ГЭС</i>	1,28	1920	ПАО «ТГК-1»	р. Тулемайоки	Республика Карелия
<i>Суури-Йоки ГЭС</i>	1,28	1920	ПАО «ТГК-1»	р. Тулемайоки	Республика Карелия
<i>Северокурильская МГЭС-1</i>	1,66	2000	МКП «Тепло-электросистемы Северо-Курильского городского округа»	р. Матросская	Сахалинская область
<i>МГЭС Большой Зеленчук</i>	1,26	2017	ПАО «РусГидро»	р. Большой Зеленчук	Республика Карачаево-Черкесия
<i>Питкякоски ГЭС</i>	1,26	1940	ПАО «ТГК-1»	р. Китенйоки	Республика Карелия
<i>Озернинская ГЭС</i>	1,25	1967	АО «Мосводоканал»	р. Озерна	Московская область
<i>Рузская ГЭС-2</i>	1,25	1964	АО «Мосводоканал»	р. Руза	Московская область
<i>Белохолуницкая ГЭС</i>	1,25	2007	ООО «Белохолуницкий машиностроительный завод металлоконструкций»	р. Белая Холуница	Кировская область
<i>Магинская МГЭС</i>	1,2	2007	ПАО «РусГидро»	р. Маги	Республика Дагестан
<i>Ульяновская МГЭС-1</i>	1,2	2006	УМУП «Ульяновскводоканал»	Ульяновский водоканал	Ульяновская область
<i>Новокарачевская МГЭС</i>	1,2	2013	ЗАО «Фотон»	р. Кубань	Республика Карачаево-Черкесия
<i>Правдинская ГЭС-3</i>	1,14	1999	АО «Янтарьэнерго»	р. Лава	Калининградская область
<i>Акбашская МГЭС</i>	1,0	1995	ПАО «РусГидро»	Акбашский канал	Республика Кабардино-Балкария
<i>Томская МГЭС</i>	1,0	2014	ООО «Томская генерирующая компания»	Томский водоканал	Томская область

**ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОССИИ МОЩНОСТЬЮ МЕНЕЕ 10 МВт**

Название ГЭС	Уст. мощн., МВт	Год пуска	Собственник	Водоток	Регион
Амсарская МГЭС	1,0	2007	ПАО «РусГидро»	р. Маги	Республика Дагестан
Верхне-Уральская ГЭС	1,0	1961	Росимущество	р. Урал	Челябинская область
Каллиокоски МГЭС	0,975	2014	АО «Норд Гидро»	р. Тохмайоки	Республика Карелия
Мухольская МГЭС	0,9	1961	ПАО «РусГидро»	р. Черек Балкарский	Республика Кабардино-Балкария
Белюсовская ГЭС	0,76	1961	ФБУ «Администрация «Волго-Балт»	Волго-Балтийский канал	Вологодская область
Рюмякоски МГЭС	0,63	2013	АО «Норд Гидро»	р. Тохмайоки	Республика Карелия
Джазаторская ГЭС	0,63	2007	ООО «Джазаторская гидроэлектрическая станция»	р. Джазатор	Республика Алтай
Бавтугайская ГЭС	0,6	2000	ООО «Энергострой ЛТД»	р. Сулак	Республика Дагестан
Эшкаконская МГЭС	0,6	2009	ООО «Нижегородский институт прикладных технологий»	р. Эшкакон	Республика Карачаево-Черкесия
Агульская МГЭС	0,6	2006	ПАО «РусГидро»	р. Чирахчай	Республика Дагестан
Кора-Урсдонская ГЭС	0,6	2000	ПАО «РусГидро»	р. Урсдон	Республика Северная Осетия — Алания
Лужская ГЭС-2	0,54	1956	ПАО «ТГК-1»	р. Быстрица	Ленинградская область
Озерская ГЭС	0,5	2000	АО «Янтарьэнерго»	р. Анграпа	Калининградская область
Курушская ГЭС	0,5	1951	ПАО «РусГидро»	р. Усуччай	Республика Дагестан
Ульяновская МГЭС-2	0,5	2011	УМУП «Ульяновскводоканал»	Ульяновский водоканал	Ульяновская область
Беканская ГЭС	0,5	1951	ПАО «РусГидро»	оз. Бекан	Республика Северная Осетия — Алания
Кировская МГЭС	0,496	2015	Мин. промышленности и энергетики Чеченской Республики	р. Сунжа	Чеченская Республика
Мечетлинская МГЭС	0,445	2002	ООО «Башкирская генерирующая компания»	р. Большой Ик	Республика Башкортостан
Северокурильская МГЭС-2	0,4	2000	МКП «Тепло-электросистемы Северо-Курильского городского округа»	р. Матросская	Сахалинская область
Кайруу ГЭС	0,4	2004	МО Улаганский район	р. Кайруу	Республика Алтай
Ессентукская ГЭС	0,4	1954	ПАО «МРСК Северного Кавказа»	р. Подкумок	Ставропольский край
Майкопская малая ГЭС	0,4	1999	АО «Адыгэнергострой»	р. Белая	Республика Адыгея

**ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОССИИ МОЩНОСТЬЮ МЕНЕЕ 10 МВт**

<b>Название ГЭС</b>	<b>Уст. мощн., МВт</b>	<b>Год пуска</b>	<b>Собственник</b>	<b>Водоток</b>	<b>Регион</b>
<i>Карабашская ГЭС</i>	0,36	1999	ПАО «Татнефть»	р. Бугульминский Зай	Республика Татарстан
<i>Листвянская ГЭС</i>	0,35	1937	АО «Мосводоканал»	канал имени Москвы	Московская область
<i>Акуловская ГЭС</i>	0,28	1937	АО «Мосводоканал»	канал имени Москвы	Московская область
<i>Пироговская ГЭС</i>	0,28	1937	ФГУП «Канал имени Москвы»	канал имени Москвы	Московская область
<i>Ичалковская ГЭС</i>	0,264	1995	ОАО «Ичалковская ГЭС»	р. Пьяна	Нижегородская область
<i>Ново-Цнинская ГЭС</i>	0,22	1951	ФГУП «Канал имени Москвы»	р. Цна	Тверская область
<i>Сурская ГЭС</i>	0,2	2004	ФГУ «Сурский гидроузел»	р. Сура	Пензенская область
<i>Киселевская ГЭС</i>	0,2	2008	Серовский городской округ	р. Каква	Свердловская область
<i>МГЭС на р. Чаваш</i>	0,165	1995	Курорт Уш-Белдир	р. Чаваш	Республика Тыва
<i>Хоробровская МГЭС</i>	0,16	2003	ПАО «РусГидро»	р. Нерль	Ярославская область
<i>Кармановская ГЭС</i>	0,1	2003	АО «Мосводоканал»	р. Яуза	Московская область
<i>Слакская МГЭС</i>	0,1	1999	ООО «Башкирская генерирующая компания»	р. Курсак	Республика Башкортостан
<i>МикроГЭС Кага</i>	0,075	2002	ООО «Башкирская генерирующая компания»	р. Кага	Республика Башкортостан
<i>МикроГЭС Авзян</i>	0,075	2002	ООО «Башкирская генерирующая компания»	р. Авзян	Республика Башкортостан
<i>МикроГЭС Узян</i>	0,065	2002	ООО «Башкирская генерирующая компания»	р. Узян	Республика Башкортостан
<i>Сенежская ГЭС</i>	0,06	2002	ООО «Солнечногорская ПМК-19»	р. Сестра	Московская область
<i>Киви-Койву МГЭС</i>	0,06	1995	Туркомплекс «Киви-Койву»	р. Чирка-Кемь	Республика Карелия
<i>Ивановская ГЭС</i>	0,06	1996	Лужский рыбзавод	р. Хревица	Ленинградская область
<i>Заозерная МГЭС</i>	0,053	1998	АО «Янтарьэнерго»	р. Гурьевка	Калининградская область

Аушигерская ГЭС.....	130
Баксанская ГЭС.....	170
Беломорская ГЭС.....	172
Белореченская ГЭС.....	138
Богучанская ГЭС.....	18
Борисоглебская ГЭС.....	134
Братская ГЭС.....	14
Бурейская ГЭС.....	24
Верхне-Свирская ГЭС.....	84
Верхне-Териберская ГЭС.....	92
Верхне-Туломская ГЭС.....	68
Вилюйская ГЭС.....	42
Волжская ГЭС.....	20
Волховская ГЭС.....	112
Воткинская ГЭС.....	36
Выгостровская ГЭС.....	152
Гельбахская ГЭС.....	148
Гергебильская ГЭС.....	196
Гизельдонская ГЭС.....	186
Головная Зарамагская ГЭС.....	204
Гоцатлинская ГЭС.....	102
Гунибская ГЭС.....	202
Егорлыкская ГЭС.....	162
Егорлыкская ГЭС-2.....	206
Жигулевская ГЭС.....	22
Загорская ГАЭС.....	34
Зарагижская ГЭС.....	156
Зейская ГЭС.....	30
Зеленчукская ГЭС-ГАЭС.....	64
Иваньковская ГЭС.....	168
Иовская ГЭС.....	106
Ирганайская ГЭС.....	56
Ириклинская ГЭС.....	160
Иркутская ГЭС.....	44
Кайтакоски ГЭС.....	212
Камская ГЭС.....	48
Кашхатау ГЭС.....	126
Князегубская ГЭС.....	90
Колымская ГЭС.....	40
Кондопожская ГЭС.....	178
Краснополянская ГЭС.....	190
Красноярская ГЭС.....	12
Кривопорожская ГЭС.....	78
Кубанская ГАЭС.....	198
Кубанская ГЭС-1.....	154
Кубанская ГЭС-2.....	76
Кубанская ГЭС-3.....	108
Кубанская ГЭС-4.....	122
Кумская ГЭС.....	118
Курейская ГЭС.....	46
Лесогорская ГЭС.....	100

Майнская ГЭС.....	60
Мамаканская ГЭС.....	110
Маткожненская ГЭС.....	128
Межшлюзовая ГЭС.....	188
Миатлинская ГЭС.....	70
Нарвская ГЭС.....	94
Нива ГЭС-1.....	176
Нива ГЭС-2.....	132
Нива ГЭС-3.....	88
Нижегородская ГЭС.....	50
Нижне-Бурейская ГЭС.....	62
Нижне-Свирская ГЭС.....	104
Нижне-Териберская ГЭС.....	174
Нижне-Туломская ГЭС.....	136
Нижнекамская ГЭС.....	32
Новосибирская ГЭС.....	52
Нугушская ГЭС.....	210
Ондская ГЭС.....	120
Павловская ГЭС.....	82
Палакоргская ГЭС.....	164
Пальеозерская ГЭС.....	180
Подужемская ГЭС.....	140
Путкинская ГЭС.....	116
Раякоски ГЭС.....	150
Рыбинская ГЭС.....	58
Саратовская ГЭС.....	26
Саяно-Шушенская ГЭС.....	10
Светлинская ГЭС.....	66
Светогорская ГЭС.....	96
Свистухинская ГЭС.....	208
Сенгилеевская ГЭС.....	200
Серебрянская ГЭС-1.....	74
Серебрянская ГЭС-2.....	86
Сходненская ГЭС.....	166
Толмачевская ГЭС-2.....	182
Толмачевская ГЭС-3.....	192
Угличская ГЭС.....	98
Усть-Илимская ГЭС.....	16
Усть-Среднеканская ГЭС.....	80
Усть-Хантайская ГЭС.....	54
Хевоскоски ГЭС.....	142
Цимлянская ГЭС.....	72
Чебоксарская ГЭС.....	28
Чиркейская ГЭС.....	38
Чирюртская ГЭС-1.....	124
Шекснинская ГЭС.....	114
Широковская ГЭС.....	184
Эзминская ГЭС.....	144
Юмагузинская ГЭС.....	146
Юшкозерская ГЭС.....	194
Янискоски ГЭС.....	158

**Авторский коллектив благодарит за помощь в подготовке издания и предоставление необходимых материалов:**

**ФБУ «Администрация Волго-Балтийского бассейна внутренних водных путей»**  
*Вахтомина С. Ю.*

**ФБУ «Администрация Волго-Донского бассейна внутренних водных путей»**  
*Бурейникова А. В. и Мокеева И. В.*

**ООО «БГК»**  
*Жербкина С. Н., Зиганшина И. Ф., Маликова С. И, Садретдинова Ф. А.*

**ПАО «Богучанская ГЭС»**  
*Скрацука В. В.*

**АО «Вилюйская ГЭС-3»**  
*Янеля В. В., Федотова Л. С.*

**Ассоциация «Гидроэнергетика России»**  
*Андрееву М. М., Киселева А. В., Усталову Т. П.*

**АО «ЕвроСибЭнерго»**  
*Меньшикова Д. А., Бондаровича К. И.*

**АО «Институт Гидропроект»**  
*Белендиру Е. Н., Новоженину В. Д.*

**ПАО «Иркутскэнерго»**  
*Богданову Я. С., Кармазиненко Е. И., Корнеева А. В., Кузнецова С. В., Смолькина А. В.*

**ООО «Интер РАО — Управление электрогенерацией»**  
*Воробьева Е. С., Захарову Е. Г., Корносенко В. Ю., Лыкова С. С., Миронову Н. Б., Симонова О. Ю.*

**ФГБУ «Канал имени Москвы»**  
*Антонова С. Н., Ахметшина Р. Р., Блохина С. В., Ермакову Н. Н., Лапшина К. П., Макарова В. П.,  
Никитину А. С., Пенюкова М. В., Сухомлинову Г. С.*

**ПАО «КамГЭК»**  
*Григорьянца Е. А.*

**АО «Красноярская ГЭС»**  
*Нагибину И. А.*

**АО «Ленгидропроект»**  
*Жежелю И.И., Митюрину Д.В.*

**ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго»**  
*Бойко В.О., Бондарец А.В., Масловского Н.И., Рожкова Р.Н., Чальцева А.Н., Чальцева Е.Н.*

**АО «Мамаканская ГЭС»**  
*Жукову Е.А.*

**АО «НТЭК»**  
*Липина С.В., Майкова Е.Д., Машинец О.О., Потапова А.В., Прямецкого А.В.*

**ООО «Нугушский гидротехнический узел»**  
*Нуйкину Э.М., Баранова П.Г., Протасова А.А.*

**ПАО «РусГидро»**  
*Баракова А.Н., Бачину О.В., Беликову И.В., Богуша Б.Б., Воронову Д.В., Гетоеву З.К.,  
Дворянова И.Г., Истомина А.В., Кочиева А.М., Крымова В.А., Лапина Г.Г., Лащеннова С.Я.,  
Леонова А.В., Макарова С.В., Малышева А.Л., Пешкова С.М., Савкина А.А., Стефаненко Н.И.,  
Такмакову К.Г., Федорова А.Е., Шацкую Г.Н.*

**ПАО «Т Плюс»**  
*Волохова А.В., Королеву Л.Н., Попова А.В., Шабалину М.Н.*

**АО «Татэнерго»**  
*Шорина С.В., Сулейманова Э.Р.*

**ПАО «ТГК-1»**  
*Антипова А.Г., Департамент по связям с общественностью*

**ПАО «Якутскэнерго»**  
*Горяинова А.В., Малышева А.В., Федосеенко Т.Л.*

**ЗА ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ АВТОРСКИХ ФОТОГРАФИЙ БЛАГОДАРИМ:**

**Говищак М.П.** (фото Серебрянских ГЭС-1 и ГЭС-2), **Попова А.В.** (фото Ириклинской и Сходненской ГЭС), **Ягубкова И.Н.** (фото Краснополянской и Широковской ГЭС).

*Справочное издание*

**Возобновляемая энергия. Гидроэлектростанции России**

*Издано при поддержке ПАО «РусГидро»*

Редактор  
Е.П. Ставцева

Корректор  
О.В. Дергачева

Дизайн и верстка  
Е.В. Алексашкина

Дизайн и компьютерная верстка НТФ «Энергопрогресс»  
[www.energy-journals.ru](http://www.energy-journals.ru)  
[info@energy-journals.ru](mailto:info@energy-journals.ru)  
тел.: +7 (495) 911-73-24, 911-26-96

В книге использованы фотографии предоставленные организациями, эксплуатирующими ГЭС,  
а также М.П. Говищаком, А.В. Поповым, И.Н. Ягубковым

Подписано в печать 30.03.2018. Формат 60×84/8.  
Гарнитура ПТ Сериф. Усл. печ. л. 28.  
Тираж 850. Заказ 39.

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного составителями,  
в Издательско-полиграфическом центре Санкт-Петербургского политехнического университета.  
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.  
Тел.: +7 (812) 552-77-17; 550-40-14.