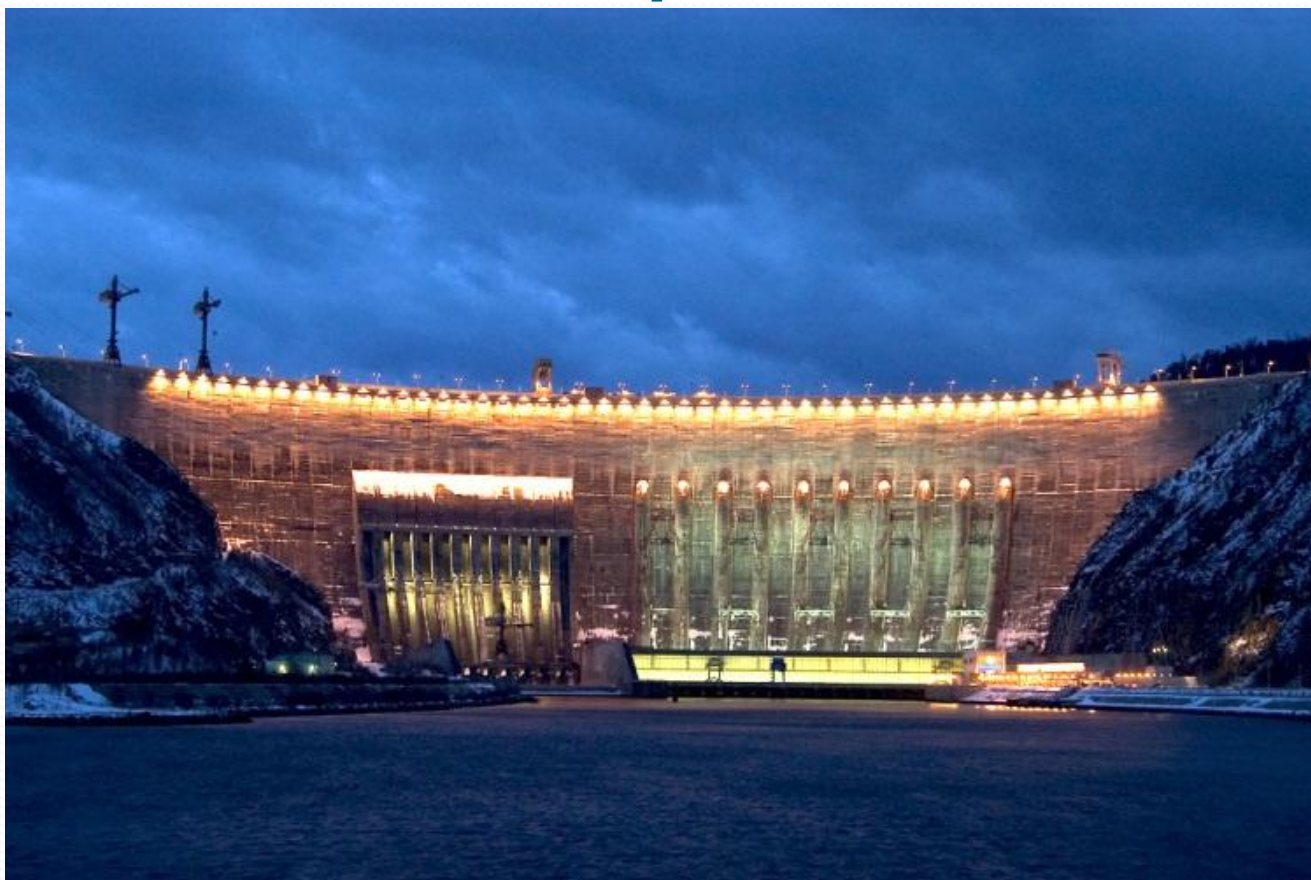




# ПРИЧИНЫ АВАРИИ НА САЯНО-ШУШЕНСКОЙ ГЭС

# Саяно-Шушенская гидроэлектростанция имени П. С. Непорожного



# Крупнейшая по установленной мощности электростанция



Строительство Саяно-Шушенской ГЭС, начатое в 1963 году, было официально завершено только в 2000 году. В ходе строительства и

эксплуатации  
разрушения  
площадки  
станции  
гидроэлектростанции  
Восстановление  
в 2000

Н В

Д



# АВАРИЯ НА САЯНО- ШУШЕНСКОЙ ГЭС



17 августа 2009 года на Саяно-Шушенской ГЭС произошла тяжёлая авария. Находившийся в работе гидроагрегат № 2 внезапно разрушился и был выброшен напором воды со своего места. В машинный зал станции под большим напором стала поступать вода, затопившая машинный зал и технические помещения под ним. В момент аварии мощность станции составляла 4100 МВт, в работе находились 9 гидроагрегатов, автоматические защиты, на большинстве которых, не сработали. Было потеряно электропитание собственных нужд станции, в результате чего сброс аварийно-ремонтных затворов на водоприёмниках (с целью остановки поступления воды) персоналу станции пришлось производить вручную.



Индустриальная техногенная катастрофа, произошедшая 17 августа 2009 года. В результате аварии погибло 75 человек, оборудованию и помещениям станции нанесён серьёзный ущерб. Работа станции по производству электроэнергии приостановлена. Последствия аварии отразились на экологической обстановке акватории, прилегающей к ГЭС, на социальной и экономической сферах региона.



В результате аварии погибло 75 человек, большинство из которых





# ПРИЧИНЫ АВАРИИ

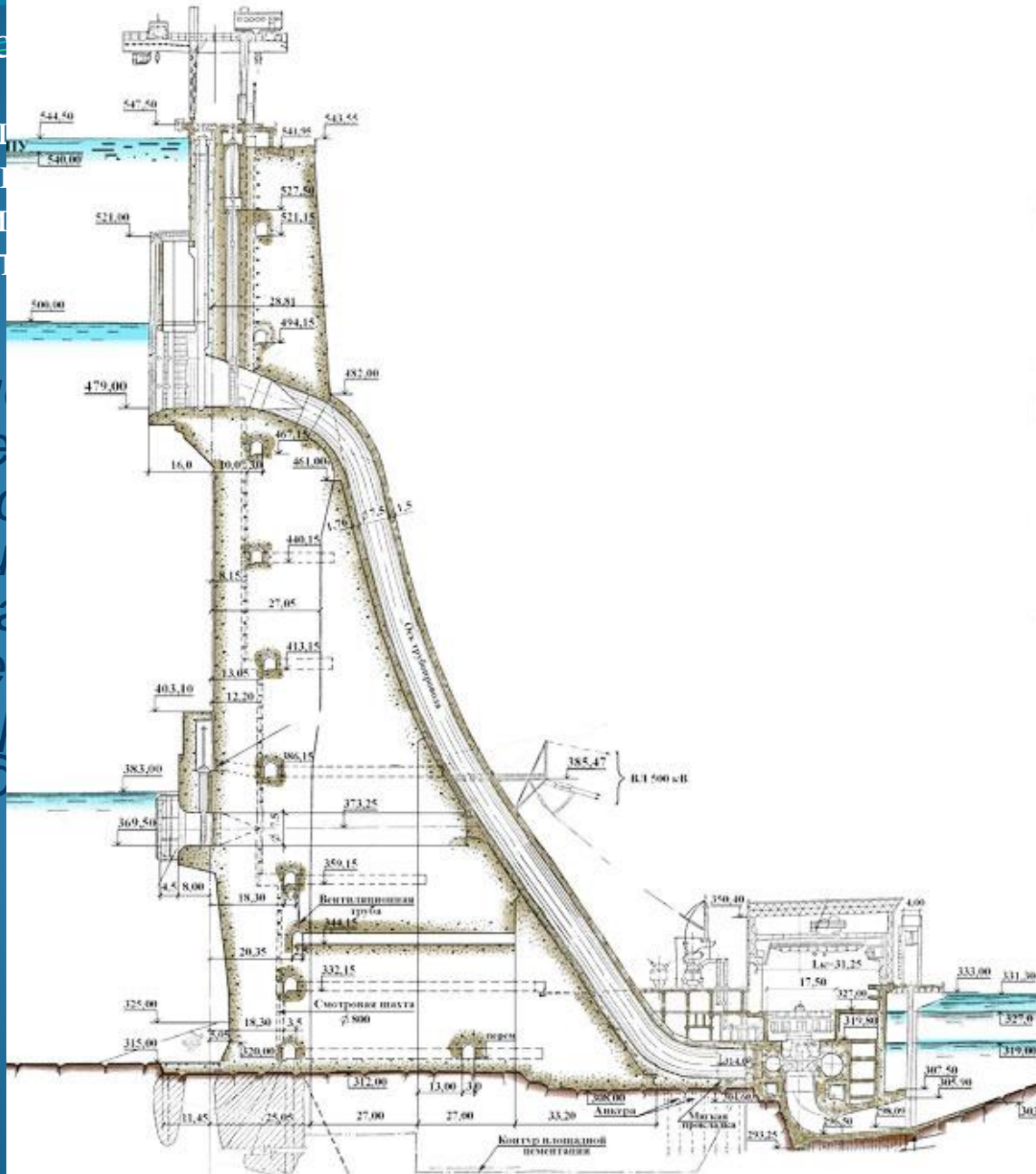


Непосредственной причиной разрушения гидроагрегата № 2 было названо усталостное разрушение (разрушение материала под действием повторно-переменных напряжений) шпилек крепления крышки турбины в результате вибрации, возникавшей при переходах режима мощности гидроагрегата через диапазон «запрещённой зоны».



Результаты рас...  
предоставлены...  
приводятся общ...  
предшествовав...  
события, повли...  
этим актом был

Вследстви...  
нагрузок пе...  
связанных с...  
образовали...  
крепления...  
Вызванные...  
привели к с...  
водопровод



. В акте...  
е событий,  
ся причины и  
чина аварии

нительных...  
т,  
о зону,  
ения узлов  
урбины.  
я шпилек  
ции

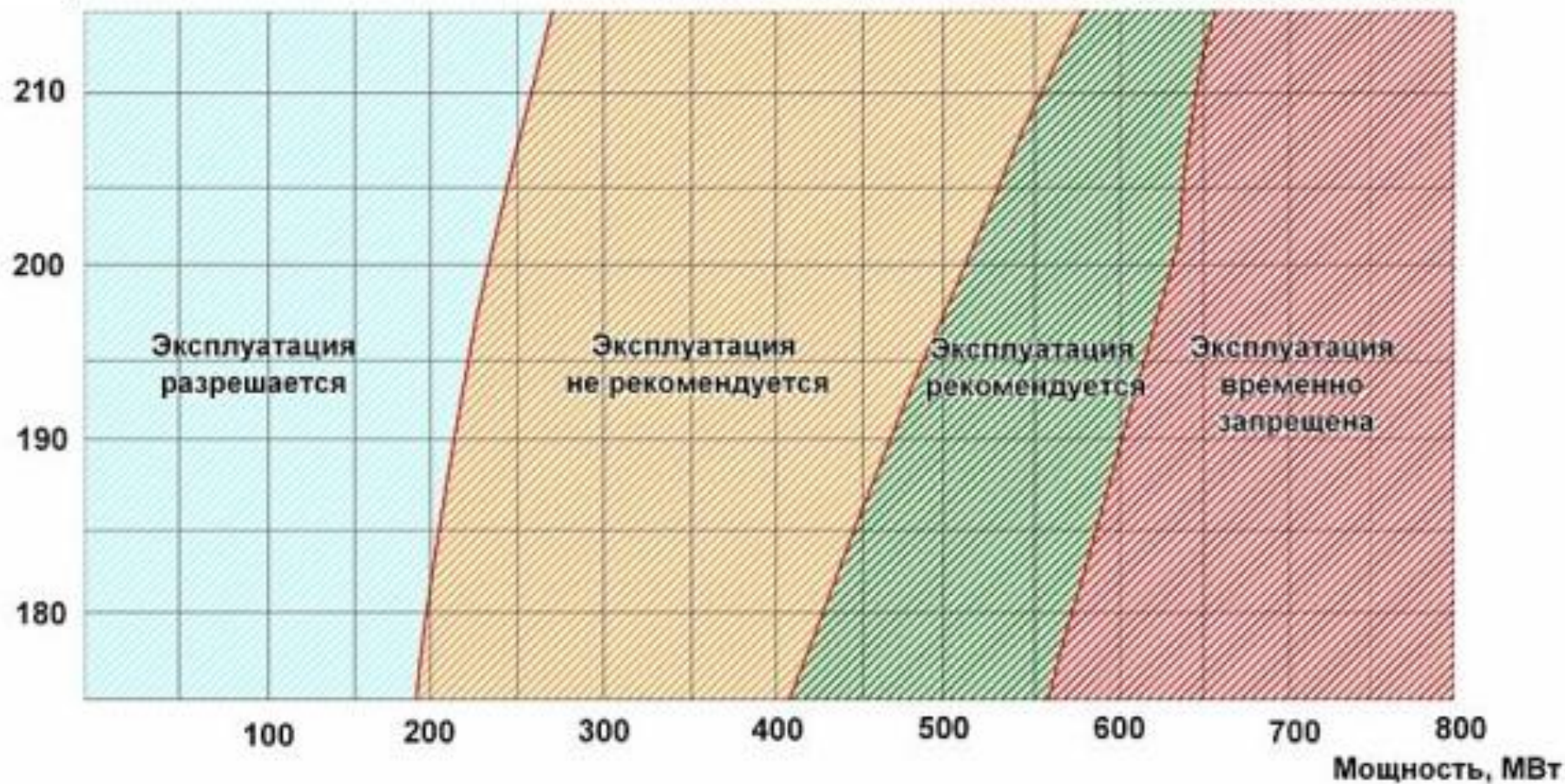
## Парламентская комиссия причины аварии сформулировала следующим образом:

*Авария на СШГЭС с многочисленными человеческими жертвами стала следствием целого ряда причин технического, организационного и нормативного правового характера. Большинство этих причин носит системный многофакторный характер, включая недопустимо низкую ответственность эксплуатационного персонала, недопустимо низкую ответственность и профессионализм руководства станции, а также злоупотребление служебным положением руководством станции.*

*Не был должным образом организован постоянный контроль технического состояния оборудования оперативно-ремонтным персоналом (что должно предусматриваться инструкцией по эксплуатации гидроагрегатов Саяно-Шушенской ГЭС. Основной причиной аварии стало непринятие мер к оперативной остановке второго гидроагрегата и выяснения причин вибрации.*

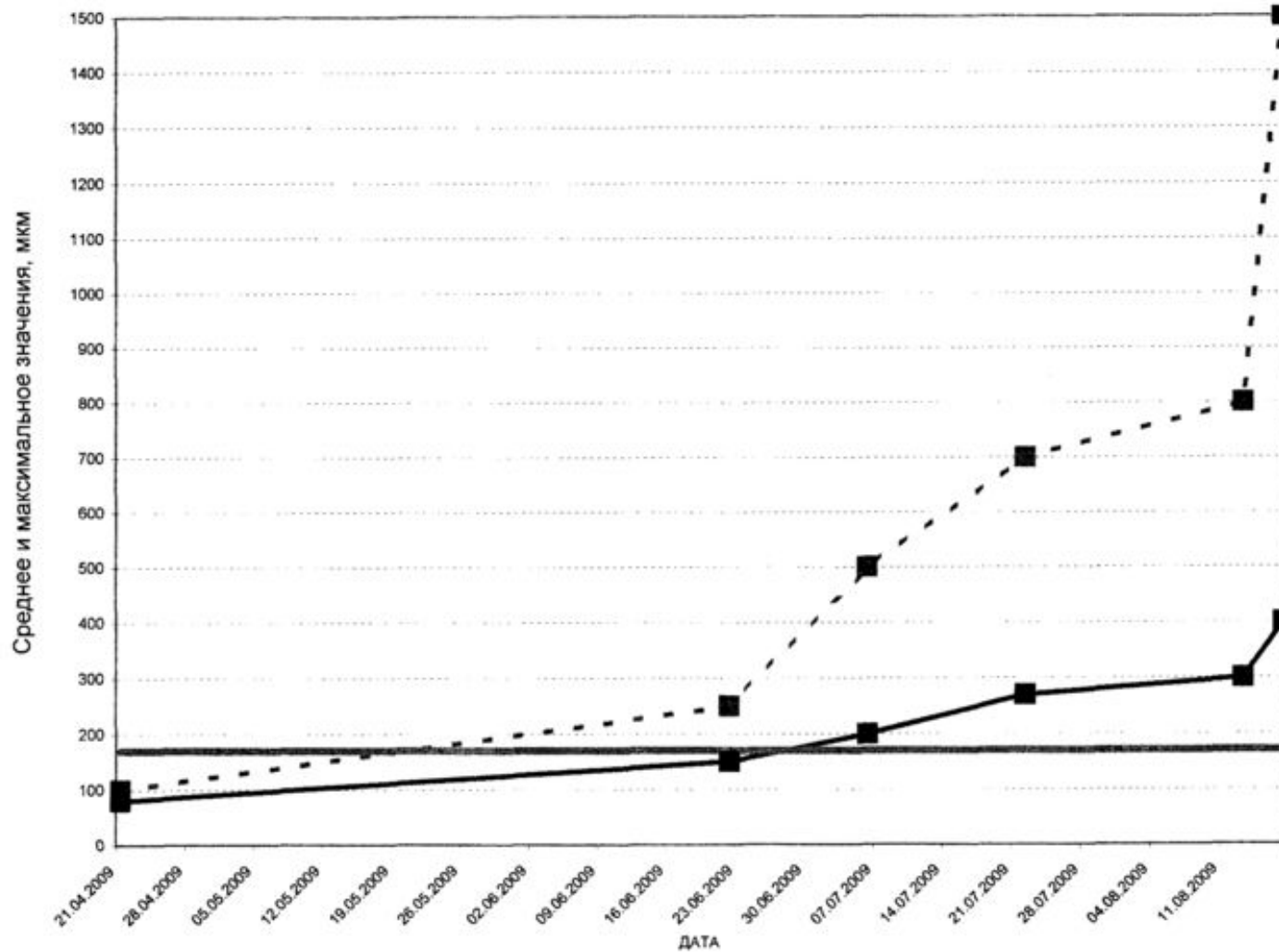
## Характерные зоны работы гидроагрегатов Саяно-Шушенской ГЭС

Напор, м



## Изменение показаний датчика радиальных вибраций ТПНБ подшипника турбины при мощностях 500-600 МВт

—■— Среднее значение - -■- Максимальное значение — Максимальное значение по СТО 1733028227.140.001-2006 Приложение И



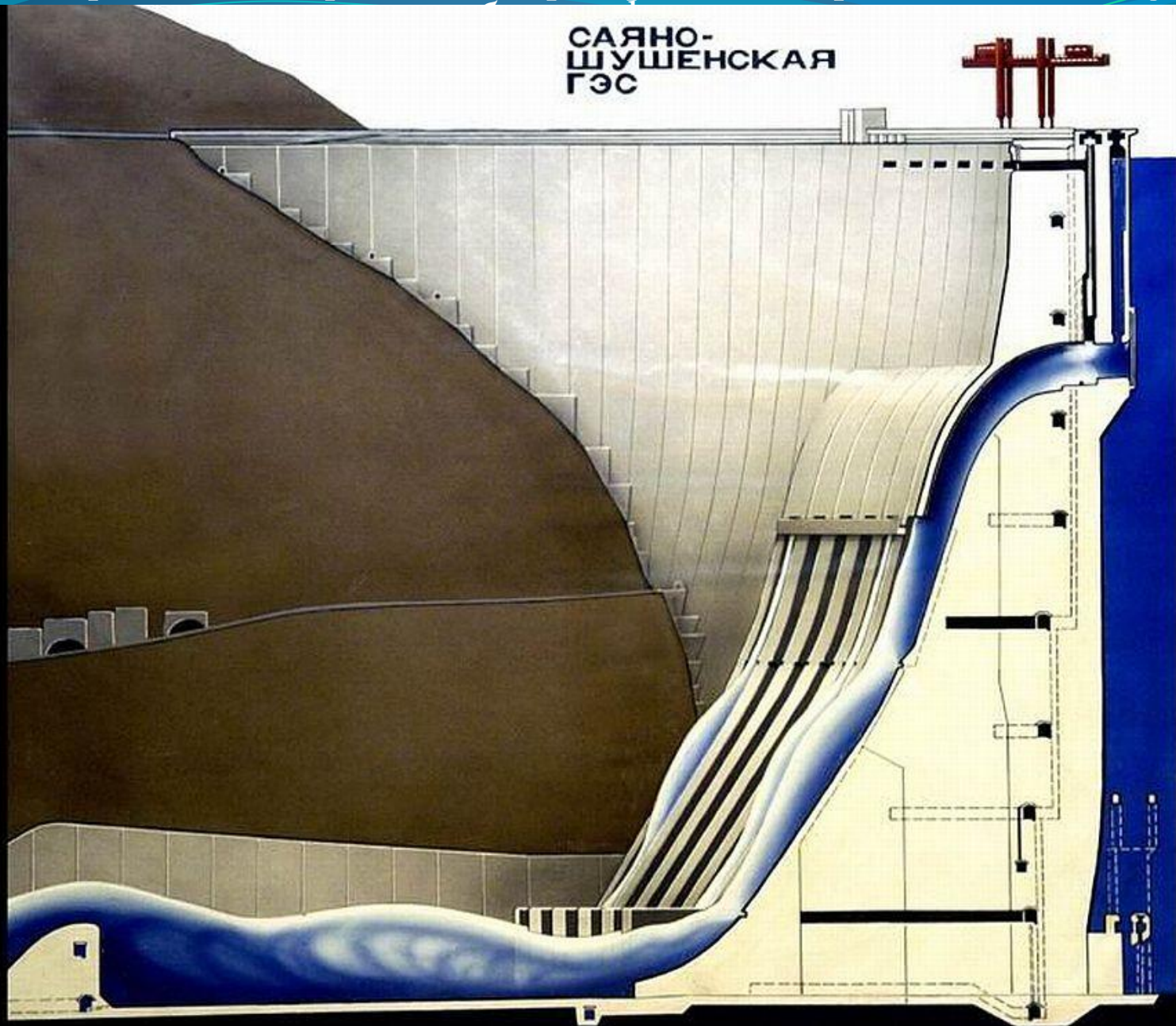
# ПРЕДПОСЫЛКИ



Гидроагрегат № 2 был пущен первоначально на пониженном напоре и с временным рабочим колесом. Гидроагрегат был введён в работу со штатным рабочим колесом. Нормативный срок службы гидротурбины заводом-изготовителем был установлен в 30 лет. Конструкция гидротурбин характеризуется рядом недостатков, одним из которых является наличие обширной зоны не рекомендованной работы; при нахождении гидроагрегата в этой зоне работа турбины сопровождается сильными гидравлическими ударами в проточной части и значительными шумами. При этом зона не рекомендованной работы разделяет две зоны, в которых работа гидроагрегата разрешена; при существенном изменении мощности гидроагрегат каждый раз вынужден проходить зону не рекомендованной работы. Отмечалась необходимость замены рабочих колёс гидротурбин. Замена рабочих колёс гидроагрегатов планировалась с 2011 года; в частности, в августе 2009 года был объявлен конкурс на поставку нового рабочего колеса для одного из гидроагрегатов ГЭС.



После проведённого ремонта гидроагрегат был принят в постоянную



по  
У  
в  
до  
та  
л  
Г  
ви

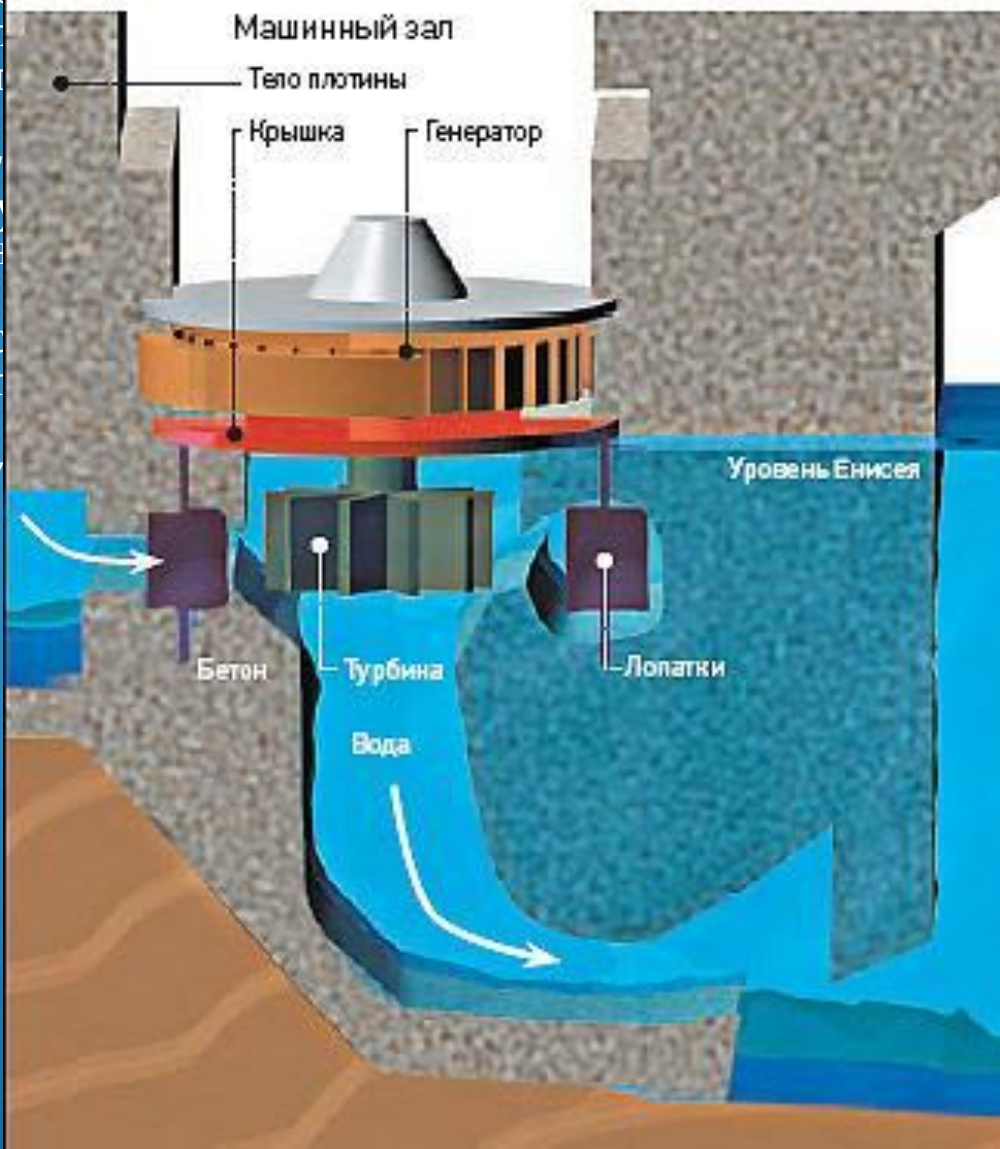
в  
с  
а

# РАЗВИТИЕ АВАРИИ



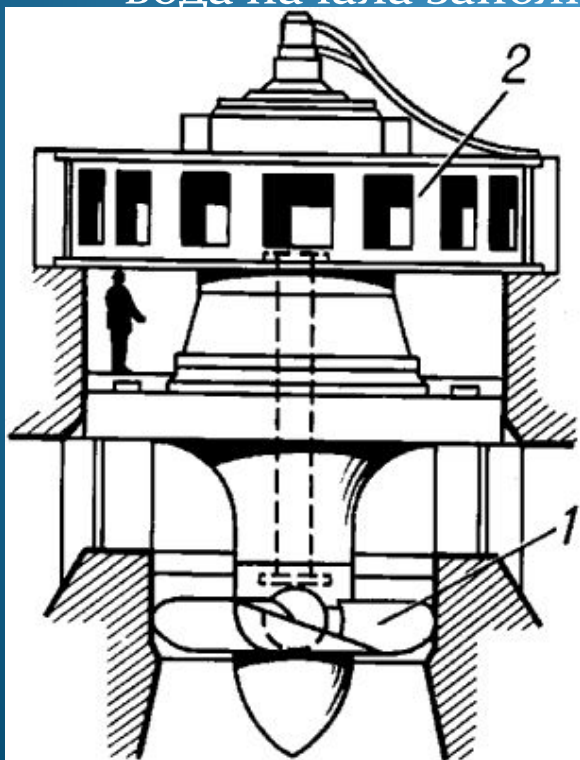
Гидроагрегат № 2 был введён в работу 16 августа 2009 года и назначен персоналом станции приоритетным для изменения нагрузки при исчерпании диапазонов регулирования мощности. В случае аварии гидроагрегат № 2 запускался автоматически под управлением диспетчера из помещений Братской ГЭС. В случае аварии между Братской ГЭС и Саяно-Шушенской ГЭС поспешил объявить о аварии и попытке запустить злополучный агрегат, к моменту он уже находился под управлением АРЧМ, Саяно-Шушенская ГЭС, диспетчерского регулирования гидроагрегатов (№ 1 и № 2) индивидуальным управлением.

**СХЕМА ГИДРОАГРЕГАТА САЯНО-ШУШЕНСКОЙ ГЭС**



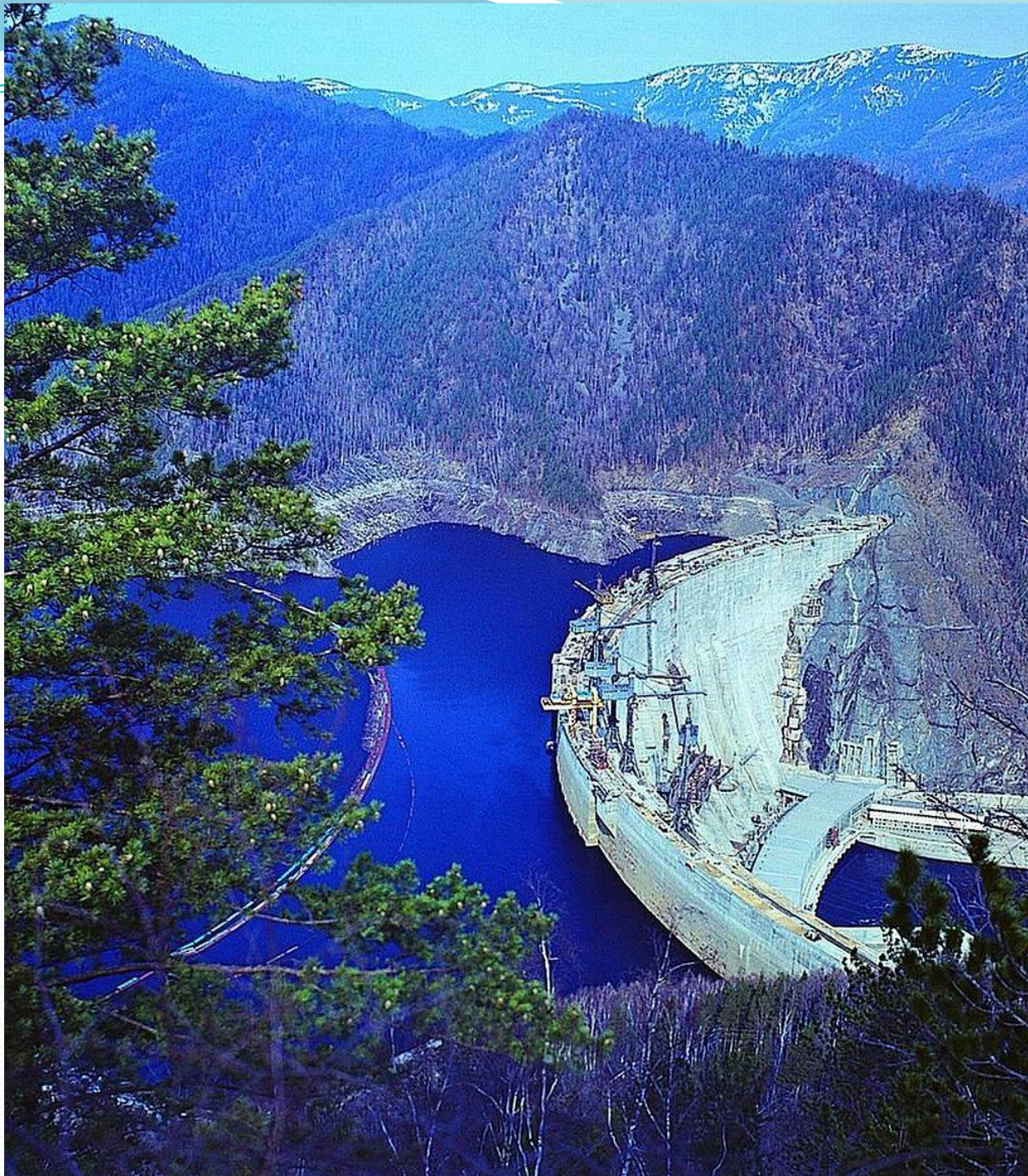
В случае аварии гидроагрегат № 2 запускался автоматически под управлением диспетчера из помещений Братской ГЭС. В случае аварии между Братской ГЭС и Саяно-Шушенской ГЭС поспешил объявить о аварии и попытке запустить злополучный агрегат, к моменту он уже находился под управлением АРЧМ, Саяно-Шушенская ГЭС, диспетчерского регулирования гидроагрегатов (№ 1 и № 2) индивидуальным управлением. В случае аварии гидроагрегат № 2 запускался автоматически под управлением диспетчера из помещений Братской ГЭС. В случае аварии между Братской ГЭС и Саяно-Шушенской ГЭС поспешил объявить о аварии и попытке запустить злополучный агрегат, к моменту он уже находился под управлением АРЧМ, Саяно-Шушенская ГЭС, диспетчерского регулирования гидроагрегатов (№ 1 и № 2) индивидуальным управлением.

Происходило снижение мощности гидроагрегата № 2 по указанию ГРАРМ. При входе гидроагрегата в зону, не рекомендованную к работе, произошёл обрыв шпилек крышки турбины. Разрушение значительной части из 80 шпилек произошло вследствие усталостных явлений; на шести шпильках к моменту аварии отсутствовали гайки — вероятно, вследствие самораскручивания в результате вибрации (их стопорение не было предусмотрено конструкцией турбины). Под воздействием давления воды в гидроагрегате ротор гидроагрегата с крышкой турбины и верхней крестовиной начал движение вверх, и, вследствие разгерметизации, вода начала заполнять объём шахты турбины, воздействуя на элементы генератора.



# Автоматическая система управления гидроагрегатом





По словам руководителя Ростехнадзора [Н. Г. Кутына](#), подобная





КОНЕЦ.