

# Авария на Саяно-Шушенской ГЭС



Подготовил студент  
Южного Федерального университета  
Факультета Высших технологий  
Бикмурзин Юрий  
22 октября 2010 г.

# Оглавление:

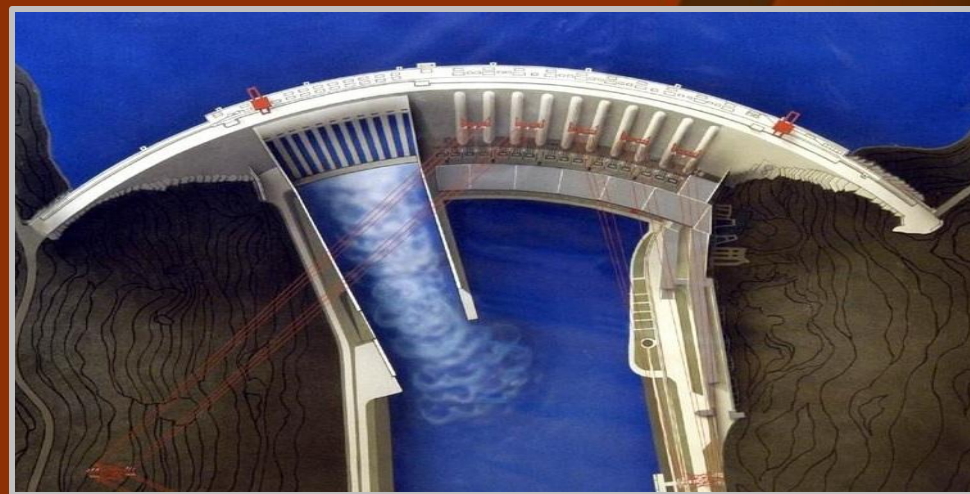
1. Саяно-Шушенская ГЭС.
2. Катастрофа.
3. Аварийно-спасательные работы.
4. Расследование причин аварии.
5. Причины аварии.
6. Предпосылки.
7. Развитие аварии.
8. Предполагаемые виновники.
9. Социальные последствия.
10. Экологические последствия.
11. Экономические последствия.
12. Влияние системы на энергосистему.
13. Восстановление станции.
14. Оценки.

## Саяно-Шушенская ГЭС

Саяно-Шушенская гидроэлектростанция расположена на реке Енисей, является крупнейшей ГЭС России и одной из наиболее крупных ГЭС в мире. Она расположена на границе Красноярского края и Хакасии.

Установленная мощность ГЭС составляет 6400 МВт, среднегодовая выработка — 24,5 млрд кВт·ч.

Плотина ГЭС образует крупное Саяно-Шушенское водохранилище сезонного регулирования.



# Катастрофа



“...Я стоял наверху, услышал какой-то нарастающий шум, потом увидел, как поднимается, дыбится рифлёное покрытие гидроагрегата. Потом видел, как из-под него поднимается ротор. Он вращался. Глаза в это не верили. Он поднялся метра на три. Полетели камни, куски арматуры, мы от них начали уворачиваться...”

Олег Мякишев, очевидец аварии

## Аварийно-Спасательные работы



Поисково-спасательные и ремонтно-восстановительные работы на станции начались практически сразу же после аварии силами персонала станции и сотрудников Сибирского регионального центра МЧС. Всего в поисково-спасательных работах было задействовано до 2700 человек (из них около 2000 человек работали непосредственно на ГЭС) и более 200 единиц техники. В ходе работ было разобрано и вывезено более 5000 м<sup>3</sup> завалов, из помещений станции откачено более 277 000 м<sup>3</sup> воды.

# Расследование причин аварии

Сразу после аварии была создана комиссия Ростехнадзора, своё расследование начал следственный комитет при прокуратуре в рамках возбуждённого уголовного дела по статье 143 УК РФ (нарушение правил охраны труда). 16 сентября Государственная Дума создала парламентскую комиссию для расследования причин аварии под руководством В. А. Пехтина. Неочевидность причин аварии вызвала появление ряда версий, не нашедших в дальнейшем своего подтверждения, например: версия гидроудара, предположения о взрыве трансформатора, террористический акт и др.



# Причины аварии

## Формулировка комиссии Ростехнадзора:

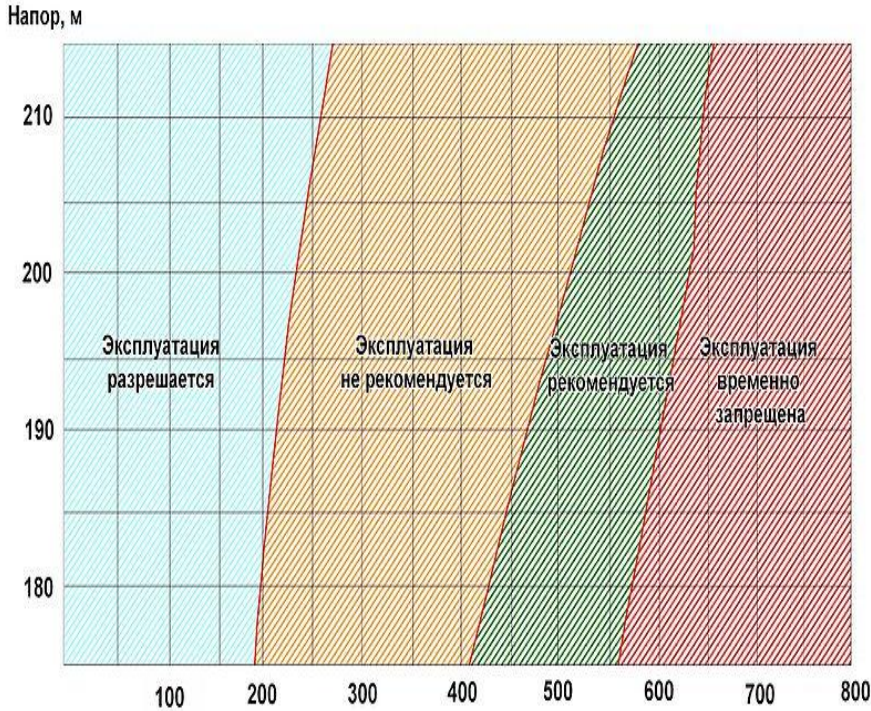
Вследствие многократного возникновения дополнительных нагрузок переменного характера на гидроагрегат, связанных с переходами через не рекомендованную зону, образовались и развились усталостные повреждения узлов крепления гидроагрегата, в том числе крышки турбины. Вызванные динамическими нагрузками разрушения шпилек привели к срыву крышки турбины и разгерметизации водоподводящего тракта гидроагрегата.

## Формулировка Парламентской комиссии:

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.

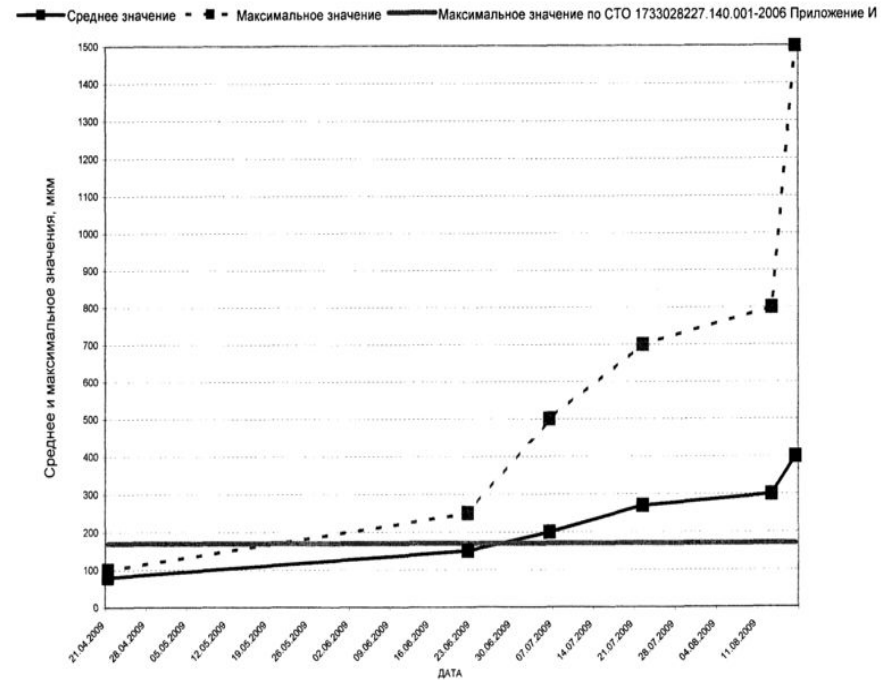
# Предпосылки аварии

## Характерные зоны работы гидроагрегатов Саяно-Шушенской ГЭС



Конструкция гидротурбин РО230/833-В-677 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.

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



Гидроагрегат № 2 проходил ремонт, после чего был принят в постоянную эксплуатацию; при этом были зафиксированы повышенные вибрации оборудования, остававшиеся, тем не менее, в пределах допустимых значений. В ходе эксплуатации гидроагрегата его вибрационное состояние постепенно ухудшалось и в конце июня 2009 года перешло допустимый уровень...



# Развитие аварии

С 08:12 происходило снижение мощности гидроагрегата № 2. 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 (из 41 обследованной) 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. При выходе обода рабочего колеса на отметку 314,6 м рабочее колесо перешло в насосный режим и за счёт запасённой энергии ротора генератора создало избыточное давление на входных кромках лопастей рабочего колеса, что привело к обрыву перьев лопаток направляющего аппарата. Через освободившуюся шахту гидроагрегата вода начала поступать в машинный зал станции.

Автоматические системы управления гидроагрегатов, останавливающие их в случае нештатных ситуаций, могли функционировать лишь при наличии электропитания, но в условиях затопления машинного зала и массового замыкания электрооборудования энергоснабжение самой станции было потеряно очень быстро, и автоматика успела остановить только один гидроагрегат — № 5.

# Предполагаемые виновные

Бывший руководитель РАО «ЕЭС России» А. Б. Чубайс, бывший технический директор РАО «ЕЭС России» Б. Ф. Вайнзихер, бывший руководитель ОАО «РусГидро» В. Ю. Синюгин и бывший министр энергетики И. Х. Юсуфов, руководство станции, руководство ОАО «РусГидро», два чиновника Ростехнадзора, а также руководители ООО «Ракурс» и ООО «Промавтоматика» (осуществлявшие работы по созданию и монтажу систем управления гидроагрегатами) .



# Социальные последствия

- Человеческие жертвы:  
В результате аварии погибло 75 человек, пострадало 13 человек.
- Паника:  
Жители, жившие ниже по течению в скором порядке покидали свои дома.
- Спекуляции:  
Взвинчивание цен на товары первой необходимости.



# Экологически последствия



Авария оказала негативное воздействие на окружающую среду: масло из ванн смазки подпятников гидроагрегатов, из разрушенных систем управления направляющими аппаратами и трансформаторов попало в Енисей, образовавшееся пятно растянулось на 130 км, что привело к массовой гибели рыбы в рыбноводческих хозяйствах и ограничению водоснабжением некоторых поселков.

# Экономические последствия

В результате аварии полностью разрушен и выброшен из шахты гидроагрегат № 2, разрушена также шахта гидроагрегата. Разрушены стены и крыша машинного зала в районе гидроагрегатов № 2, 3, 4. В районе гидроагрегатов № 2, 7, 9 разрушено перекрытие машинного зала. Общие потери, связанные с повреждением оборудования, оцениваются в 7 млрд. рублей. А на восстановление ГЭС может быть затрачено свыше 40 млрд. рублей.

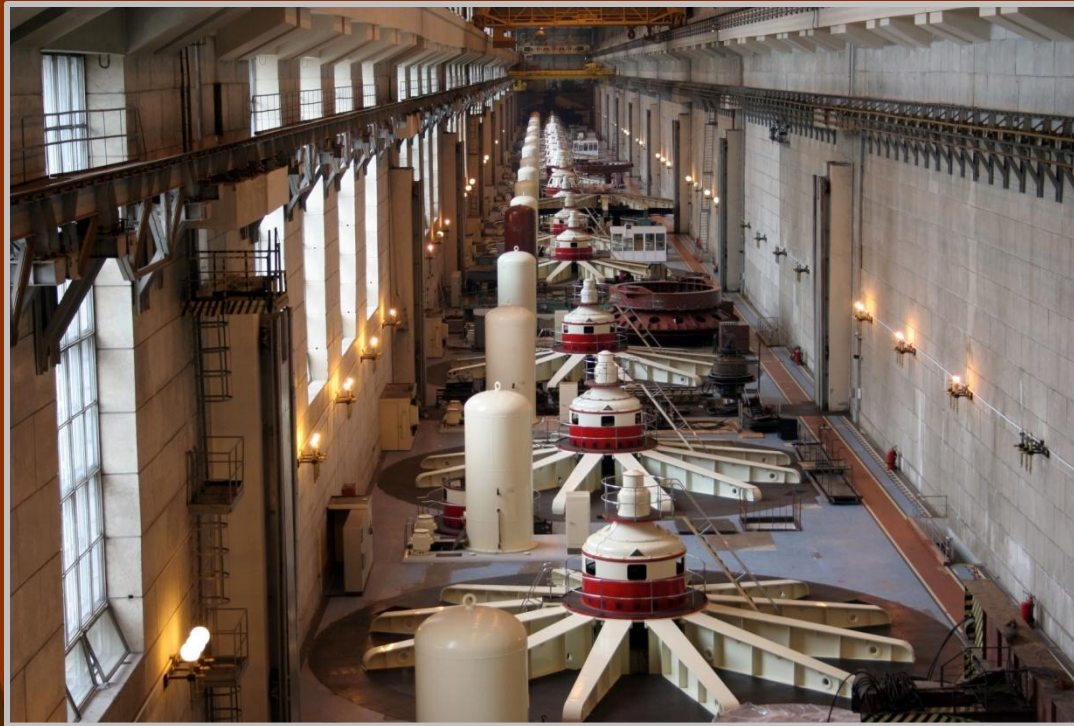


## Влияние аварии на энергосистему края



В результате аварии на непродолжительное время были полностью или частично отключены от энергоснабжения ряд промышленных предприятий. Благодаря действиям противоаварийной автоматики и персонала объединённого диспетчерского управления Сибири и Центрального диспетчерского управления, оперативно распределившими нагрузку между другими электростанциями и задействовавшими транзит из объединённых энергосистем Урала и Средней Волги через территорию Казахстана, удалось избежать каскадного отключения и «погашения» ОЭС Сибири.

# Восстановление станции



Работы по восстановлению ГЭС начались практически сразу после аварии. 19 августа 2009 года создана дирекция по ликвидации последствий аварии во главе с главным инженером станции А. Митрофановым. На первом этапе работ основной задачей являлось восстановление энергоснабжения станции и разбор завалов в машинном зале.

Восстановление ГЭС планируется на декабрь 2014 года. План восстановления станции включает в себя постепенную замену всех 10 гидроагрегатов на новые — той же мощности, но с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

# Оценки



**“...Произошедшее является предвестником того, чего давно боялись российские лидеры: неумолимой деградации инфраструктуры советской эпохи. Всё — от электростанций до портов, от аэропортов, трубопроводов и железных дорог до городских ТЭЦ и московского метро — почти всё нуждается в срочном ремонте...”**



**“...Эти трагические события должны ещё раз нам напомнить о достаточно простых вещах, о которых мы, к сожалению, зачастую забываем, — о том, что системы контроля безопасности, инфраструктура российских предприятий в целом в настоящий момент требуют предельного внимания...”**



**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!!! ;-)**

**ВНИМАНИЕ!!! ;-)**