



РусГидро
Чистая энергия

**Технико-экономический анализ
программы модернизации ПАО
«РусГидро» с применением риск-
ориентированного подхода**

Сочи 2017



Оценка технического состояния основного оборудования

РусГидро
Чистая энергия

Алгоритм оценки технического состояния



- Оценка группы параметров определяется минимальным значением балльной оценки параметра технического состояния, входящего в данную группу
- Индекс технического состояния (ИТС) - интегральный показатель технического состояния узла и единицы оборудования в целом.

Шкала оценки параметра состояния

Балл	Диапазоны значений параметров технического состояния
3	отсутствует отклонение измеряемых параметров состояния от нормативной и/или конструкторской документации (НКД)
2	параметры состояния в пределах НКД, первые признаки отклонения от выполнения требуемых функций узла, угроза наступления отказов
1	параметры находятся близко к критическим значениям, узел выполняет требуемые функции не в полном объеме
0	параметры состояния не соответствуют НКД, находятся на критическом значении

Балл «0» указывает на риск наступления отказа данного узла с высокой вероятностью

При расчете ИТС происходит учет значений параметров узлов, характеризующих риск наступления отказов

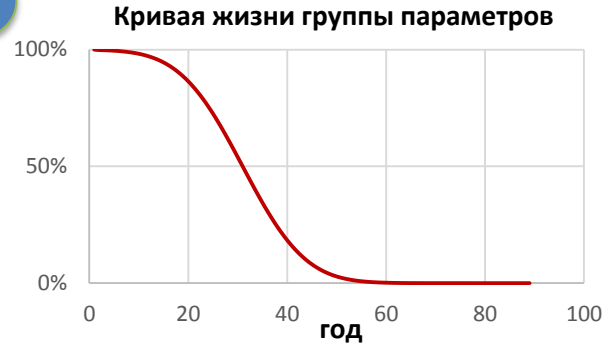
Оборудование	Количество узлов	Количество групп параметров	Количество параметров
Гидротурбина	7	23	68
Гидрогенератор	8	24	96
Трансформатор	7	22	95



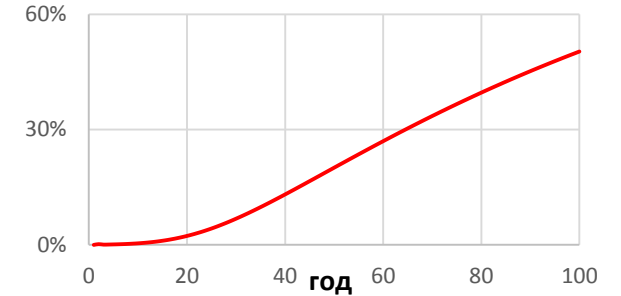
Расчет прогнозных индексов технического состояния основного оборудования

Наименование элементов узлов и отказов	Наименование группы параметров узла	Номер кривой отказа
Гидротурбина		
Узел: рабочее колесо		
1. Повреждения лопастей рабочего колеса	Кавитационный износ. Механические повреждения. Трещины на лопастях	1
2. Повреждения, износ кинематики РК	Перестановочные усилия	4
3. Утечки масла через уплотнения РК (нарушение уплотнения)	Протечки масла через уплотнение РК	5
4. Повреждения втулок маслоприемника	Перестановочные усилия	2
5. Снижение КПД турбины, рабочей мощности	Зазор "камера-лопасть"	2

1



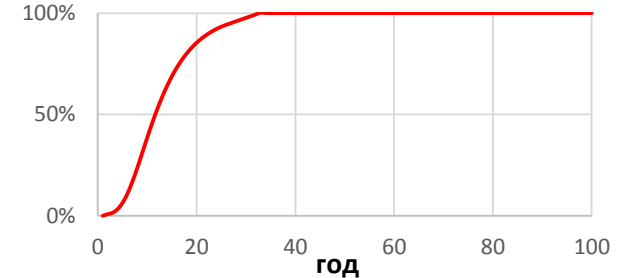
Кривая вероятности отказа



5



Кривая вероятности отказа



При расчетах прогнозных ИТС используется «кривая жизни» групп параметров ресурсопределяющих узлов основного оборудования и кривые вероятности отказов.

Методика прогнозирования.

1. Группе параметров соответствует кривая вероятности отказа.
2. В зависимости от стадии жизненного цикла узла прогнозируется изменение вероятности отказа, что определяет балльные оценки группы параметров.
3. С учетом балльной оценки производится расчет прогнозных ИТС узлов и единиц оборудования.
4. Прогнозные индексы основного оборудования позволяют определить набор проектов модернизации оборудования ГЭС на длительном временном промежутке.



РусГидро
Чистая энергия

Формирование перечня проектов при планировании программы модернизации



50% - граничное значение ИТС при переходе из состояния УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОЕ в ПЛОХОЕ

Рекомендации Аналитического центра НИИЭС (пример Саратовская ГЭС)

Оборудование	Ст.№	План/корр КР	Итоговый ИТС 2016	Прогнозный индекс оборудования по годам											
				2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Гидротурбина	2	План	58,42	52,88	49,01	45,15	40,08	42,95	37,74	32,99	28,82	25,21	22,48	замена	100,00
		Корр	58,42	52,88	49,01	45,15	замена	100,00							
		КР	КР						КР						КР
Гидротурбина	12	План	57,58	52,10	53,68	50,25	45,65	замена	100,00						
		Корр	57,58	52,10	53,68	50,25	45,65	41,80	замена	100,00					
		КР		КР						КР					

* качественная оценка диапазонов технического состояния определена проектом отраслевой методики оценки технического состояния оборудования

**уровни риска отказа соответствуют диапазонам технического состояния, определенным Постановлением Правительства РФ №1401 от 19.12.2016

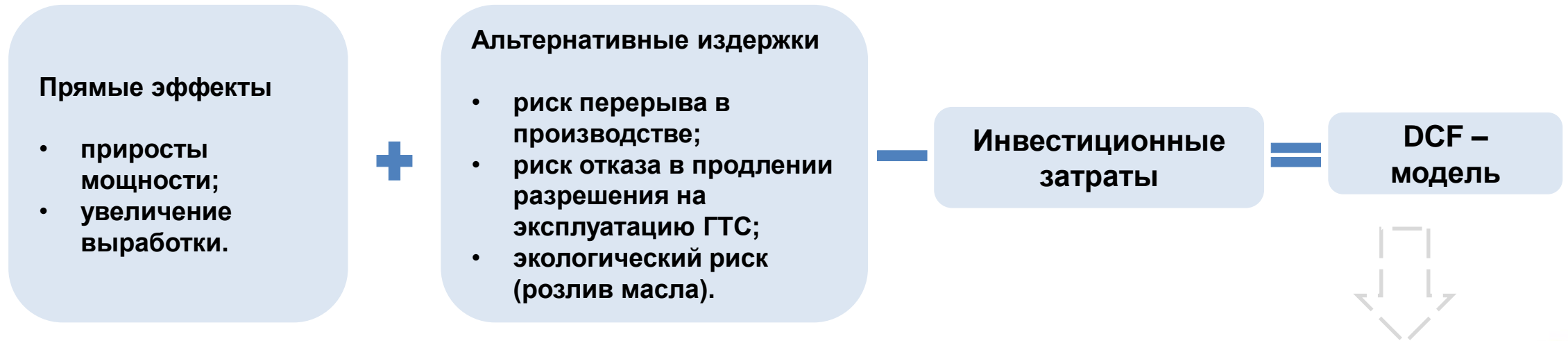


Формирование программы модернизации с учётом результатов технико-экономического анализа

ЭТАП 1: Формирование программы модернизации, исходя расчётного ИТС основного оборудования менее порогового значения (50%), графика реконструкции ГЭС, определение предварительной сметной стоимости проектов.

ЭТАП 2: оценка финансово-экономической эффективности программы модернизации по филиалам

Алгоритм оценки



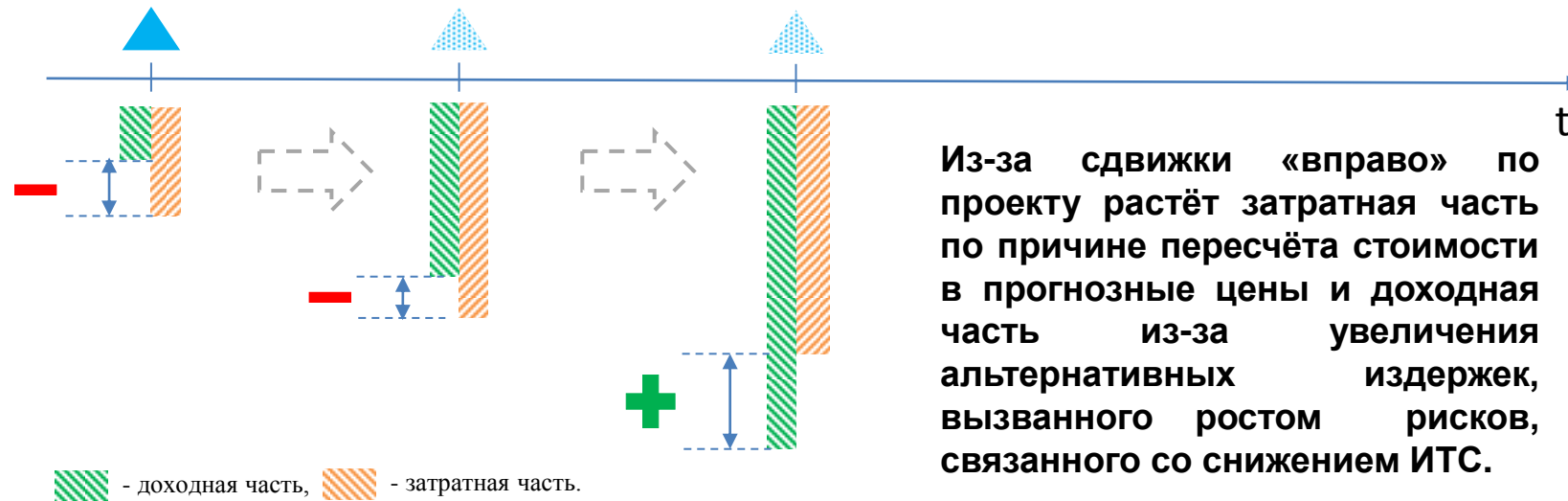
Наименование объекта	Результаты оценки экономической эффективности		
	NPV, млн. руб.	IRR, %	DPP, лет
Волжская ГЭС	12 887	21%	12
Воткинская ГЭС	9 972	18%	16
Нижегородская ГЭС	-1 652	10%	не окупается*

* - при WACC 11,6%



Оптимизация программы модернизации с учётом результатов технико-экономического анализа

ЭТАП 3 (перспективный): Оптимизация графика реализации проектов производственной программы по условиям соотношения риск/доход – затраты



Направления совершенствования методики технико-экономического анализа (ТЭА):

На текущий момент:

- ТЭА проведён по всей совокупности проектов на уровне филиалов.
- Расчёт альтернативных издержек учитывает эффект только от реализации проектов, непосредственно влияющих на отказ критических узлов основного оборудования станции, рисков ГТС и экологического ущерба от разлива масла.



Планируется:

- По многостанционным перейти к детализации моделей на уровне станций.
- Детализация подхода по учёту альтернативных издержек дополнительно в отношении общестанционных систем.
- Учет влияния комплексного использования гидроузлов



Выводы и предложения

- Индексные методики оценки состояния основного оборудования формируются с учетом рисков составляющей состояния узлов и единиц оборудования, вследствие чего скептически воспринимаются «внешним контуром» Компании

Требуется легитимизация методик на уровне отрасли

- Достоверный прогноз технического состояния на базе «кривых жизни» групп параметров и кривых вероятностей отказов элементов узлов (подузлов) обуславливается наличием и расширением базы данных в рамках выполнения аналитических функций в Компании

Назрела необходимость создания отраслевого Аналитического центра на базе специализированных НИИ.

- Техничко-экономический анализ возможен только при корректном учете всех альтернативных издержек, связанных с реализацией проектов.

Требуется создание Рабочей Группы Минэнерго по доработке методики определения показателей технико-экономического состояния объектов электроэнергетики (ПП №1401 от 19.12.2016 г.).