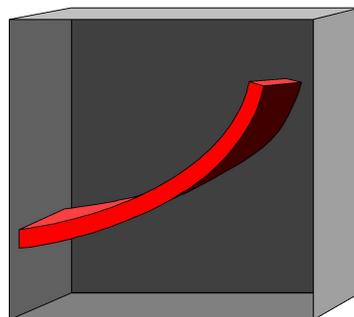
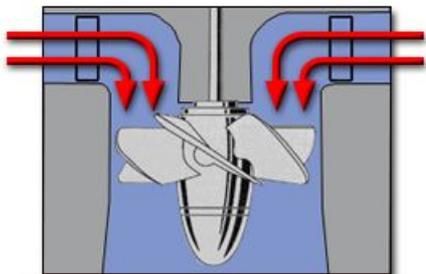


Тема II-7

Энергетические характеристики агрегатов и ГЭС



Подготовил:
доц. В.Л.Жирнов

тема: Энергетические характеристики ГЭС

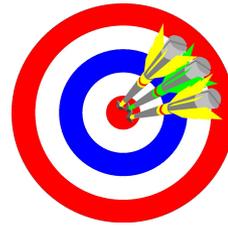
План лекции

1. Классификация энергетических характеристик гидроагрегатов.
2. Основные виды энергетических характеристик гидротурбин.
3. Энергетические характеристики агрегатных блоков и ГЭС в целом.
4. Методы получения энергетических характеристик агрегатов.



Цель лекции

Изучение энергетических характеристик гидротурбин, агрегатных блоков и ГЭС в целом. Способы получения энергетических характеристик.



Задачи

1. Изучение связей между входным энергетическим ресурсом и выходным энергетическим продуктом.
2. Освоение методики построения энергетических характеристик агрегатных блоков и ГЭС в целом.
3. Методы измерения и учета энергетических ресурсов на ГЭС.



Основные понятия

Энергетические характеристики отражают процесс преобразования подведенной энергии в полезную энергию в зависимости от определяющих параметров.

Энергетические характеристики определяют экономические производственные функции предприятия по выпуску энергетической продукции.

Виды характеристик:

Абсолютные - характеризуют связи по физическим объемам и параметрам (расходы, напоры, мощности)

Относительные - характеризуют связи по относительным объемам и параметрам (КПД, удельные расходы и др.)

Дифференциальные - характеризуют связи по приращению физических объемов и параметров от определяющих факторов.

Агрегирование характеристик:

Характеристики элементов и узлов

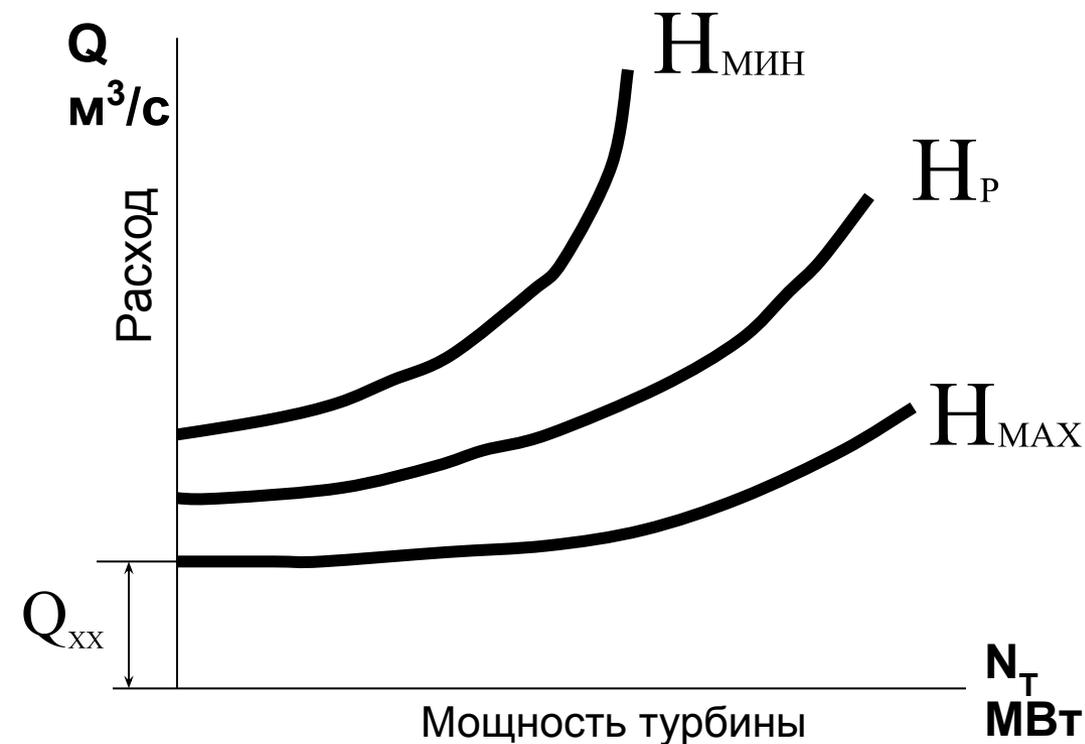
Характеристики агрегатных блоков

Характеристики станции в целом



Расходная характеристика турбины

Расходная характеристика отражает связь мощности и расхода воды через агрегат



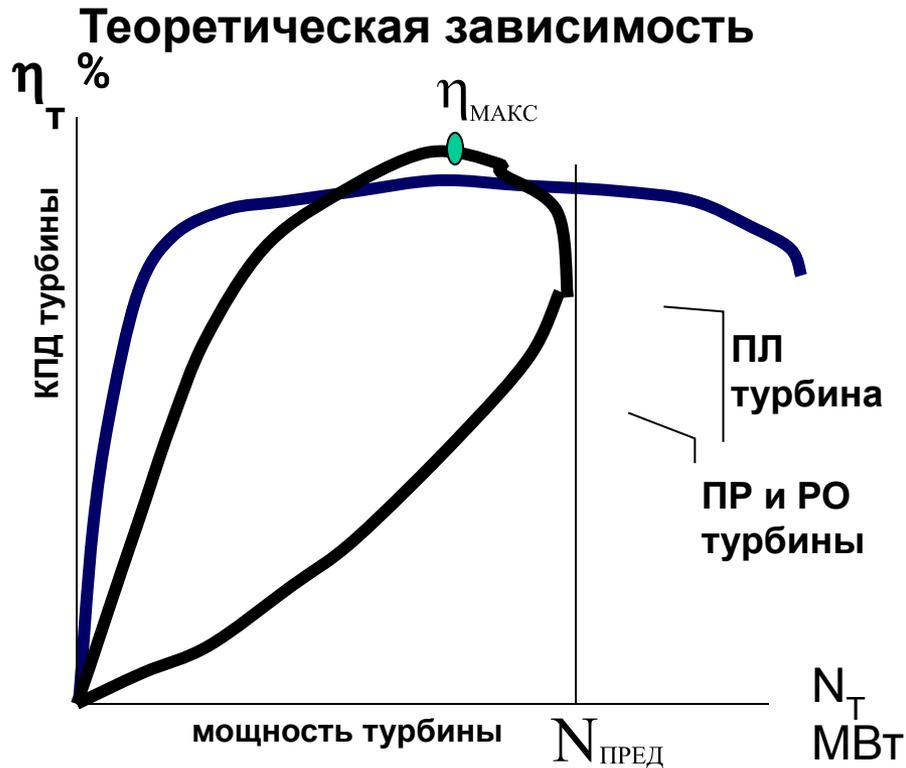
$Q_{\text{ХХ}}$ - расход холостого хода - затраты энергоресурса на преодоление потерь (гидравлических, механических и др.)

- Свойства:
- Характеристика нелинейная;
- Чем больше напор (калорийность ресурса), тем меньше требуется расхода воды.

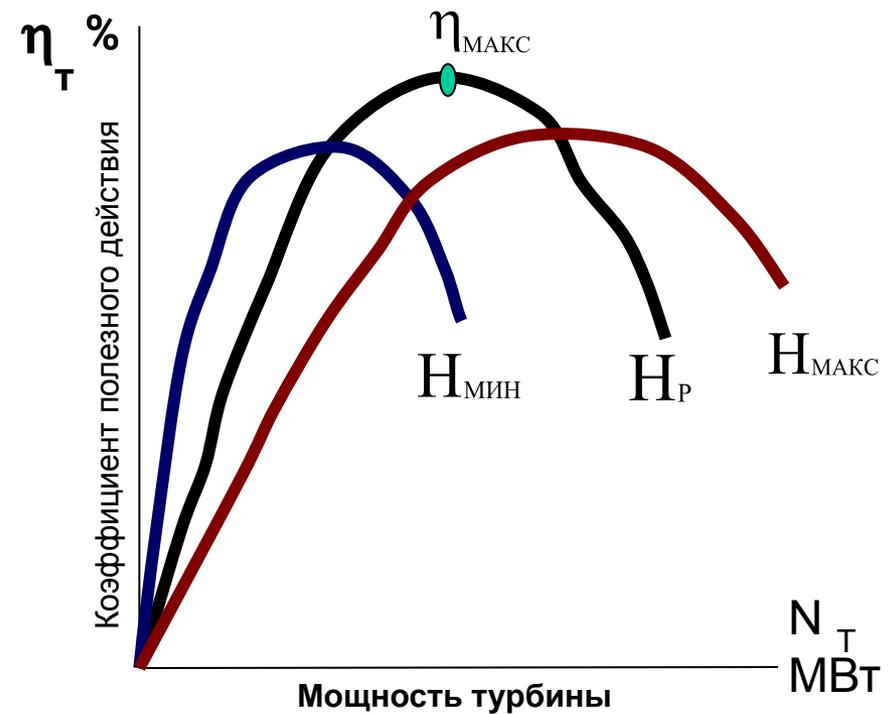
Для практического применения обладает большой погрешностью использования



Рабочая характеристика турбины



$N_{\text{ПРЕД}}$ - предельная мощность турбины, определяемая срывом потока на лопастях рабочего колеса.

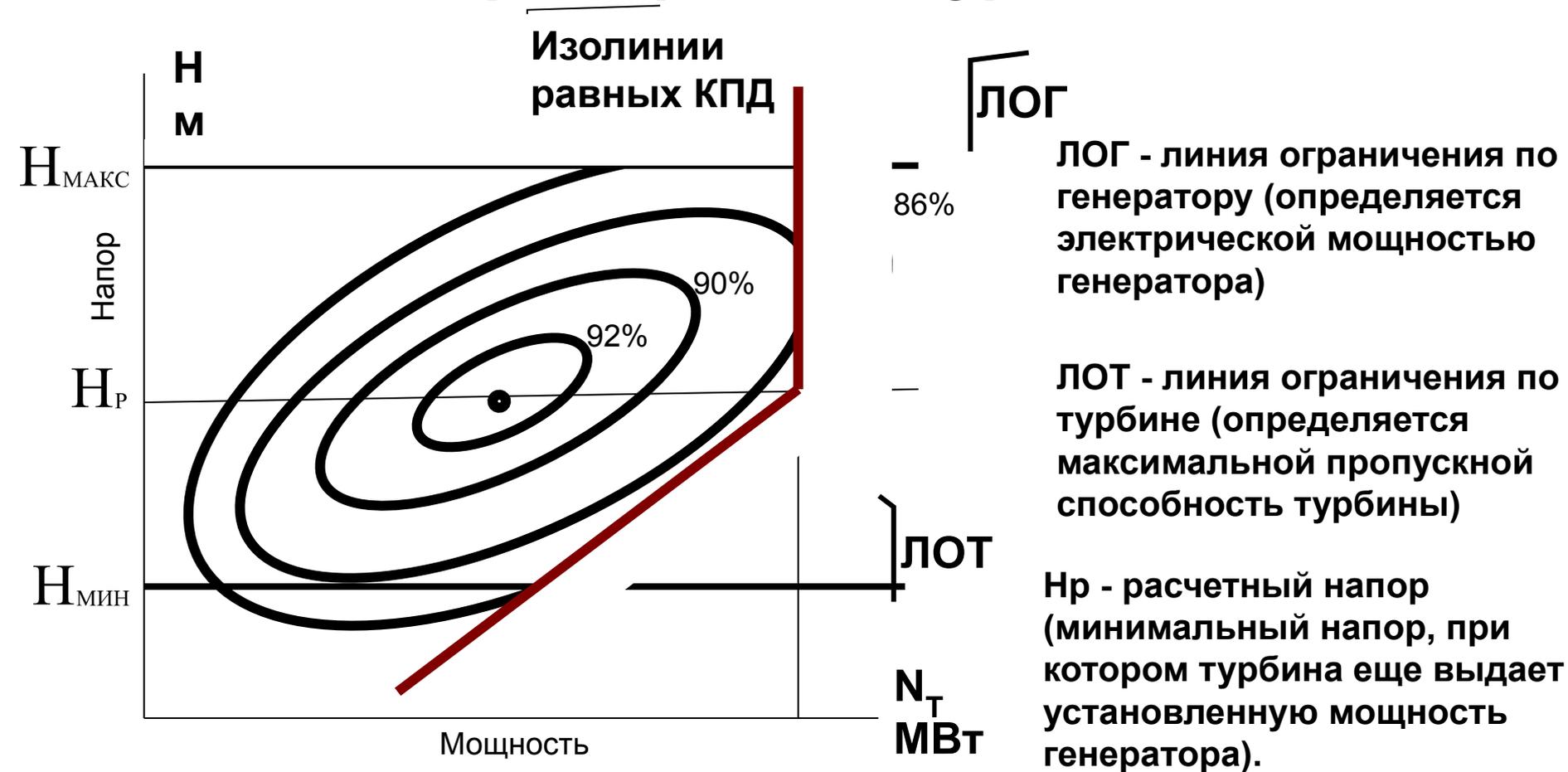


Максимальное значение КПД достигается в одной точке рабочей характеристики

Синхронный поворот лопастей направляющего аппарата и лопастей рабочего колеса (двойное регулирование) обеспечивает поддержание высокого значения КПД в широком диапазоне изменения мощностей и напоров !!

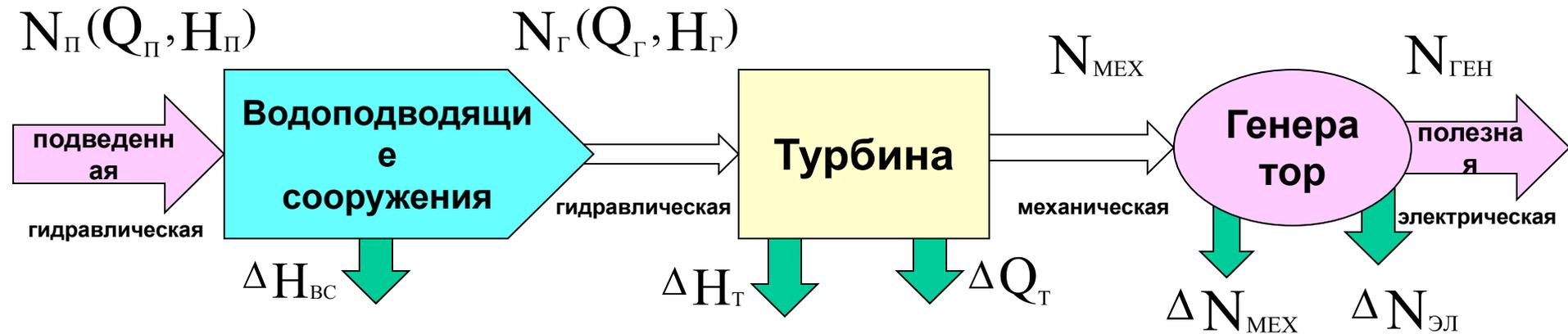


Главная эксплуатационная характеристика турбины



Главная универсальная характеристика турбины определяет энергетические параметры от определяющих факторов и зону допустимых рабочих режимов

Энергетический баланс агрегатного блока



Подвод гидравлической энергии

$$\eta_{\text{BC}} = \frac{9.81 \cdot Q_{\Gamma} \cdot (H_{\text{П}} - \Delta H_{\text{BC}})}{9.81 \cdot Q_{\text{П}} \cdot H_{\text{П}}} = \frac{Q_{\Gamma} \cdot H_{\Gamma}}{Q_{\text{П}} \cdot H_{\text{П}}};$$

Преобразование в турбине

$$\eta_{\text{T}} = \frac{9.81 \cdot (Q_{\Gamma} - \Delta Q_{\text{T}}) \cdot (H_{\Gamma} - \Delta H_{\text{T}})}{9.81 \cdot Q_{\Gamma} \cdot H_{\Gamma}};$$

Преобразование в генераторе

$$\eta_{\text{ГЕН}} = \frac{N_{\text{ГЕН}}}{N_{\text{МЕХ}}} = \frac{N_{\text{МЕХ}} - \Delta N_{\text{МЕХ}} - \Delta N_{\text{ЭЛ}}}{9.81 \cdot (Q_{\Gamma} - \Delta Q_{\text{T}}) \cdot (H_{\Gamma} - \Delta H_{\text{T}})};$$

Потери напора в ВС

$$\Delta H_{\text{BC}} = r_{\Gamma} \cdot \frac{V^2}{2g} = K_{\Gamma} \cdot Q^2;$$

$$\eta_{\text{BC}} \approx 0.85 \div 0.96$$

$$\eta_{\text{T}} \approx 0.9 \div 0.96$$

$$\eta_{\text{ГЕР}} \approx 0.96 \div 0.98$$

$$\eta_{\text{АГР}} \approx 0.8 \div 0.9$$

Агрегатный блок в целом

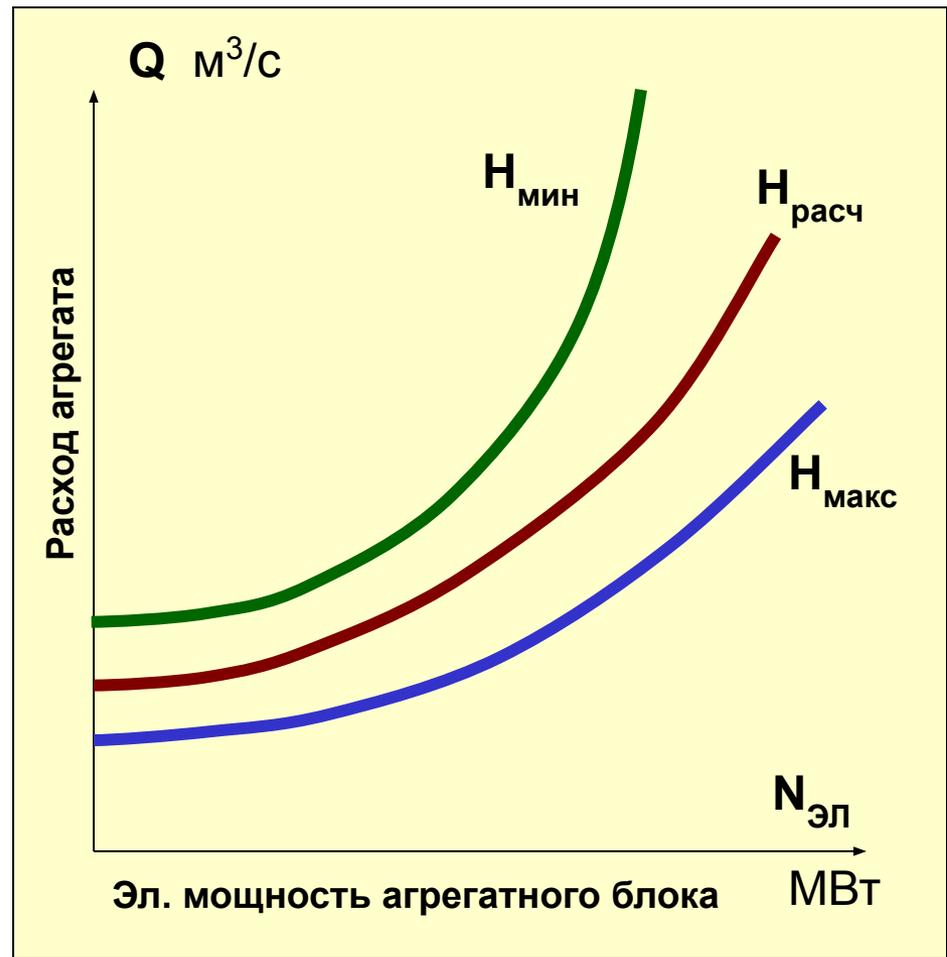
$$\eta_{\text{АГР}} = \frac{N_{\text{ГЕН}}}{N_{\text{П}}} = \eta_{\text{BC}} \cdot \eta_{\text{T}} \cdot \eta_{\text{ГЕН}} = \frac{N_{\text{ГЕН}}}{9.81 \cdot Q_{\text{П}} \cdot H_{\text{П}}};$$



Агрегатные характеристики

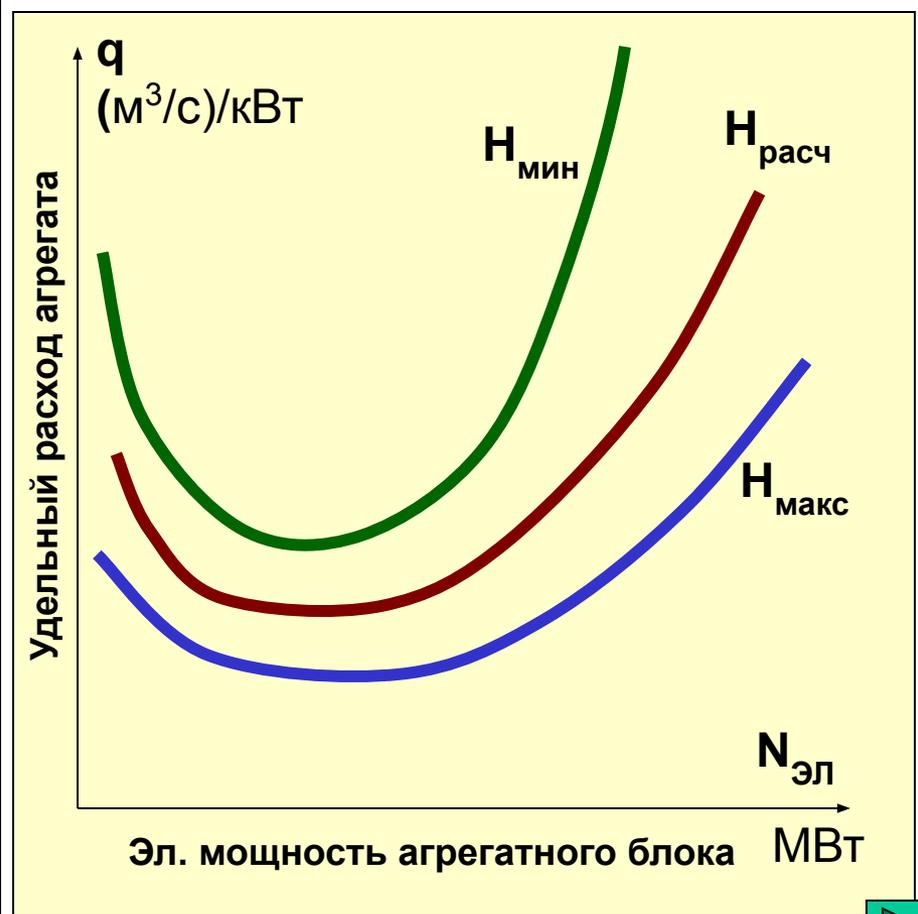
Расходная характеристика агрегата

$$N_{эл} = 9.81 Q_{п} \cdot H_{п} \cdot \eta_{вс} \cdot \eta_{т} \cdot \eta_{ген};$$



Характеристика удельного расхода

$$q = \frac{Q_{п}}{N_{эл}} = \frac{1}{9.81 \cdot H_{п} \cdot \eta_{вс} \cdot \eta_{т} \cdot \eta_{ген}}$$



Дифференциальная характеристика

Характеристика потерь

Характеристика относительных приростов (предельных затрат)

$$\eta_{агр} = \eta_{вс} \cdot \eta_{т} \cdot \eta_{ген};$$

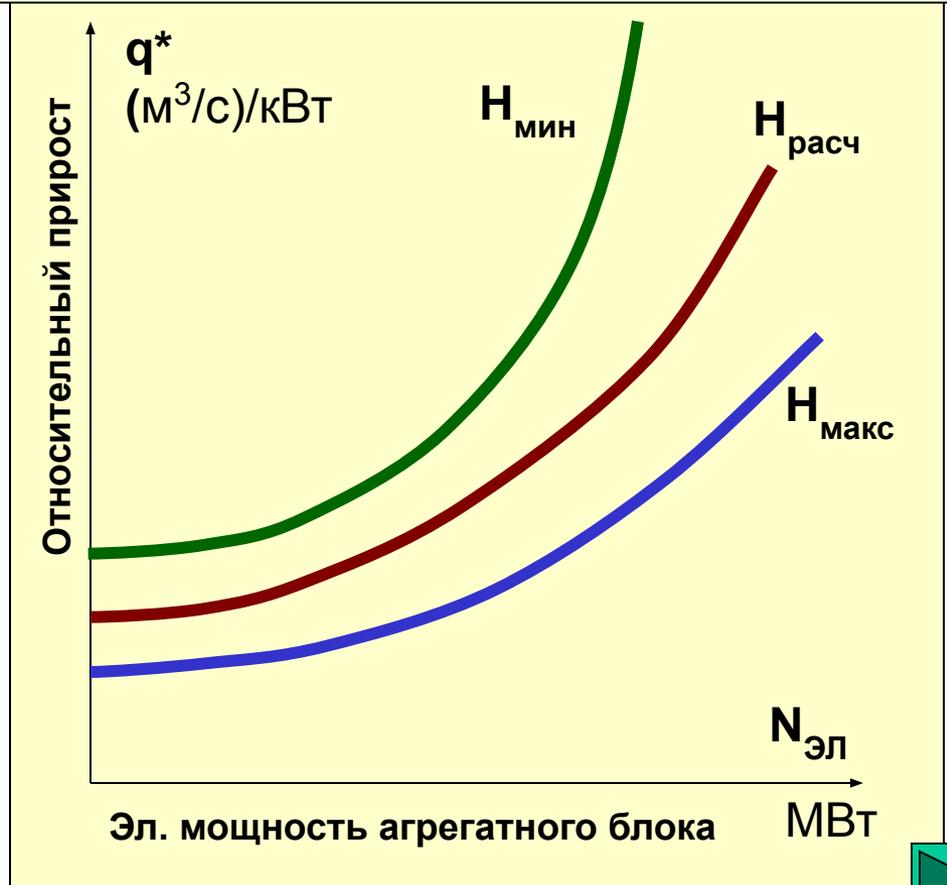
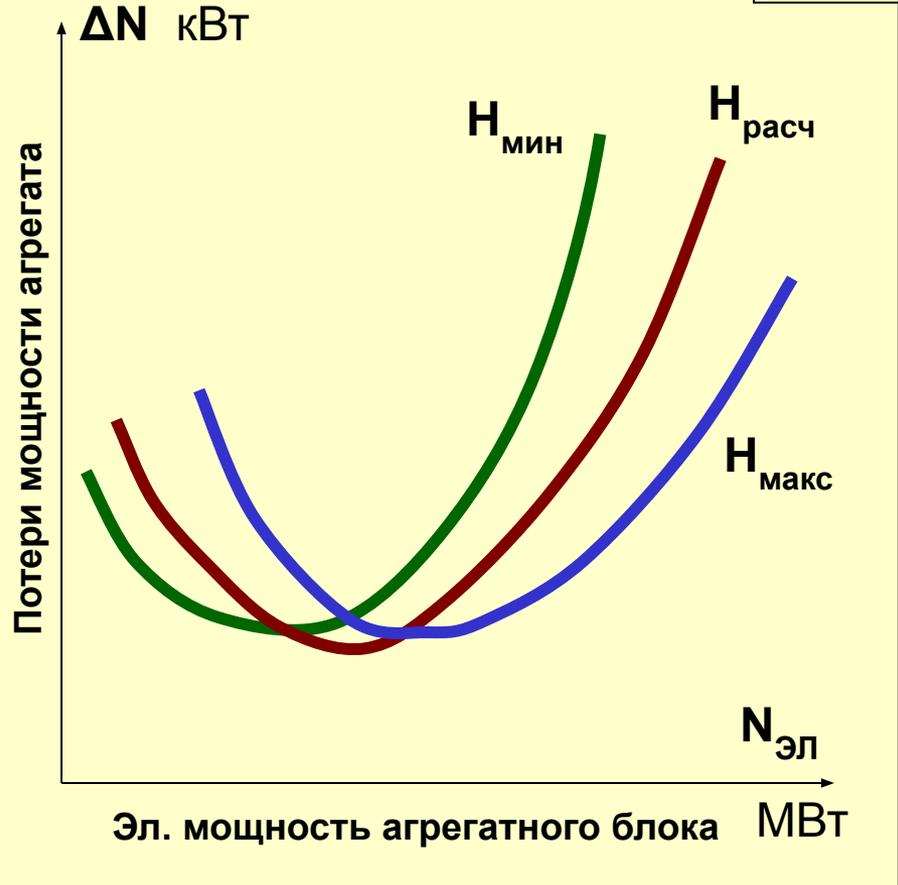
$$\Delta N = N_{эл} \left(\frac{1}{\eta_{агр}} - 1 \right)$$

1. На основе расходной характеристики

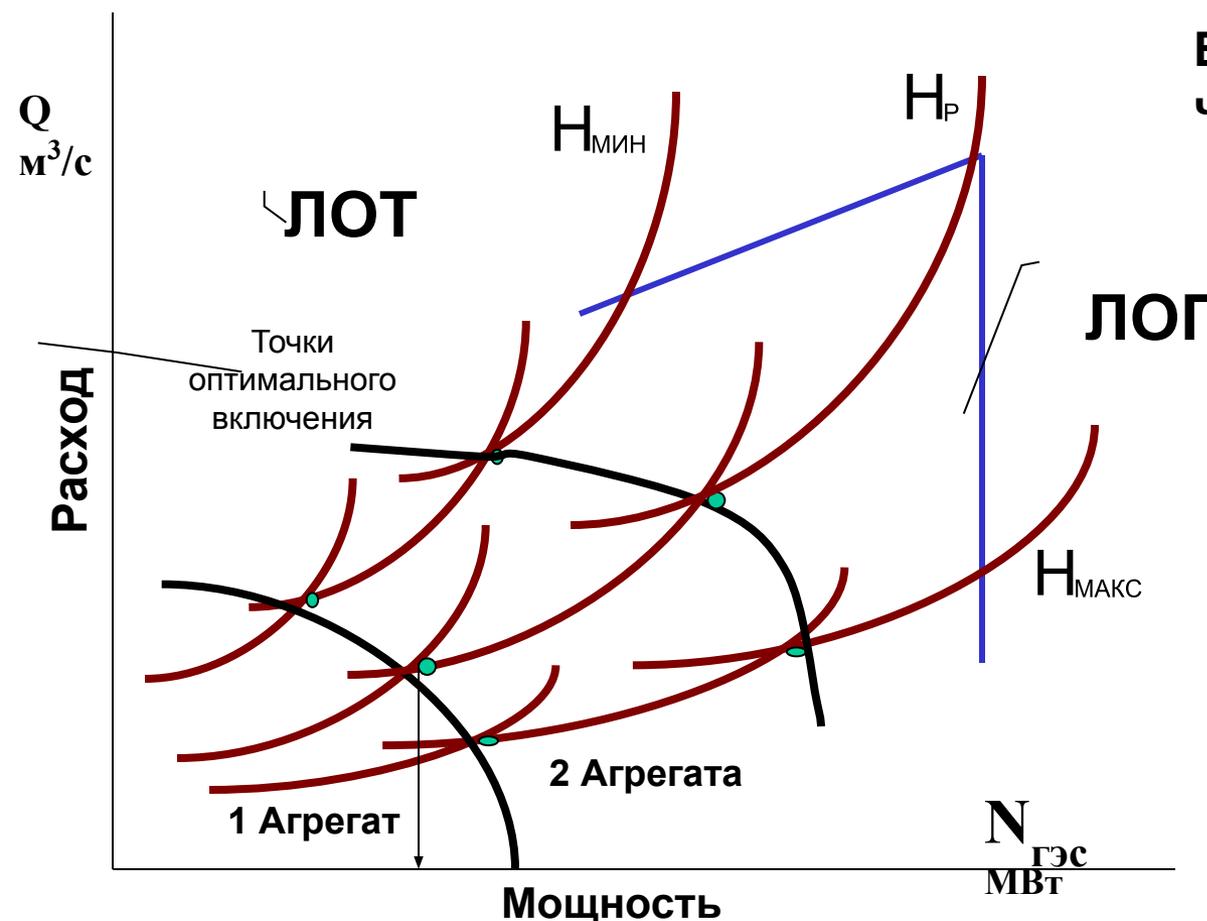
$$q^* = \frac{\Delta Q_{п}}{\Delta N_{эл}};$$

2. На основе характеристики потерь

$$q^* = \frac{1}{9.81 \cdot H_{п}} \left(1 + \frac{\partial \Delta N}{\partial N_{эл}} \right);$$



Расходная характеристика ГЭС



Все ГЭС многоагрегатные –
число агрегатов 3 – 50 шт

Агрегаты ГЭС
однотипные

Задача: сколько агрегатов
и с какой нагрузкой
необходимо включить ?

Критерий:

$$Q_{ГЭС} = \sum_Z Q_{АГРi}(N_i) \Rightarrow \min;$$

$$\text{при: } N_{ГЭС} = \sum_Z N_i$$

Условие оптимальности:
равномерное
распределение нагрузки
между работающими
агрегатами.

- **Использование:**
- Текущее диспетчерское управление
- Экономическое планирование и учет ресурсов



Методы получения энергетических характеристик

Измерения:

Напор - измеряется оперативно и всегда

Электрическая мощность - измеряется оперативно и всегда

Расход - измеряется периодически и не всегда !!???

Определение расхода гидротурбины:

МЕТОД	ПРИНЦИП	Погр.	ИСПОЛЬЗОВ.
Испытание моделей	Изготовление уменьшенной копии турбины и испытание ее	>10%	Для новых станций
По перепаду давлений в спиральной камере	Установка манометров в двух сечениях спиральной камеры турбины	>5%	Низкая надежность
Вертушками	Установка в проточной части большого числа вертушек и измерение их скорости	>2%	Большие затраты
Ультразвуковые расходомеры	По скорости прохождения ультразвука в потоке	>1%	Большие затраты

