

# ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПО РАСЧЕТУ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ПАРАЛЛЕЛЬНО РАБОТАЮЩИМИ ЭНЕРГОБЛОКАМИ ТЭС

## НАЗНАЧЕНИЕ

Программный комплекс предназначен для поиска при заданной суммарной нагрузке ТЭС и выбранного критерия оптимальных электрических нагрузок конденсационных энергоблоков.

## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Программный комплекс может применяться на электростанциях с конденсационными энергоблоками, участвующими в регулировании мощности энергосистемы, в качестве "советчика" начальнику смены станции.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Программный комплекс работает в диалоговом режиме.

Критериями оптимизации могут являться:

1. суммарный расход условного топлива на ТЭС;
2. суммарные затраты на топливо (при одновременном сжигании несколько видов топлива).

The screenshot shows a software window titled "Расчет распределения нагрузки" (Load Distribution Calculation). At the top, it asks for the "СЕЗОН" (Season) with radio buttons for "Лето" (Summer) and "Зима" (Winter), where "Зима" is selected. Below this is the section "СОСТАВ ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ" (Composition of Generating Equipment). It instructs the user to mark active power blocks and specify their power range (150-300 MW). There are eight checkboxes for "ст. №1" through "ст. №8", with the first five checked. Each checked box has two input fields for "Nmin" and "Nmax", all containing the values "150" and "300" respectively. Below the checkboxes, there is a field for "Максимальный расход газа на станцию, тыс.м3/час" (Maximum gas consumption) with the value "500". At the bottom, there is a field for "Заданная нагрузка станции, МВт" (Given station load) with the value "1100". Two buttons, "Далее" (Next) and "Выход" (Exit), are located at the bottom of the window.

При поиске оптимальных электрических нагрузок энергоблоков, обеспечивающих выполнение критерия (1) или (2), учитываются факторы:

- суммарная электрическая нагрузка ТЭС, заданная суточным графиком нагрузки;
- допустимые электрические нагрузки энергоблоков;
- работа котлоагрегатов в различных режимах (работа на различных видах топлива или их смеси, для двухкорпусных котлов - работа в однокорпусном режиме), при этом режим задается своей характеристикой;
- отключение (останов) энергоблоков;
- фиксация нагрузки энергоблоков;

расход электроэнергии на собственные нужды;  
ограничения по максимально допустимому расходу топлива на ТЭС.

Программный комплекс включает в себя два раздела:

1. **«Характеристики (просмотр и коррекция)»** - процедура, позволяющая производить просмотр, коррекцию и внесение дополнительной информации в базу данных каждого энергоблока, а также просмотр и коррекцию общестанционных данных;

Характеристики									
Энергоблок ст. № 3									
№	Дата	Мощность МВт	Расход топлива		Расход эл. эн. на СН блока МВт	Топливо - газ		Летний режим	Примечание (источник данных)
	чч.мм.гг		к. "А"	к. "Б"		к. "А"	к. "Б"		
			1000 м3/час			мг/нм3			
1	<input checked="" type="checkbox"/>	01.12.04	150	20.85	20.71	6.62	94	124	Номинальные ТЭП. Режимная карта
2	<input checked="" type="checkbox"/>	01.12.04	160	22.26	22.09	6.64	95	126	Номинальные ТЭП. Режимная карта
3	<input checked="" type="checkbox"/>	01.12.04	180	24.63	24.44	6.77	99	131	Номинальные ТЭП. Режимная карта
4	<input checked="" type="checkbox"/>	01.12.04	200	27.32	27.10	6.98	102	136	Номинальные ТЭП. Режимная карта
5	<input checked="" type="checkbox"/>	01.12.04	220	30.01	29.76	7.29	110	145	Номинальные ТЭП. Режимная карта
6	<input checked="" type="checkbox"/>	01.12.04	240	32.68	32.40	7.69	119	157	Номинальные ТЭП. Режимная карта
7	<input checked="" type="checkbox"/>	01.12.04	260	35.38	35.09	8.11	132	175	Номинальные ТЭП. Режимная карта
8	<input checked="" type="checkbox"/>	01.12.04	280	38.03	37.73	8.53	157	207	Номинальные ТЭП. Режимная карта
9	<input checked="" type="checkbox"/>	01.12.04	300	40.59	40.28	8.91	210	276	Номинальные ТЭП. Режимная карта
10	<input type="checkbox"/>								
11	<input type="checkbox"/>								
12	<input type="checkbox"/>								
13	<input type="checkbox"/>								
14	<input type="checkbox"/>								
15	<input type="checkbox"/>								

Проверка достоверности выполняется только при добавлении данных в таблицу после полного заполнения каждой строки.

**ПЕРЕД ВВОДОМ ОТМЕТЬТЕ СТРОКИ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ВНЕСЕНЫ В БАЗУ ДАННЫХ!!!**

2. **“Расчет распределения нагрузки”** - выполнение расчета оптимальных нагрузок блоков, расходов топлива по энергоблокам, суммарных затрат на топливо, выбросов в атмосферу, платы за выбросы.

Режим просмотра и коррекции характеристик энергоблоков предназначен для ввода в базу данных, просмотра и коррекции характеристик энергоблоков, а также данных о сжигаемом топливе и экономических данных (цен на топливо и платы за выбросы). Используемые при расчете характеристики энергоблоков представляют собой табличные зависимости расхода топлива, величин выбросов, расходов электроэнергии на собственные нужды энергоблоков от электрической нагрузки энергоблоков. Характеристики хранятся в базе данных программы и при необходимости могут быть скорректированы.

Режим оптимизации является основным режимом работы программного комплекса. В данном режиме осуществляется: ввод значения заданной нагрузки; ввод инфор-

мации о работе энергоблоков (состояние энергоблоков, допустимый диапазон изменения нагрузки для каждого энергоблока, топливный режим на каждом энергоблоке, наличие тепловой нагрузки, режим работы в однокорпусном режиме для дубли-блоков); вывод результатов расчета.

По результатам расчетов выдается следующая информация:

- заданная нагрузка станции, для которой выполнен расчет;
- данные по оптимальному распределению нагрузки между энергоблоками.

Здесь выдается следующая информация:

нагрузка каждого энергоблока;

расход топлива: расход на энергоблок, а для дубли-блоков по каждому корпусу котла;

расход топлива по станции в целом;

затраты на топливо;

выбросы NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>;

плата за выбросы.

Указанная информация выдается отдельно для режимов оптимизации по критерию минимизации суммарного расхода топлива и по критерию минимизации суммарных затрат на топливо.

**Расчет распределения нагрузки**

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАННОЙ НАГРУЗКИ ПО БЛОКАМ**

Заданная нагрузка станции, МВт:

Загрузка блоков в регулируемом диапазоне станции:  Оптимальность

по топливу  по затратам на топливо

**Распределение по расходу топлива**

Энергоблок	ст. №1	ст. №2	ст. №3	ст. №4	ст. №5	ст. №6	ст. №7	ст. №8
Мощность	<input type="text" value="252"/>	<input type="text" value="252"/>	<input type="text" value="222"/>	<input type="text" value="224"/>	<input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Расход топлива: газ - тыс. м3/ч, мазут - т/ч								
к.А газ	<input type="text" value="36,05"/>	<input type="text" value="36,05"/>	<input type="text" value="31,81"/>	<input type="text" value="32,07"/>	<input type="text" value="44,31"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
к.А мазут	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>				
к.Б газ	<input type="text" value="35,74"/>	<input type="text" value="35,74"/>	<input type="text" value="31,55"/>	<input type="text" value="31,82"/>				<input type="text" value="362,42"/>
к.Б мазут	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>				<input type="text" value="278,31"/>
Расход топлива по станции: газ, тыс. м3/ч <input type="text" value="315,14"/> мазут, т/ч <input type="text" value="0,00"/>								
Выбросы, кг/ч: NO <sub>x</sub> <input type="text" value="351,18"/> SO <sub>2</sub> <input type="text" value="0,00"/> V2O5 <input type="text" value="0,00"/>								
Плата за выбросы, руб/ч: NO <sub>x</sub> <input type="text" value="35,66"/> SO <sub>2</sub> <input type="text" value="0,00"/> V2O5 <input type="text" value="0,00"/>								

**Распределение по затратам на топливо**

Энергоблок	ст. №1	ст. №2	ст. №3	ст. №4	ст. №5	ст. №6	ст. №7	ст. №8
Мощность	<input type="text" value="252"/>	<input type="text" value="252"/>	<input type="text" value="222"/>	<input type="text" value="224"/>	<input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Расход топлива: газ - тыс. м3/ч, мазут - т/ч								
к.А газ	<input type="text" value="36,05"/>	<input type="text" value="36,05"/>	<input type="text" value="31,81"/>	<input type="text" value="32,07"/>	<input type="text" value="44,31"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>
к.А мазут	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>				
к.Б газ	<input type="text" value="35,74"/>	<input type="text" value="35,74"/>	<input type="text" value="31,55"/>	<input type="text" value="31,82"/>				<input type="text" value="362,42"/>
к.Б мазут	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>				<input type="text" value="278,31"/>
Расход топлива по станции: газ, тыс. м3/ч <input type="text" value="315,14"/> мазут, т/ч <input type="text" value="0,00"/>								
Выбросы, кг/ч: NO <sub>x</sub> <input type="text" value="351,18"/> SO <sub>2</sub> <input type="text" value="0,00"/> V2O5 <input type="text" value="0,00"/>								
Плата за выбросы, руб/ч: NO <sub>x</sub> <input type="text" value="35,66"/> SO <sub>2</sub> <input type="text" value="0,00"/> V2O5 <input type="text" value="0,00"/>								

Проверка оптимальности

Введите мощность блоков

ст. №1	<input type="text" value="252"/>
ст. №2	<input type="text" value="252"/>
ст. №3	<input type="text" value="222"/>
ст. №4	<input type="text" value="224"/>
ст. №5	<input type="text" value="150"/>
ст. №6	<input type="text" value="0"/>
ст. №7	<input type="text" value="0"/>
ст. №8	<input type="text" value="0"/>
Нсум	<input type="text" value="1100"/>
Небаланс	<input type="text" value="0,00"/>

Расход топлива, т/ч:  Затраты на топливо, т.р/ч:

Предусмотрена возможность расчета суммарного расхода топлива и суммарных затрат на топливо при заданной нагрузке станции для любого выбранного пользователем распределения нагрузки между энергоблоками.

Выдается информация по рекомендуемой оптимальной загрузке энергоблоков во всем регулировочном диапазоне станции по критериям оптимальности по расходу топлива и затратам на топливо.

### **ПРЕИМУЩЕСТВА**

Оптимизация проводится с помощью метода динамического программирования, не накладывающего ограничений на вид расходных характеристик энергоблоков.

Каждый режим работы энергоблока задается собственной характеристикой.

Возможна полная или частичная замена данных в характеристиках энергоблоков.

При вводе дополнительной информации в базу данных характеристик энергоблоков предусматривается проверка достоверности вновь вводимых данных, при которой выполняется расчет отклонения вновь введенных данных от хранящихся в базе данных характеристик энергоблока.

При изменении базы данных характеристик энергоблоков автоматически (программно) выполняется расчет новых коэффициентов модели расходной характеристики энергоблока, сохранению этой характеристики и ее использованию в дальнейших расчетах.

Также предусмотрен учет текущего фактического состояния оборудования - отклонение ряда технологических параметров от номинальных значений из-за текущего технического состояния оборудования.

### **ПРАВОВАЯ ЗАЩИТА**

На программный комплекс получено официальное свидетельство №2005611841 о регистрации программы для ЭВМ Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам от 26.07.05.

### **ФОРМА СОТРУДНИЧЕСТВА**

Поставка программного комплекса, работы по настройке и сопровождению программы, вводу и коррекции расходных характеристик энергоблоков, обучение персонала пользованию.

### **КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Макарчян Владимир Алексеевич, E-mail: [vam@acsnw.mpei.ac.ru](mailto:vam@acsnw.mpei.ac.ru); Мезин Сергей Витальевич, E-mail: [mezinsv@mpei.ru](mailto:mezinsv@mpei.ru), кафедра Автоматизированных систем управления тепловыми процессами (АСУТП), тел: (495) 362-70-29, (495) 362-77-20, (495) 362-70-92.