

## Соревнования комплексных бригад оперативного персонала филиалов ОАО «Третья генерирующая компания оптового рынка электроэнергии» (ОГК-3)

Рабенко В.С., Виноградов А.Л., Киселёв А.И., Буданов В.А., кандидаты технических наук

Представлены результаты соревнований по профессиональному мастерству оперативного персонала филиалов ОАО «ОГК-3» на тренажере энергоблока 300 МВт с ПТК «КВИНТ» Костромской ГРЭС, разработанном в Ивановском государственном энергетическом университете и предназначенном как для подготовки оперативно-го персонала блока, так и для проведения исследований работы оборудования в различных режимах.

*Ключевые слова:* тренажер, моделирование, энергоблок.

### Competition of Combined Teams of OGK-3 Operating Personnel

V.S. Rabenko, A. L. Vinogradov, A. I. Kiseliov, V. A. Budanov, Candidates of Engineering

The article contains the results of workmanship competitions of OGK-3 operating personnel on 300 megawatt unit simulator. The simulator was designed by Ivanovo State Power University and assigned for unit operating personnel and operating conditions investigation of power equipment.

*Keywords:* simulator, simulation, investigations, power unit.

В период с 26 по 30 апреля 2010 года на базе Костромской ГРЭС состоялись соревнования комплексных бригад оперативного персонала ОАО «ОГК-3». В соревнованиях приняли участие команды Костромской, Гусиноозерской, Печорской, Харанорской, Черепетской и Южноуральской ГРЭС.

Соревнования состояли из 7 этапов, ряд из которых проводился с использованием тренажерных средств.

**Этапы соревнований с использованием тренажеров профессиональной подготовки персонала КТЦ, ЦТАИ и ХЦ.** На 2 этапе проводилась проверка профессиональных навыков персонала КТЦ. Компьютерный тренажер энергоблока 300 МВт выполнен на основе всережимной математической модели и представляет собой комплекс из 7 компьютеров, соединенных локальной сетью (рис. 1). В тренажере имеется рабочее место инструктора.

За прототип при создании тренажера были взяты энергоблока 2-й очереди Костромской ГРЭС (котел ТГМП-314, турбина К-300-240 ЛМЗ, топливо газ/мазут, ПТК «КВИНТ»).

Информационно-управляющий интерфейс операторов тренажера энергоблока по количеству и составу видеофрагментов, составу оборудования, количеству и назначению органов управления и контроля, составу и функциям АСУ аналогичен ПТК «КВИНТ». Это позволяет в полном объеме управлять оборудованием и получать необходимую информацию в темпе протекающих процессов, как на реальном энергоблоке-прототипе.

В состав каждой бригады соревнований на тренажере энергоблока входили: начальник смены КТЦ и машинист энергоблока.

Судейство осуществлялось специалистами ОАО «ОГК-3», а также представителями кафедры «Паровые и газовые турбины» ИЭГУ.

**Описание состава задач подэтапов соревнований на тренажере.** На соревнованиях тренажерный этап был представлен двумя подэтапами:

2.1. «Работа по диспетчерскому графику»; 2.2. «Противоаварийная тренировка».

На прохождение подэтапа 2.1 отводилось 2,5 ч. На противоаварийную тренировку (подэтап 2.2) было запланировано 30 мин активного времени (от начала возникновения аварийной ситуации до приведения блока в границы безопасного состояния). Все этапы требовали, помимо безукоризненного понимания физики протекающих процессов, обязательных практических навыков управления динамикой процессов энергоблока, оснащенного новым поколением АСУТП ПТК «Квинт».

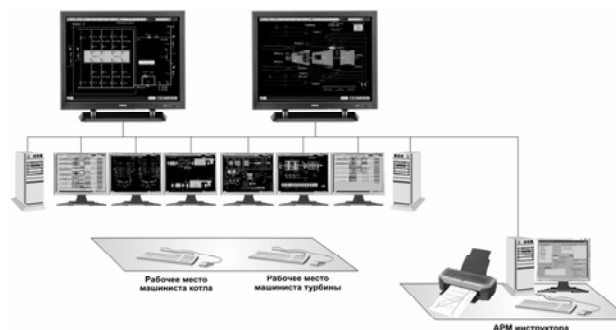


Рис. 1. Тренажер газомазутного энергоблока 300 МВт Костромской ГРЭС

**Подэтап 2.1. «Работа по диспетчерскому графику».** Соблюдение диспетчерского графика электрической нагрузки является неотъемлемой частью производства электроэнергии. При разработке положения о проведении второго этапа соревнований ОГК-3 умению вести диспетчерский график нагрузки уделялось особое внимание.

Участникам соревнований предлагалось выполнить заданный график нагрузки (рис. 2), при прохождении которого необходимо было осуществить переключения на вспомогательном оборудовании (включить в работу ПВД с соблюдением критериев прогрева подогревателей и трубопроводов, перейти с пускорезервного питательного насоса (ПЭН) на основной питательный турбонасос (ПТН), изменить

вид сжигаемого топлива). Задача усложнялась лимитом выделенного топлива. *Переход по топливу, согласно инструкции по эксплуатации энергоблока 300 МВт КГРЭС, можно производить только при стабильной нагрузке блока.*

Выполнение данного этапа на тренажере было максимально приближено к условиям рабочего места операторов БЦУ и требовало высокого профессионализма, так как учитывались затраты топлива, электроэнергии на собственные нужды, а также минимизация потерь на рынке (оплата за мощность) при прохождении «коридора» нагрузки заданного рабочего диспетчерского графика (РДГ). Результаты прохождения диспетчерского графика участниками представлены на рис. 2.

*Напряжение, которое испытывали команды во время соревнований, не позволило ни одной из них пройти этот этап на 100 %. Это еще раз показывает важность непрерывной тренажерной подготовки оперативного персонала в энергетике.*

**Подэтап 2.2. «Противоаварийная тренировка».** Противоаварийная подготовка оперативного персонала крайне актуальна на сегодняшний момент. Оборудование работает не первое десятилетие, и, несмотря на ремонты, профилактики и осмотры, возможны дефекты как по механической

части, так и из-за сбоев автоматики и электромеханики. Рассмотрим пример одной тренировки – «самопроизвольное закрытие направляющего аппарата (НА) дутьевого вентилятора (ДВ «Б»)). Такая ситуация возможна:

а) при обрыве тяги от электрифицированного механизма управления направляющего аппарата до самого аппарата;

б) при механической неисправности электрифицированного механизма управления, залипании контактов на электродвигателе и др.;

в) при неадекватной работе автоматики (ложная информация о положении НА или от приборов контроля) и др.

При возникновении подобной ситуации машинист должен разгрузить котел до верного соотношения «воздух–топливо», чтобы в котле было достаточно воздуха для полного сгорания топлива и в то же время не было его большого переизбытка, так как это тоже приводит к нерасчетным процессам горения и, как следствие, резким колебаниям температур по тракту котла. В прямоточном котле это может привести или к пережогу поверхностей нагрева, или к глубокому снижению температуры пара перед турбиной.

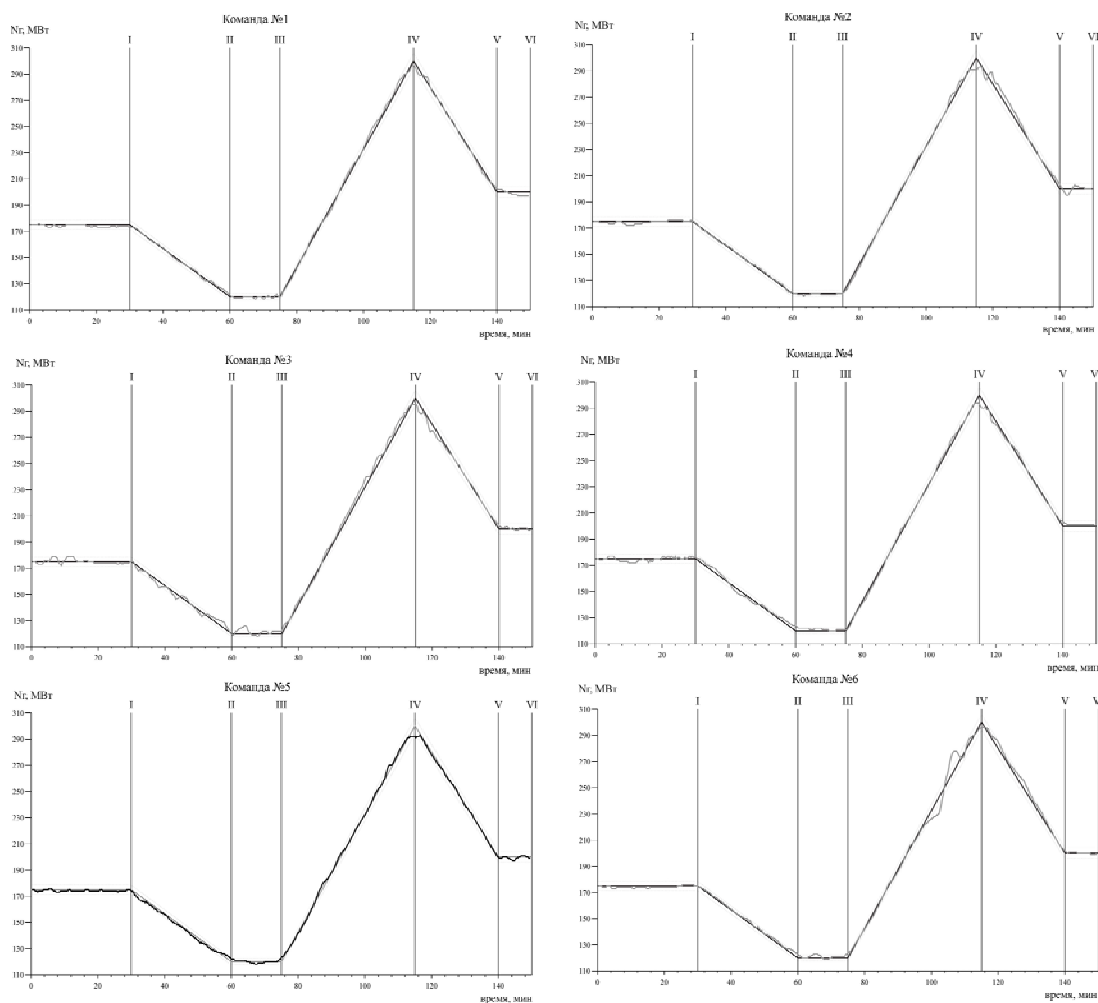


Рис. 2. Результаты прохождения диспетчерского графика участниками: ———— — задание; ————— — выполнение

Умение быстро и правильно оценить возникшую аварийную ситуацию, принять грамотное решение, оперативно устранить неисправность – это важное качество оперативного работника.

Соревнующимся было предложено удержать блок в работе в условиях сложной аварийной ситуации. Имелось несколько подготовленных различных аварийных ситуаций (табл. 1). Выбор номера аварийной ситуации (тематика соревнующимся не озвучивалась) осуществлялся самими участниками, после чего судейской комиссией на тренажере устанавливалась соответствующая ситуация и бригада КТЦ приглашалась для прохождения подэтапа. Принятое решение позволяло усложнить соревнование, поскольку присутствовал элемент неожиданности, команды не знали конкретную тему тренировки и могли продемонстрировать свою оперативную готовность в любых аварийных ситуациях.

Таблица 1. Темы противобаварийных тренировок

№	Тема
1	Отключение ПТН
2	Отключение одного КЭН
3	Отключение ПВД
4	Самопроизвольное закрытие НА ДВ «Б»
5	Закрытие задвижки подачи мазута на котел

Так как время тренировки было ограничено, бригаде приходилось работать в очень сложных условиях, и это вызывало ошибки. Все команды удержали блок в рабо-

те и не допустили существенных отклонений в режиме его работы, которые повлекли бы повреждение оборудования. Однако допущенные некоторыми бригадами ошибки снизили их оценки. В основном это было связано с желанием быстрее локализовать аварийную ситуацию.

Принятая судейской коллегией система оценки приведена в табл. 2, в табл. 3 приведен перечень параметров и величин блока, за нарушение которых бригады получали штрафные баллы. Прежде всего следует отметить, что все контролируемые величины соответствуют положениям инструкции по эксплуатации реального блока Костромской ГРЭС. Отрадно отметить, что соревнующиеся бригады получали штрафные баллы только по ограниченному числу контролируемых величин, преимущественно не допуская нарушения тепловых и механических характеристик основного оборудования, что свидетельствует о высококвалифицированном ведении режима блока.

Таблица 2. Оценка действий соревнующихся бригад

Под-этап	Наименование этапа	Машинная оценка	Оценка судьи	Всего
2.1	Диспетчерский график	300	-30	300
2.2	Противобаварийная тренировка	100	0	100

Таблица 3. Система машинной оценки одного подэтапа соревнований на тренажере

Наименование	Штрафные баллы	Граничные значения параметров
Диспетчерский график	5 в мин <sup>(1)</sup>	Выход из 2%-ного коридора
Перерасход топлива	2 за 0,1 т у.т	148,5 т
Перерасход эл. энергии на собственные нужды, за 1%	2 за 100 кВт·ч	17,5 МВт·ч
Отклонение расхода газа от установленного лимита	2 за ± 0,1 тыс. нм <sup>3</sup>	43 тыс. нм <sup>3</sup>
Разряжение в топке котла:		
– превышение	1 в мин <sup>(2)</sup>	5,0 мм вод. ст.
– понижение	1 в мин <sup>(2)</sup>	-10,0 мм вод. ст.
Превышение O <sub>2</sub>	2 в мин <sup>(2)</sup>	1,0
Понижение O <sub>2</sub>	2 в мин <sup>(2)</sup>	0,1
Превышение Топ	2 в мин <sup>(2)</sup>	550 °С
Понижение Топ	2 в мин <sup>(2)</sup>	535 °С
Превышение Тшпп	1 в мин <sup>(2)</sup>	550 °С
Понижение Тшпп	1 в мин <sup>(2)</sup>	470 °С
Превышение Тпп	2 в мин <sup>(2)</sup>	550 °С
Понижение Тпп	2 в мин <sup>(2)</sup>	535 °С
Превышение Тврч	1 в мин <sup>(2)</sup>	425 °С
Понижение Тврч	1 в мин <sup>(2)</sup>	325 °С
Превышение «Н» ПНД-2	2 в мин <sup>(2)</sup>	140 мм
Понижение «Н» ПНД-2	2 в мин <sup>(2)</sup>	40 мм
Превышение «Н» Д-10ата	2 в мин <sup>(2)</sup>	100 мм
Понижение «Н» Д-10ата	2 в мин <sup>(2)</sup>	210 мм
Превышение «Н» ПВД	3 в мин <sup>(2)</sup>	40 мм
Превышение «Н» в конденсаторе	3 в мин <sup>(2)</sup>	150 мм
Понижение «Н» в конденсаторе	2 в мин <sup>(2)</sup>	50 мм
Превышение скорости повышения t питательной воды	5 в мин <sup>(2)</sup>	3 °С/мин
Непостановка на АВР ПЭН	1	За каждый случай
Непостановка на АВР НОУ	1	За каждый случай
Непостановка на АВР КЭН	1	За каждый случай
Непостановка на АВР БЭН	1	За каждый случай
Включение по АВР НОУ	2	За каждый случай
Включение по АВР ПЭН	2	За каждый случай
Включение по АВР КЭН	2	За каждый случай
Включение по АВР БЭН	2	За каждый случай
Закрытие РОУ (нет прогрева)	1	За каждый случай
Срабатывание паросбросных устройств, БРОУ	5	За каждый случай
Срабатывание ГПК ОП	5	За каждый случай
Срабатывание ГПК ПП	5	За каждый случай
Совместное сжигание газа и мазута на одной горелке	1	За каждый случай

(1) – отсчет ведется с первой секунды нарушения.

(2) – за отклонение более минуты.

**3-й этап – проверка уровня подготовки начальника смены станции (НСС) и начальника смены электрического цеха (НСЭ).** Цель – оценить теоретическую подготовку, практические навыки НСС и НСЭ в умении производить переключения в электрических схемах в нормальном режиме, а также при ликвидации аварийной ситуации.

Этап выполнялся на известном компьютерном тренажере «Оперативные переключения в электроустановках» – TWR-12. Тренажер включает полную математическую модель электрической части станции (часть главной схемы ОРУ 220кВ – две системы шин с обходной). Общее время на проведение этапа – 1 ч 30 мин.

Работа бригады оценивалась собственно компьютерной программой, включенной в состав тренажера и учитывающей ошибки и нарушения в действиях операторов, в том числе:

- при проведении плановых оперативных переключений;
- выводе в ремонт (из ремонта) основного электрооборудования;
- определении места, характера и причины возникновения аварийной ситуации;
- ликвидации аварийной ситуации;
- восстановлении режима работы.

**4-й этап – проверка уровня подготовки начальника смены химического цеха (ХЦ).**

Цель этапа – проверка теоретических знаний и практических навыков начальников смен ХЦ в части выполнения регламентных операций и поиска нарушений в работе оборудования.

Каждый начальник смены ХЦ выполнял комплекс работ по следующим подэтапам:

4.1. Проверка знаний нормативных документов по правилам ведения водно-химических режимов, водоподготовки, химического контроля и охраны окружающей среды (30 вопросов).

4.2. Проверка знаний норм и правил техники безопасности и охраны труда (10 вопросов, 8 ситуаций, 2 фотографии).

4.3. Проверка знаний по организации оперативной эксплуатации оборудования, включая расчеты, а также вопросы промышленной безопасности (30 вопросов и 5 задач).

4.4. Проверка профессионального мастерства при эксплуатации оборудования в нормальном режиме, включающая работу с технологическими схемами и ответы на контрольные вопросы.

4.5. Проверка навыков при эксплуатации установки для очистки сточных вод от нефтепродуктов в нормальном режиме, содержащая выполнение технологических операций на оборудовании и ответы на контрольные вопросы.

4.6. Проверка уровня профессионального мастерства по приемке смены на тренажере, по знанию ПТЭ и устранению на компьютерном тренажере 3 аварийных ситуаций в водно-химическом режиме работы паротурбинного оборудования ТЭС.

Результаты и ошибки фиксировались автоматически и выводились в виде протокола. При проведении этапа совместно с судейской бригадой работал специалист-инструктор, представляющий

разработчика «Энциклопедии физико-химических технологий в энергетике».

**5-й этап – проверка уровня подготовки начальника смены цеха ТАИ (АСУ).** Цель этапа – проверка теоретической подготовленности, практических навыков и умений начальников смен цехов тепловой автоматики и измерений в части выполнения регламентных операций, анализа и поиска неисправностей и нарушений в работе оборудования.

Соревнования проводились по трем видам заданий:

5.1. Проверка профессиональных знаний с применением ПЭВМ (20 вопросов контролирующей программы по направлениям: «Метрология и технологические измерения», «Автоматическое регулирование технологических процессов блочных ТЭС», «Технологические защиты и блокировки»).

5.2. Выполнение типовых регламентных операций на специализированных тренажерах (варианты подключения манометров и дифманометров, продувка импульсных линий, опробование технологической защиты).

5.3. Проверка профессионального мастерства соревнующихся по установлению типов и мест технологических нарушений:

– в средствах теплотехнических измерений температур, расходов (ошибки при монтаже, разрывы импульсных линий, течи камер дифманометров, обрывы и короткие замыкания в измерительных комплектах и пр.);

– средствах регулирования температуры перегретого пара, уровня в подогревателе ПНД-1, уровня в барабане котла (для ГРЭС с барабанными котлами), нагрузки котла с воздействием на РПК (для ГРЭС с прямоточными котлами) (обрывы соединительных линий, пробой ключей, завышенные люфты и нелинейность, неверные настройки);

– средствах технологических защит по погасанию общего факела, понижению температуры острого пара перед турбиной, повышению уровня в барабане котла (для ГРЭС с барабанными котлами), по давлению перед задвижкой, встроенной в тракт котла (ВЗ) (для ГРЭС с прямоточными котлами) (ложные срабатывания и отказы отдельных элементов).

При этом участнику необходимо было проанализировать ситуацию, произвести тестовые воздействия и необходимые измерения на обслуживаемом оборудовании в целях правильного установления типа и места нарушения.

## Заключение

Соревнования показали достаточно высокий уровень профессионального мастерства участников. Команды, помимо стремления к победе в соревнованиях, продемонстрировали взаимопомощь.

Подтверждены качественные показатели тренажерной техники нового поколения, необходимость в постоянном поддержании на должном уровне натренированности персонала, умения действовать в любой нештатной ситуации.

Соревнования позволили не только выявить лучшие команды и лучших по профессиям, но и встретиться профессионалам, работающим на различных типах энергоблоков, обменяться опытом, рассказать друг другу об условиях работы в различных регионах страны, укрепить сотрудничество между филиалами ОАО «ОГК-3».

#### Список литературы

1. Рабенко В.С. Компьютерные тренажеры как средство повышения качества профессиональной подготовленности операторов // Вестник ИГЭУ. – 2004. – Вып. 2. – С. 3–7.

2. Свидетельство РАО «ЕЭС России» №41 о соответствии «Нормам годности программных средств подготовки персонала «Тренажера газомазутного моноблока мощностью 300 МВт» с операторским информационно-управляющим интерфейсом программно-технического комплекса «Квинт» / Регистр. 29.11.2005.

*Рабенко Владимир Степанович,*  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой паровых и газовых турбин,  
адрес: г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34, кор. В, ауд. 408,  
e-mail: rvs@tren.ispu.ru

*Виноградов Андрей Львович,*  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
доцент кафедры паровых и газовых турбин,  
адрес: г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34, кор. В, ауд. 408,  
e-mail: val@tren.ispu.ru

*Киселёв Андрей Игоревич,*  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
доцент кафедры паровых и газовых турбин,  
адрес: г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34, кор. В, ауд. 408,  
e-mail: andrey@tren.ispu.ru

*Буданов Виталий Александрович,*  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
ассистент кафедры паровых и газовых турбин,  
адрес: г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34, кор. В, ауд. 408,  
e-mail: vitality@tren.ispu.ru