

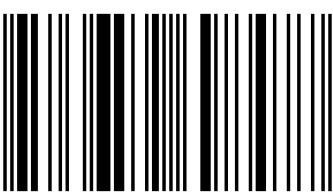
В монографии приводится новейшее Инновационное направление по увеличению энергоэффективности тепловых и атомных электростанций ТЭЦ, ГРЭС, АЭС с использованием самоорганизующейся Системы Smart-MES «MES-T2 2020» в реальном времени. Описывается Теория Аварий и идеология Самоорганизации IT-Системы, которая способна обеспечить энергоэффективность и безаварийность электростанций. Описывается технология создания Самоорганизующейся Информационной Системы Smart-MES, а также аксиомы Теории Аварий, логика предупреждения Аварий, парадигма Самоорганизующейся IT-Системы Smart-MES, структура, интеллектуальность и мультиагентность системы Smart-MES. Книга адресована студентам, учёным, специалистам энергетической и IT отраслей, руководству Минэнерго и Генерирующих компаний, всем, кто интересуется проблемами экономии топлива. Бесстратная технология экономии топлива позволит Генерирующими компаниям иметь дополнительную много миллиардную прибыль.

Энергоэффективность ТЭС



Владимир Чернов  
Игорь Чернов

Чернов Владимир Фёдорович, Генеральный директор ООО «Фирма ИнформСистем», Екатеринбург, Россия. Окончил УЛТИ. Работал в СНИИЛП, Белоярская АЭС, ПКБ АСУ, 4-года в Чехии на АЭС Дукованы. В 2002г. с Черновым И.В. создали Фирму ИнформСистем и разработали Самоорганизующуюся информационную Систему Smart-MES и энергоэффективную технологию для ТЭС и АЭС.



978-3-659-69847-7

Чернов, Чернов

# Энергоэффективность тепловых электростанций ТЭЦ и ГРЭС

Исследование технологии экономии  
топлива с помощью Самоорганизующейся  
Системы Smart-MES «MES-T2 2020»

LAP  
**LAMBERT**  
Academic Publishing

Владимир Чернов  
Игорь Чернов

Энергоэффективность тепловых электростанций ТЭЦ и ГРЭС

Владимир Чернов  
Игорь Чернов

## **Энергоэффективность тепловых электростанций ТЭЦ и ГРЭС**

**Исследование технологии экономии топлива с  
помощью Самоорганизующейся Системы Smart-  
MES «MES-T2 2020»**

## **Impressum / Выходные данные**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Библиографическая информация, изданная Немецкой Национальной Библиотекой. Немецкая Национальная Библиотека включает данную публикацию в Немецкий Книжный Каталог; с подробными библиографическими данными можно ознакомиться в Интернете по адресу <http://dnb.d-nb.de>.

Любые названия марок и брендов, упомянутые в этой книге, принадлежат торговой марке, бренду или запатентованы и являются брендами соответствующих правообладателей. Использование названий брендов, названий товаров, торговых марок, описаний товаров, общих имён, и т.д. даже без точного упоминания в этой работе не является основанием того, что данные названия можно считать незарегистрированными под каким-либо брендом и не защищены законом о брэндах и их можно использовать всем без ограничений.

Coverbild / Изображение на обложке предоставлено:  
[www.ingimage.com](http://www.ingimage.com)

Verlag / Издатель:  
LAP LAMBERT Academic Publishing  
ist ein Imprint der / является торговой маркой  
OmniScriptum GmbH & Co. KG  
Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Германия  
Email / электронная почта: [info@lap-publishing.com](mailto:info@lap-publishing.com)

Herstellung: siehe letzte Seite /  
Напечатано: см. последнюю страницу  
ISBN: 978-3-659-69847-7

Copyright / АВТОРСКОЕ ПРАВО © 2015 OmniScriptum GmbH & Co. KG  
Alle Rechte vorbehalten. / Все права защищены. Saarbrücken 2015

## Оглавление

<i>1. Введение.....</i>	<i>3</i>
<i>2. Динамика перерасхода топлива на ТЭЦ и ГРЭС.....</i>	<i>7</i>
<i>3. Порочность оптимизации ресурсов тепловой электростанции .....</i>	<i>21</i>
<i>4. Провал российской электроэнергетики без Smart-MES.....</i>	<i>25</i>
<i>5. Электроэнергетический Этюд в багровых тонах .....</i>	<i>41</i>
<i>6. Система Smart-MES ликвидирует воровство топлива .....</i>	<i>57</i>
<i>7. Коммерческий инновационный учёт перерасхода топлива .....</i>	<i>71</i>
<i>8. Принудительная мотивация экономии топлива .....</i>	<i>83</i>
<i>9. Истинная энергоэффективность ТЭЦ и ГРЭС .....</i>	<i>89</i>
<i>10. Облачная Технология экономии топлива ТЭЦ и ГРЭС.....</i>	<i>107</i>
<i>11. Субъективный перерасход топлива на ТЭЦ и ГРЭС.....</i>	<i>115</i>
<i>12. Упрямая Аналитика перерасхода топлива электростанций.....</i>	<i>129</i>
<i>13. Параллельные мифические миры в электроэнергетике.....</i>	<i>141</i>
<i>14. 17 мгновений Smart-MES и Энергоэффективность ТЭС.....</i>	<i>151</i>
<i>15. Без критериев Энергоаудит электростанций – фикция .....</i>	<i>163</i>
<i>16. Интеллектуальное регулирование энергоэффективностью.....</i>	<i>179</i>
<i>17. Интегральная эвальвация перерасхода топлива .....</i>	<i>193</i>
<i>18. Опыт внедрения системы Smart-MES на ТЭЦ и ГРЭС .....</i>	<i>211</i>
<i>19. Теория аварий и Теория глобальных катастроф .....</i>	<i>231</i>
<i>20. Логика предупреждения аварий на Smart-MES .....</i>	<i>247</i>
<i>21. Авария это проигрышная игра Человека с Природой.....</i>	<i>257</i>
<i>22. Smart-MES как виртуальная Модель любой электростанции.....</i>	<i>271</i>
<i>23. Парадигма Самоорганизующейся инновационной Smart-MES.....</i>	<i>285</i>

<i>24. Концепция динамической адаптации Smart-MES.....</i>	<i>295</i>
<i>25. Smart-MES как Супер-САПР Самоорганизующихся Систем.....</i>	<i>301</i>
<i>26. Структура и инновационные возможности Smart-MES.....</i>	<i>309</i>
<i>27. Интеллектуальность Самоорганизующейся Smart-MES.....</i>	<i>317</i>
<i>28. Самоорганизующаяся Smart-MES - венец Информодинамики .....</i>	<i>329</i>
<i>29. Мультиагентность Самоорганизующейся системы Smart-MES....</i>	<i>337</i>
<i>30. Новейшее понимание Smart-MES для ТЭЦ и ГРЭС.....</i>	<i>345</i>
<i>31. Невосприятие Самоорганизующейся Системы Smart-MES.....</i>	<i>351</i>
<i>32. Принципы Smart-MES как Инновационного Проекта.....</i>	<i>361</i>
<i>33. Smart-MES легко использовать, но трудно создать.....</i>	<i>369</i>
<i>34. Заключение.....</i>	<i>379</i>
<i>Библиографический список.....</i>	<i>385</i>

## 1. Введение

---

---

Всегда подразумевалось, что вся передовая информационная технология идёт из Москвы. Но вот мне попались два Технических Задания (2009 год) для расчёта ТЭП (в одном случае: ПГУ в Мосэнерго, в другом: ГРЭС в ОГК-2), разработанных для тендеров московскими ИТ-организациями, явно под себя.

Привожу лишь несколько выдержек: «характеристики оборудования должны быть в виде количественных зависимостей» (т.е. полиномов), «при создании комплекса разрабатываются следующие программные модули», «разработка программного кода». Но эти ИТ-организации на этих же электростанциях и для этой же цели разработку и внедрение программного кода уже раньше выполняли.

Такое было и 20 лет назад и продолжается сейчас. А что собственно нового и инновационного? Ничего. Добавится новое оборудование на электростанции и для реализации расчёта ТЭП (Технико-Экономические Показатели) опять необходимы Техническое Задание с тендером и с разработкой нового программного кода.

Но разрабатывать в наше время программный код прямого действия для расчёта ТЭП работы оборудования электростанции да и для других переделов это профанация. То же самое и использование полиномов для характеристик оборудования.

На портале «Открытые системы» в статье Леонида Черняка «Адаптируемость и адаптивность» [7] говорится следующее:

«Рано или поздно программное обеспечение все же должно выйти на следующий виток эволюционного развития и обрести два новых качества, свойственных сложным техническим системам и живым организмам, – адаптируемость и адаптивность. Основным свойством систем будущего названа

сложность организации и поведения. В то же время они должны строиться из простых и не очень надежных компонентов, быть несложными для пользователя, администратора и проектировщика. А для этого они должны быть выполнены по технологии «Self-\*», т.е. быть самоконфигурируемыми, саморегулируемыми, самоадаптируемыми».

Вот именно согласно этих рекомендаций и создана наша самоорганизующаяся система Smart-MES. Понятно, что мы, не зная всех этих мудреных научных прогнозов, долго шли своим путем, но вышли куда следует и намного раньше других IT-разработчиков в России и за рубежом. И совсем не страшно и не обидно, что наша система еще по достоинству не понята и не принята. Главное, что данная планка IT нами настолько высоко поднята, что не считаться с этим уже будет не возможно. А это значит, что мы совершили революцию в технологии разработки больших информационных систем.

ООО «Фирма ИнформСистем» (Россия, Екатеринбург) разработала инновационную самоорганизующуюся систему Smart-MES (MES-Система) «MES-T2 2020» (Свидетельство Роспатента №2014618991 о государственной регистрации программы для ЭВМ, 2014 г.) для реализации технологии экономии топлива и для увеличения энергоэффективности тепловых и атомных электростанций при автоматизации расчетов фактических и нормативных ТЭП в реальном времени. Она предназначена также для реализации технологии безаварийной эксплуатации атомных энергоблоков, и которая может обеспечить предупреждение всех аварийных ситуаций на АЭС, ТЭЦ и ГРЭС. Именно данная система может быть задействована в мультиагентной технологии для когнитивного управления Генерирующими и Сетевыми компаниями.

Сама методология построения системы Smart-MES ориентирована на легкую реализацию любых алгоритмов без традиционного программирования, т.е. без использования программистов. Она содержит полную совокупность

современных возможностей. Это - текстовые проекты задач, самонастройка и самоорганизация всей системы, аналитика, графика и оптимизация.

А сейчас покажем, что наша система именно соответствует технологии «Self-\*». Для этого сравним её с живым организмом, т.е. с человеком.

Человек, рождаясь, ничего не умеет делать и ничего не знает, хотя в его организме заложены все фундаменты и составляющие для будущей умелости и будущей эрудиции. Однако, в нём изначально имеются ограничения талантливости, т.е. профессиональной ориентации. Таким образом, если ему суждено быть артистом, то он никогда не будет учёным или хорошим инженером. Человек учится постепенно всю жизнь, даже когда начинает работать. Знания человек получает с помощью учебников, т.е. посредством определенных инструкций и алгоритмов.

Наша Smart-MES также изначально пуста, т.е. ни на что не способна, но в ней заложены в виде EXE-модуля (исполнительный файл) все предпосылки для будущей конкретной реализации. MES (Manufacturing Execution System – система управления производственными процессами) – это та ориентация, которая в зависимости от обучения может быть использована в различных производственных направлениях. Обучение Smart-MES осуществляется постепенно и может выполняться всегда, даже после того, когда она начнёт приносить реальную пользу. В качестве учебников в данном случае выступают текстовые проекты задач. Эти проекты EXE-модуль впитывает в себя и тем самым приобретается умелость и эрудиция. И всё это абсолютно без программирования.

А сейчас, как говорится, найдите несколько отличий. Оказывается, их просто нет. Поэтому легко можно сделать вывод, что наша система Smart-MES отождествляется с живым организмом, т.е. она - адаптируема и адаптивна.

Так получилось, что когда великие ИТ-учёные строят планы громадьё, мы простые ИТ-инженеры эти планы независимо уже реализовали в «металле», т.е.

у нас не только разработана уникальная концепция самоорганизации ИТ-систем, а система Smart-MES готова к внедрению на любых электростанциях в России и за рубежом, да и на иных непрерывных производствах.

Вопрос реальности продвижения тенденции самоорганизующихся ИТ-систем хорошо описал С.А. Мартынов в книге «Инновационная экономика (Дорожная карта 2040)» [5]: «Никто и ничто не способно противостоять идее, время которой пришло!» Но здесь вопрос лишь в том, кто воспользуется данной готовой идеей: Россия или Запад, Правительство или Олигархи? А время для самоорганизующихся ИТ безусловно пришло, т.к. застой в ИТ излишне затянулся.

В данной монографии подробно представлена технология организации экономии топлива на тепловых электростанциях и технология создания самоорганизующейся информационной системы Smart-MES, а также освещены вопросы предупреждения аварийных ситуаций с помощью данной системы Smart-MES, описана парадигма самоорганизующейся ИТ-Системы, структура, интеллектуальность и мультиагентность системы Smart-MES.

В первой половине монографии освещаются вопросы, связанные с увеличением экономичности ТЭЦ, ГРЭС и АЭС, а вторая половина посвящена идеологии самоорганизующейся информационной системы Smart-MES, без которой практически невозможно реализовать экономию топлива.

Поэтому, только комплексное теоретическое рассмотрение и практическое решение данных аспектов и может дать положительный результат для достижения истинной экономичности тепловых электростанций, которая в настоящее время более чем востребована российским обществом, да и вообще во всём мире.

Книга адресована студентам, учёным, специалистам энергетических отраслей, руководству Минэнерго, всем, кто интересуется проблемами экономии топлива и снижением вредных выбросов в атмосферу.

## 2. Динамика перерасхода топлива на ТЭЦ и ГРЭС

---

---

Уникальная особенность тепловых электростанций заключается в том, что, вырабатывая электроэнергию и теплоэнергию, они не имеют никакой возможности их накапливать. Таким образом, электроэнергия и тепло должны тут же использоваться для коммерческих целей, т.е. за них на рынке электроэнергии и тепла Генерирующая компания должна получить деньги. Другими словами, объём выработки электроэнергии и тепла полностью определяется их спросом на рынке.

Ещё раз повторю, что электроэнергии и тепла необходимо вырабатывать ровно столько, за сколько будут уплачены деньги, а иначе это просто потери напрасно израсходованного топлива. Таким образом, определённое количество электроэнергии и тепла строго регламентируется определённым количеством топлива в соответствии с конкретной технологией самой этой электростанции.

Но парадокс всех современных тепловых электростанций заключается как раз в том, что этого то строжайшего регламента на них и не существует. Эксплуатационный персонал, управляя электростанцией для выполнения графика поставки электроэнергии и тепла, абсолютно не знает в реальном времени, сколько необходимо израсходовать топлива в каждый конкретный временной отрезок (минута, получас). Он работает вслепую, руководствуясь только своим умением и опытом.

Трагически было бы полагаться на машиниста, который управляет экспрессом без контролирующих приборов, полагаясь только на рельсы. Это все прекрасно понимают, и это даже не вызывает вопросов и сомнений.

Но почему же не понимают Генерирующие компании, что управлять сложным динамическим производством, каким является тепловая

электростанция, без оперативного контроля за перерасходом топлива – это также трагически опасно как в финансовом смысле, так и в экологическом.

При производстве электроэнергии и тепла расходуется топливо, но никто не знает, сколько его используется в каждый отрезок времени – много или мало. Если нижняя граница естественным образом устанавливается необходимым количеством поставки электроэнергии и тепла, то верхняя граница ничем не контролируется, а должна контролироваться нормативами. Таким образом, сама эта технология провоцирует на бесконтрольный перерасход топлива, а, следовательно, и на бесхозяйственные и ненужные финансовые потери, которые соизмеряются по размерам с самой прибылью генерирующей компании.

Динамика перерасхода топлива возрастает в переходные моменты – день и ночь. Следует чётко и быстро отслеживать оперативный перерасход топлива при повышении и понижении поставок электроэнергии и тепла. В настоящее же время это происходит «впотьмах» электростанции. А если сказать более грубо, то мрак и дремучесть в части реализации автоматизации расчётов ТЭП и перерасхода топлива в современных рыночных условиях на тепловых электростанциях сродни действиям заносчивого проходимца, взявшемуся гранить алмазы.

Есть точная наука – математика, которая элементарно показывает, что площадь сложного динамического процесса во времени в части перерасхода топлива должна определяться только интегральным исчислением и никак иначе, если конечно финансовые убытки имеют значение. И чем меньше интервал временных отрезков расчёта, тем выше точность. В настоящее же время для расчёта перерасхода топлива тупо используется просто площадь прямоугольника с временным интервалом в один месяц, т.е. абсолютно не учитывается динамика процесса, а это грубейшая и невежественная ошибка.

Получается очень странная картина, что всё время Минэнерго РФ и отраслевая наука заблуждались и упорно продолжают заблуждаться в части правильного расчёта перерасхода топлива тепловыми электростанциями. И самое главное их заблуждение заключается в том, что тепловая электростанция, имея огромный процент износа оборудования, способна в отдельные временные интервалы иметь экономию топлива, т.е. каким-то чудом, работая без оперативной текущей информации, потратить топлива меньше, чем это регламентируется нормативами. Но это же просто нонсенс.

А раз этого в принципе быть не может, то получается ещё более ужасная и мрачная картина. Каждую минуту на электростанции происходит перерасход топлива, но этого никто не видит, и, следовательно, что-либо предпринять для его снижения просто невозможно. Итоговый же перерасход топлива за месяц, естественно, складывается из минутных перерасходов. И получается в итоге он таким, каким получается, т.е. полностью зависит от воли «бога».

И эта бездарная потеря половины прибыли Генерирующей компанией в виде бесконтрольного огромного перерасхода топлива стала возможна только благодаря неверным изначальным посылам Минэнерго РФ и отраслевой науки. Но не пора ли одуматься. Ведь бестолково излишне сожженного топлива в России хватило бы дополнительно ещё для 30 новых тепловых электростанций или легко возможно на 10% сократить объём вредных выбросов в атмосферу. Да и менеджмент Генерирующих компаний что-то «мух не ловит», вернее не борется активно за экономию дорожающего топлива.

Часть генерирующих компаний перешло в иностранную собственность. Казалось бы, они то должны дорожить копеечкой, в смысле безвозвратной ежегодной потерей 100 миллионов долларов в трубах электростанций.

## *Прибыль Генерирующих компаний без Системы Smart-MES катастрофически падает*

При таком существующем в настоящее время катастрофическом сокращении прибыли Генерирующих компаний совсем не важны причины этого падения, т.к. у всех они могут быть субъективно разные. Но объективно то они общие – это полное отсутствие оперативного контроля над перерасходом топлива. А мы об этом предупреждали ещё два года назад, что при таком бесконтрольном и безалаберном перерасходе топлива, которое составляет более 10% от общего расхода, в конце концов, наступят сложные времена. И они, естественно, наступили...

Рачительная хозяйка, когда не хватает денег на текущее житьё, начинает тщательно планировать и контролировать свои текущие расходы. Когда водителю не хватает бензина доехать до нужного пункта, то он выбирает более экономичный режим езды. А вот электростанции бесконтрольно жгут топлива столько, сколько получается для выполнения плана поставки электроэнергии и тепла.

Но ведь если нам надо доехать из пункта «А» в пункт «Б», то мы почему-то всегда выбираем короткий и прямой путь. Почему же электростанции, ставя перед собой подобную задачу, едут фактически, не задумываясь о длине траектории, и всегда преодолевают путь на 10% больший.

Ведь если при производстве электроэнергии и тепла по нормативам в конкретные ночные полчаса следует затратить «К» топлива, а фактически получается на 30% больше, т.е. «1.3К», то возникают вопросы. Но ведь для этого нужно этот процесс контролировать. Тогда будут и вопросы, будут и ответы, будут и улучшающие мероприятия.

А если электростанция фактически абсолютно не понимает, что делается с топливом, т.е., естественно, она электроэнергию и тепло производит и

удовлетворяет Заказчиков, но не понимает, какой ценой. И все призывы к увеличению энергоэффективности и к ресурсосбережению проходят мимо Генерирующих компаний.

Но вопрос то элементарный. Необходимо, чтобы в каждые полчаса фактический расход топлива был строго равен нормативному расходу. Вот и всё. Вот и все премудрости.

Здесь возникает двоякая проблема. С одной стороны, Генерирующие компании с помощью Бесстратной Технологии экономии топлива не хотят иметь дополнительную среднюю прибыль в 300 миллионов рублей с каждой электростанции и поэтому не экономят топливо, т.е. используют самые неэнергоэффективные режимы работы электростанций. С другой стороны, из-за неверных методик месячного расчёта перерасхода топлива производится недостоверный энергоаудит Генерирующих компаний, который абсолютно не выявляет истинные резервы увеличения энергоэффективности электростанций, а значит и полностью бесполезен.

Вот и наблюдается всеобщий российский «пофигизм» к проблеме перерасхода топлива и со стороны Минэнерго РФ, и со стороны Генерирующих компаний.

Но ведь есть же отечественная Система Smart-MES, которая при затратах в 50 миллионов рублей на внедрение для 10 тепловых электростанций легко обеспечит ежегодную дополнительную прибыль Генерирующей компании в 3 миллиарда рублей. Вот где громадный настоящий экономический эффект! При этом затраты на топливо будут сокращены более чем на 10% за счёт полной ликвидации, не учитываемого в настоящее время, перерасхода топлива. В этом случае у эксплуатационного персонала появится принудительная мотивация по экономии топлива через постоянное предоставление на БЩУ (блочный щит управления) оперативной аналитики по перерасходу топлива и советывающих

механизмов по оптимальной загрузке оборудования, а также информации по необходимым объёмам закупаемого топлива.

Но Менеджмент Генерирующих компаний не желает обращать своё внимание на отечественные инновации в виде Системы Smart-MES «MES-T2 2020», равной которой нет даже за рубежом! Неужели Вам не надоело блуждать среди бесполезных для увеличения прибыли различных экономико-математических моделей и бесполезных мониторингов, обеспечивающих неверные расчёты ТЭП, вводя этим Вас в заблуждение! Откройте же свои глаза, и предоставьте эксплуатационному персоналу великолепные дополнительные возможности по управлению электростанцией, а то они как слепые мышата мыкаются по лабиринтам бесчисленных вариантов принятия решений и всегда выбирают самый наихудший. А у Вас при этом тает прибыль!

### ***Конфликты интересов в генерирующих компаниях***

После реорганизации электроэнергетики тепловые электростанции перестали быть самостоятельными юридическими лицами, и перешли в разряд филиалов, полностью зависимых от менеджмента Генерирующих компаний (в дальнейшем просто – Генерирующая компания). Распределение ролей условно стало выглядеть следующим образом: электростанции расходуют топливо, вырабатывая электроэнергию и тепло на продажу, а менеджмент и акционеры генерирующих компаний получают прибыль от этой продажи.

И как бы щёки сейчас не надували директора электростанций, диапазон ими самостоятельно принимаемых решений резко сужен даже в таком элементарном вопросе, как выбор программы для автоматизации расчёта ТЭП.

Четыре года назад мы делали адаптацию своего программного комплекса на Каширской ГРЭС, а если конкретней, то только программирование расчёта нормативных ТЭП, в соответствии с техническим заданием к Конкурсу. По окончании работ идём к директору ГРЭС и объясняем, что для нормального

функционирования всех расчётов ТЭП необходима дополнительная реализация расчётов фактических ТЭП, расчёта потерь и затрат за собственные нужды электроэнергии и тепла, необходим также этап опытной эксплуатации и т.д. Для этого должен быть дополнительный договор на внедрение нашего Комплекса, т.к. предыдущий этого всего не предусматривал ни в идеологическом плане, ни в финансовом. Он бодренько заверил, что все вопросы быстро решит. Прошло несколько месяцев. Затем ГРЭС проявила с информацией об объявлении Конкурса на внедрение нашего же программного Комплекса. В Конкурсе мы выиграли, но утверждение зависло в ОГК-1. А через какое-то время к нам поступает претензия из ОГК-1, что ваша программа не функционирует. А с чего же она должна функционировать, если не было её внедрения? Вот такой маразм...

Примерно подобные моменты были и на Петрозаводской ТЭЦ «ТГК-1», и на Троицкой ГРЭС «ОГК-2», и на Тюменской ТЭЦ-1 «ФОРТУМ». Одним словом, наблюдается явный конфликт интересов между электростанцией и Генерирующей компанией в части мировоззрения на автоматизацию расчётов ТЭП. Казалось бы, что Генерирующей компании с высоты виднее, что нужно электростанции для автоматизации расчёта ТЭП. Но все электростанции такие разношерстные и не только по технологии, но и по степени автоматизации сбора данных.

Однако, стремление Генерирующих компаний: для всех электростанций использовать одинаковый подход к автоматизации расчётов ТЭП – абсолютно верное решение. Но в действительности же это выглядит, как явно неуклюжее трансформирование прежнего опыта Экспертов к такой тонкой и чувственной сфере, какой является тепловая электростанция.

На практике же важна не столько правильно выбранная платформа, сколько экономическая составляющая данной автоматизации. А о ней то, как раз все и забывают, включая Экспертов генерирующих компаний. Раз уж

Генерирующая компания работает на прибыль, то любая модернизация должна увеличивать эту прибыль, или способствовать этому.

Ну, скажите на милость, какой же неверный месячный расчёт ТЭП даже на мощной платформе приумножит прибыль? Но в настоящее время на всех электростанциях функционируют именно эти неверные расчёты ТЭП, т.к. они выполнены по устаревшим методикам без учёта современных рыночных реалий.

Эти неверные месячные расчёты способствуют ещё одному конфликту интересов между генерирующей компанией и электростанцией из-за факта экономии топлива. Топливо – это прямые производственные затраты, которые естественно следует снижать. Экономия топлива даёт увеличение прибыли, львиная доля которой распределяется помимо электростанций. Тогда зачем же эксплуатационному персоналу лезть из кожи для экономии топлива, если ему за это достойно не платят? К тому же существующий огромный перерасход топлива на всех тепловых электростанциях ни чем не контролируется и правильно не выявляется.

Получается очень странная ситуация. Электростанции заинтересованы в продолжении и дальше такого же существования этих неверных расчётов ТЭП, т.к. из-за отсутствия Системы Smart-MES с них меньший спрос в части перерасхода топлива. Однако и Генерирующие компании не очень то торопятся идеологически переключиться на Smart-MES, которая способна удвоить им прибыль полным исключением перерасхода топлива на всех электростанциях.

В действительности же на тепловых электростанциях обязательно должен использоваться метод «кнута и пряника». После внедрения Системы Smart-MES с правильными расчётами ТЭП и с мониторингом текущего перерасхода топлива на БЩУ этот метод элементарно будет способствовать удвоению прибыли. А раз есть полная получасовая информация по использованию топлива, то и применение «кнута и пряника» будет точечным и справедливым.

Эксплуатационный же персонал, имея перед собой текущую поминутную и получасовую информацию по перерасходу топлива, просто будет вынужден искать технологические варианты с более экономным использованием топлива.

Таким образом, с внедрением Системы Smart-MES у эксплуатационного персонала электростанций появляется вынужденная мотивация на увеличение прибыли для Генерирующей компании.

### ***Система Smart-MES быстро удвоит прибыль ОГК и ТГК***

Вначале представим высказывания наших оппонентов из ОАО «ТГК-9» и ОАО «Инженерный центр энергетики Урала», приведённых Министерством энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Свердловской области в Письме №22-04-8565 от 26.11.2010 за подписью Заместителя министра Н.Б. Смирнова, и постараемся в них разобраться.

1) «В настоящее время расчёт фактических и нормативных технико-экономических показателей на электростанциях осуществляется с использованием программных комплексов «Расчёт технико-экономических показателей работы электростанции» (АРМ ПТО). Предлагаемая Вами система базируется на тех же принципах (расчёт на оперативном интервале: 1 мин, 30 мин и накопление информации, т.е. «интегральное исчисление») и действительно может повысить точность расчётов».

Здесь только приходиться удивляться абсолютной безграмотности сотрудников Минэнерго Свердловской области в вопросах информатизации электростанций. Как вообще можно сравнивать Smart-MES с MS Excel (на Свердловской ТЭЦ)? MS Excel и суточные то полные расчёты нормативных ТЭП не потянет, не говоря уже об интегральном исчислении получасовых перерасходов топлива, а поминутные расчёты с мониторингом на БЦУ - это уже фантастика.

На всех электростанциях России АРМ ПТО в настоящее время представлен в трёх вариациях: 1) MS Excel, 2) разрозненные существующие программы, 3) внедряемые программы на базе продуктов Oracle или Microsoft. Все эти АРМ ПТО имеют единый принцип: посutoчный расчёт фактических ТЭП и месячный расчёт нормативных ТЭП. Вопрос же точного и оперативного расчёта перерасхода топлива, как основного резерва энергоэффективности электростанций в этих АРМах вообще не стоит. Так, что говорить о единстве базируемых принципов, по крайней мере, неуместно и глупо.

Точность же расчёта в Smart-MES не является самоцелью. Самое главное – это оперативность и своевременность обнаружения на интервале 1 минута факта перерасхода топлива и его быстрейшая ликвидация.

2) «Перерасход топлива по отдельным составляющим тепловой экономичности и в целом существует не потому, что на электростанциях неправильно производят расчёты перерасхода топлива во времени, а вследствие отклонений параметров и показателей технологического процесса от норматива из-за ухудшения технического состояния оборудования в процессе эксплуатации (износ, старение и прочее). Снизить перерасход топлива возможно только за счёт устранения недостатков эксплуатации, улучшения качества ремонтов и технического обслуживания, реконструкции и модернизации оборудования».

Перерасход топлива на всех электростанциях России существует потому, что управление в части перерасхода топлива производится вслепую. Правильные расчёты только выявляют существующий на всех электростанциях огромный перерасход топлива. Износ же оборудования влияет в целом на расход топлива, но не на его перерасход. Перерасход топлива равен ФАКТ минус НОРМАТИВ. А нормативный расход топлива уже соответствует этому износу оборудования. Поэтому источником бесконтрольного перерасхода топлива полностью является только человеческий фактор, который и может быть исключен Системой Smart-MES.

В конечном итоге, совсем не важны конструктивные причины перерасхода топлива. Но если есть огромная разница в размерах перерасхода топлива днём и ночью, то, причём же здесь износ оборудования. В данном случае гораздо важнее обеспечить стабильную эксплуатацию электростанции в части перерасхода топлива. А это можно достигнуть только оперативной реакцией при изменении режимных нагрузок на увеличение перерасхода топлива.

3) «Выбор конкретных программных комплексов осуществляется специалистами электростанции – руководителями и сотрудниками производственно-технических отделов в зависимости от вида и структуры сжигаемых топлив, стабильности их характеристик, от состава основного энергетического оборудования, от оснащенности электростанции современной измерительной техникой, автоматизированной системы обработки данных и т.п.»

Вот так глупость! В России 300 электростанций и нет даже двух схожих между собой по составу основного оборудования и технологии. Это, что же получается, что необходимо иметь 300 конкретных программных комплексов? Но, видимо, это и есть современный убогий уровень мировоззрения менеджмента Генерирующих компаний и госструктур. А вот инновационной Системе Smart-MES «MES-T2 2020» вообще не важна ни структура электростанции, ни структура топлива. Все задачи оформляются в виде простеньких текстовых Проектов, а вся Система автоматически настраивается с этих Проектов.

В данном случае при автоматизации расчётов ТЭП обязательно должны соблюдаться два основных принципа, в которых Генерирующие компании должны быть кровно заинтересованы:

- Технологическая идеология автоматизированной Системы с позиции энергоэффективности электростанции;

- Технические характеристики автоматизированной Системы для обеспечения данной идеологии.

Технологическая идеология в первую очередь должна обуславливать экономический эффект. Если имеется, благодаря Системе Smart-MES, оперативная информация каждую минуту, а перерасход топлива (Вфакт-Внорм), как и Логистический критерий топливоиспользования (Внорм/Вфакт), зафиксированы в базе данных, из которой на мониторинг БЩУ выводится оперативная аналитика, то эксплуатационному персоналу некуда деваться, как искать лучшее управляющее текущее решение. Вот здесь-то и создаётся экономический эффект за счёт появления вынужденной мотивации у оперативного персонала по постоянному контролю за перерасходом топлива.

4) «Расчёт перерасхода топлива на минутном или 30-минутном интервале, имея необходимый объем информации, не сложная задача. Проблема в системе сбора и обработки информации. На наших электростанциях сегодня внедрены автоматическая система коммерческого учета выработки электроэнергии (АСКУЭ) и отпуска тепловой энергии (АСКУТ), вся остальная информация собирается и обрабатывается практически вручную как минимум на суточном интервале (а некоторая только в разрезе месяца). Поэтому выполнить качественные с высокой точностью расчёты ТЭП на интервалах 1 мин, 30 мин не представляется возможным. Для этого необходимо поменять на электростанции всю систему сбора информации, поменять парк измерительных приборов, т.е. в принципе вводить новую АСУ ПТ. На большинстве электрических станций, это нерентабельно. Расчеты ТЭП, которые производятся на электростанциях в рамках установленных АРМ ПТО, имеют достаточную точность, все алгоритмы выверены и соответствуют действующим методикам и РД. Замена существующих АРМов на этих станциях на систему «MES-T2 2010» нецелесообразна».

Первая фраза «не сложная задача» сродни заявлению, что каждый сможет слетать на луну. Так же глупа и бездарна.

По вопросу отсутствия автоматизированного сбора многих показателей на электростанциях. Для нашей Системы Smart-MES не нужен оперативный ввод абсолютно всех показателей. Для этого есть алгоритмы трансформации их из суточных значений с автокоррекцией относительно имеющихся оперативных данных.

По вопросу замены существующих АРМов. Совсем не обязательно выбрасывать существующие АРМы. Нравиться вам «целоваться» с MS Excel, так и целуйтесь на здоровье. Ведь существует же несколько систем автоматизированного сбора данных: АСКУЭ, АСКУТ, АСКУГ на одной электростанции, так почему же не может быть несколько систем расчёта ТЭП. Скажем, существующий или внедряемый АРМ ПТО для хороших отчётов и Система Smart-MES для управления электростанцией по критерию минимизации перерасхода топлива.

А сейчас перейдём к удвоению прибыли на Системе Smart-MES. Почему ОГК и ТГК не торопятся простым путём приумножить свою прибыль? Да всё очень просто. Во всех Генерирующих компаниях присутствует незаинтересованное в этом экспертное в части информатизации лобби. Ведь им достаточно сказать, что всё это ерунда и вопрос в их пользу решён. Экспертам не нужна сторонняя разработка, т.к. у них есть карманные фирмы, а результат – это уже дело второе. Главное занять нишу сейчас. Ну а пока, неконтролируемый излишек топлива в размере прибыли бесполезно продолжает исчезать в трубах электростанций.

Инновационная Самоорганизующаяся Система Smart-MES не просто призвана заменить одни расчёты на другие. А бесполезные, существующие в настоящее время, расчёты ТЭП заменить или дополнить высоко прибыльной технологией экономии топлива. Бесстратная Технология увеличения энергоэффективности электростанции на Системе Smart-MES обеспечивает быструю реализацию экономии топлива на 10%.

И вопрос даже не в том, что экономия топлива составляет 10% или иную величину, а в том, что фактический перерасход топлива существует и эта величина сравнима с общей прибылью Генерирующей компании. Ведь самое главное не столько правильно считать ТЭП, сколько оперативно видеть текущую картину по перерасходу топлива для возможности своевременной коррекции управления технологией.

В ОГК и ТГК работают умные люди и со временем они во всём разберутся и непременно прийдут к правильному единственному решению, что на электростанциях должна функционировать Система Smart-MES. Это не обязательно должна быть наша Smart-MES, но должна быть именно MES-Система с возможностью оперативного контроля над перерасходом топлива в реальном времени.

В данном случае, внедрение Системы Smart-MES совсем не противоречит сложившимся традициям расчёта ТЭП или текущему внедрению иных программных комплексов. Наша Система способна быстро органически дополнить их и ликвидировать дыру в технологии, прекратив бесконтрольную утечку избыточного топлива.

Вопрос удвоения прибыли ОГК и ТГК очень легко и быстро решается внедрением Бесстратной Технологии на Системе Smart-MES. Для этого нужно совсем немного: Обратиться к своему разуму!

### 3. Порочность оптимизации ресурсов тепловой электростанции

---

Если наилучший вариант легко находится без использования оптимизирующих программ, включая ХОП-оптимизацию [18] (ХОП - характеристика относительного прироста), то вряд ли уместно говорить об оптимизации вообще.

Когда электростанция загружена на максимальную мощность, то вопрос оптимизации вообще отпадает, т.к. для оптимизации ресурсов должен быть достаточный маневр по загрузке оборудования.

Снижение же перерасхода топлива всегда актуально и не зависит от степени оптимизации и загрузки электростанции. Даже при внедрённой оптимизации необходим оперативный контроль за текущим перерасходом топлива, т.к. оптимизация - это просто желание, а перерасход топлива - это результат.

Оптимизация ресурсов на электростанции планируется для снижения расхода топлива и, к сожалению, в данном контексте перерасход топлива не рассматривается. Это связано с тем, что для оптимизации, как правило, используется очень узкий круг технологических показателей, а вот для вычисления перерасхода топлива необходима полная модель электростанции с расчётами фактических и нормативных ТЭП.

Но при оптимизации вполне возможен вариант, когда фактический расход топлива вместо снижения увеличивается из-за большого его перерасхода.

А перерасход топлива ( $V_{факт} - V_{норм}$ ) связан в основном с человеческим фактором.

В последнее время стало очень модно пропагандировать ХОП-оптимизацию, как панацею для минимизации расхода топлива. Данный метод говорит о том, что для приращения мощности следует использовать ту турбину, для которой потребуется меньшее приращение пара, а, следовательно, и топлива.

Это было бы правильно, если бы на электростанции постоянно менялись характеристики турбин, то без программы не обойтись. Но они стабильны, по крайней мере, несколько лет. И оптимально загрузить турбины, используя элементарные правила, ничего не стоит.

Не являясь технологом, это вам продемонстрирую.

Для примера возьмём электростанцию с 10 турбинами Т-100-130 со следующими параметрами: режим - одноступенчатый; Рнто = 0,5 кгс/см<sup>2</sup>; Qt = 0 гкал/ч; Nmin = 50 МВт; Nmax = 116 МВт.

Электростанция имеет план на обеспечение электроэнергией 830 МВт\*ч. Необходимо найти загрузку турбин с минимальным расходом пара (а значит, и топлива).

Исходное состояние для всех турбин примем одинаковое, чтобы в сумме было 830 МВт. По энергетической характеристике найдём общий расход пара. Он составляет 3074 т/ч.

Дальше используем следующий алгоритм. Последовательно будем загружать турбины (одна, две, три и т.д.) на максимальную мощность, а остаток поровну делить на остальные (девять, восемь, семь и т.д.), но не меньше Nmin на каждую.

Мы получим следующие значения расходов пара: 1-3088, 2-3099, 3-3114, 4-3130, 5-3179. Мы видим, что расход пара растёт, следовательно, это не оптимальные варианты.

Следующий вариант загрузки связан с остановкой двух турбин. У нас получилось следующее сочетание: 6 турбин на максимуме - 116 МВт, а две поровну по 67 МВт. В этом случае расход пара равен 3067 т/ч. Вот вам и оптимальный вариант.

Таким образом, общее правило оптимизации для турбин можно сформулировать следующим образом: **Необходимо так загрузить турбины, чтобы максимальное их число не работало.**

А сейчас найдём возможные проценты экономии топлива используя самые крайние варианты:  $(3179 - 3067) / 3179 * 100 = 3,5\%$ . Но электростанция реально работает в промежуточных вариантах, следовательно, это значение при программной оптимизации будет значительно меньше.

Для сравнения, внедрение беззатратной технологии на Системе Smart-MES даёт экономию топлива в 10% из-за ликвидации перерасхода топлива посредством оперативного контроля над ним в реальном времени. Таким образом, игнорирование вопроса по текущему контролю над перерасходом топлива сведёт к нулю все благие намерения по оптимизации ресурсов на электростанции.

Истинный нулевой перерасход топлива, контролируемый на минутных интервалах в реальном времени, и есть самая лучшая оптимизация работы всей электростанции, а не только загрузки турбин.

И тут невольно у ТГК и ОГК возникает сомнение, что итак, мол, все электростанции успешно функционируют в рыночных условиях без оперативного учёта перерасхода топлива.

Но так сложилось по старинке, т.к. не было Самоорганизующейся Системы Smart-MES. Но ведь электростанции могут работать ещё успешней.

И как бы голову не прятать в песок, проблема бесконтрольного перерасхода топлива была всегда и остаётся сейчас. И парадокс в том, что никто не знает истинной величины этого перерасхода.

Те же месячные значения, которыми электростанции отчитываются перед ТГК и ОГК, далеки от истины из-за неверных методик. Это касается и искаженных нормативных графиков полиномами, и отсутствия интегрального исчисления получасовых значений перерасхода топлива.

## 4. Провал российской электроэнергетики без Smart-MES

---

Прошло более двух лет после реорганизации электроэнергетики с целью увеличения инвестиций в эту отрасль. И что же в результате имеет эта энергетическая промышленность? Вместо притока инвестиций – поспешный его отток. Инвесторы словно крысы бегут с тонущего корабля.

Об этом очень подробно говорится в статье: «Для инвесторов сектор электроэнергетики выглядит кошмарным» [19].

«Мы потеряли веру в этот сектор, несмотря на то, что он сильнее остальных снизился в цене. Конъюнктура в секторе электроэнергетики испортилась, мы перестаем быть уверенными в привлекательности инвестиций в этот сектор, и его сложно предлагать клиентам», - объясняет решение о закрытии фонда Дмитрий Михайлов, портфельный управляющий «Ренессанс управление активами».

Инвесторы, вложившиеся в электроэнергетику, потеряли 50% от инвестиций за последние два-три года. «В такой ситуации не стало сюрпризом то, что многие уходят из сектора», - говорит Никита Емельянов, аналитик УК «Альфа капитал».

«Рыночные котировки акций компаний находятся на трехлетних минимумах, а отраслевой индекс вернулся на уровни августа 2009 года. В результате соотношение уровня котировок акций (рыночная оценка) и доходов компаний сектора находится на исторических минимумах», - посчитал портфельный менеджер «Тройки диалог» Алексей Жмакин.

А вместо того, чтобы говорить о проблемах в существующей электроэнергетике на канале Россия-24 в рубрике Энергетика с апломбом повествуется о перспективных солнечных китайских батареях в Якутии с семилетним сроком окупаемости. А когда показали, как персонал такой

перспективной солнечной электростанции швабрами очищает эти солнечные панели от грязи и снега, то невольно вывод напрашивается сам собой, что всё у нас в России делается через заднее место.

В Генерирующих компаниях менеджмент привлекает свои карманные ИТ-фирмы, не думая об увеличении энергоэффективности электростанций. Уже два года существует Беззатратная Технология экономии топлива электростанций на Системе Smart-MES, которая полностью бы удовлетворила потребности инвесторов по увеличению Прибыли.

Но возобладали недальновидные амбиции, и внедряются бесполезные программные комплексы для автоматизации расчётов ТЭП. Из-за этого Генерирующие компании ежегодно теряют 3-10 миллиардов рублей, т.к. внедряемые комплексы изначально не ориентированы на правильный учёт перерасхода топлива. По этой причине более 10% топлива бесполезно вылетает в трубы электростанций, лишая инвесторов ожидаемой Прибыли.

Инвесторам ведь очень важно видеть положительную динамику развития отрасли. Но когда они видят, что на их деньги строятся высокоэффективные ПГУ, а толку от них всё равно нет, т.к. нигде не налажен элементарный текущий учёт перерасхода топлива на Smart-MES с мониторингом этой аналитики на БЦУ, то у них вообще возникает сомнение в правильности своих инвестиций.

Ведь среди 20-и Генерирующих компаний только 2-е держатся на плаву. Вот и напрашиваются следующие вопросы. Зачем же затевалась эта чубайсовская реорганизация электроэнергетики, чтобы затем прийти к такому плачевному результату, когда инвесторы гуртом бегут из электроэнергетики? Зачем нужны СРО (саморегулируемые организации), если толку от них никакого? Зачем нужен энергоаудит, если в энергетических паспортах отсутствует показатель энергетической эффективности, который требуется согласно Закону № 261-ФЗ? Почему Минэнерго РФ полностью устранилось от

решения вопросов увеличения энергоэффективности электростанций и гнобит инновационные технологии экономии топлива?

Ответов нет и быть не может, пока беспорядок будет преобладать не только на электростанциях при полном отсутствии учёта перерасхода топлива на Системе Smart-MES, но и в головах менеджмента Генерирующих компаний, который настолько увлекся рыночными махинациями, что полностью забыл о здоровом климате на электростанциях.

Если до реорганизации на электростанцию невозможно было устроиться, то сейчас там просто некому работать. Если главный инженер крупнейшей ТЭЦ областного центра на просьбу выделить грамотного специалиста, отвечает уныло, что, к сожалению, у нас таких уже нет. Если начальник группы учёта ПТО заявляет, что если не повысите мне зарплату, то новую программу осваивать не буду. А начальник ПТО разводит руками, а что делать, других-то нет. Это всё и есть беспорядок!

Как же можно инвестировать в этот беспорядок? На что надеется Минэнерго РФ? Но ведь есть же в России прорывные инновационные технологии, которые легко могут заменить все существующие тепловые электростанции с давно устаревшей допотопной технологией, включая ПГУ – это бестопливные электростанции, которые используют энергию окружающей среды (ЭОС). Так нет, мол, как заявили в Сколково, что это разрушает наши знания о термодинамике. Вот и угасает наша отечественная электроэнергетика! А могли бы быть Лидерами!

### ***На всех электростанциях – неверные нормативы***

Фирма ИнформСистем доказала о неверности на всех электростанциях нормативных графиков и энергетических характеристик оборудования, которые используются в месячных расчётах ТЭП, т.к. они не соответствуют

требованиям оперативной обработки информации по теории интегрального исчисления.

Никто не будет возражать, что электростанция - это сложный динамический объект с непрерывным производством, где на любом небольшом отрезке времени сжигается определённое количество топлива и вырабатывается определённое количество электроэнергии и тепла. Причём, на каждом отрезке времени всегда присутствует фактическая затрата топлива и его нормативная потребность, а следовательно и перерасход топлива, т.е. их разность. Месячный перерасход топлива в действительности складывается из суммы перерасходов на всех этих отрезках.

Из теории интегрального исчисления известно, что, чем меньше отрезки времени, тем точнее расчёт нелинейного динамического процесса. В электроэнергетике эксперты предложили принять за оптимальный временной отрезок - полчаса. Таким образом, в месяце из 30 дней таких отрезков - 1440. И теперь представьте, насколько точнее будет месячный расчёт из получасовых расчётов перерасхода и удельных расходов топлива.

А для особо недоверчивых есть аксиома для криволинейного графика:  $f((x_1+x_2)/2)$  не равняется  $(f(x_1)+f(x_2))/2$ , при  $x_1$  не равному  $x_2$ , т.е. функция из среднеарифметического не равна среднеарифметическому функций. Проще говоря, при использовании множества криволинейных нормативных графиков для расчёта удельных расходов топлива на месячном интервале заведомо неверен перерасход топлива, по сравнению с его вычислением суммированием из получасовых расчётов.

А сейчас перейдём непосредственно к криволинейным нормативным графикам. Ведь, если мы показали, что расчёты удельных расходов топлива на месячном интервале не верны, то эта ошибка ещё более значительно возрастает при увеличении криволинейности графиков, т.е. если будут взяты реальные

графики после испытания котлов и турбин, а не линеаризованные (преобразованные в полиномы).

Как же можно, реальную энергетическую характеристику оборудования спрямлять полиномом? Очень просто, потому что MS Excel, который насаждался повсеместно Минэнерго РФ, работает только с полиномами, а по другому не умеет. Да, и перерасход топлива в месячном расчёте поменьше, раз убрана излишняя разухабистость графиков. Таким образом, технологии электростанций обманывают, невольно внося неверные кривые в энергетические характеристики оборудования. Отсюда возможен и мираж по экономии топлива.

Но так было традиционно, когда не экономилось топливо. В настоящее же время ТГК и ОГК должны вообще запретить искажать истинные характеристики оборудования в угоду «хромым» программам расчёта ТЭП.

Система Smart-MES, наоборот, легко работает с реальными нормативными графиками в реальном времени, предоставляя истинную картину по перерасходу топлива.

### ***Электростанции с расчётами ТЭП живут в прошлом веке***

Сегодняшнее положение с расчётами ТЭП на тепловых электростанциях схоже с ситуацией, как если бы вы пришли в магазин, а там продавец на костяшках рассчитывает вам сдачу. MS Excel, который доминирует практически на всех электростанциях – сродни таким счётам с костяшками.

В своем письме №22-04-05-2611 от 03.06.2010 Заместитель министра энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Свердловской области И.Н. Чикризов со слов ОАО «ТГК-9» и ОАО «Инженерный центр энергетики Урала» говорит следующее:

«В настоящее время расчёт фактических и нормативных ТЭП на электростанциях Свердловской области осуществляется с использованием программных комплексов АРМ ПТО. Предлагаемая Вами система базируется на тех же принципах (расчёт на оперативном интервале: 1 мин, 30 мин и накопление информации, т.е. «интегральное исчисление») и действительно может повысить точность расчётов. Однако, перерасход топлива существует не потому, что на электростанциях неправильно производят расчёты перерасхода топлива во времени, а вследствие отклонений параметров и показателей технологического процесса от норматива из-за ухудшения технического состояния оборудования в процессе эксплуатации. Снизить перерасход топлива возможно только за счёт устранения недостатков эксплуатации, улучшения качества ремонтов и технического обслуживания, реконструкции и модернизации оборудования».

Вот уж действительно можно извратить любые благие начинания! Но ведь подобную дремучую чушь нам высказывали и Минэнерго РФ (письма: №10-508 от 18.05.2010, №02-229 от 16.02.2011). Но давайте спокойно в этом разберёмся в принципе.

1) Высказывание: «Расчёт ТЭП осуществляется с использованием программных комплексов АРМ ПТО». Но на Свердловской ТЭЦ до сих пор используют MS Excel. Это далеко не программный комплекс, а просто электронная таблица. А на одной Пермской ТЭЦ пару лет назад так расчёты вообще проводились в DOS (возможно и до сих пор).

2) Высказывание: «Предлагаемая Вами система действительно может повысить точность расчётов». Но ведь речь то идёт не о повышении точности, а о том, что существующие месячные расчёты в принципе неверны, т.к. полностью противоречат теории интегрального исчисления для динамических процессов.

3) Высказывание: «Перерасход топлива существует не потому, что на электростанциях неправильно производят расчёты перерасхода топлива». Я конечно не технолог, но такое придумать не мог. На самом деле перерасход топлива существует потому, что точные текущие расчёты не производятся совсем и эксплуатационный персонал не владеет оперативной информацией для недопущения этого перерасхода.

4) Высказывание: «Перерасход топлива существует из-за ухудшения технического состояния оборудования». Перерасход топлива равен фактическому расходу минус нормативный расход. Но нормативы пересматриваются каждые четыре года и полностью соответствуют текущему состоянию оборудования. Так что, расход топлива действительно зависит от износа оборудования, а вот перерасход топлива – нет.

5) Высказывание: «Снизить перерасход топлива возможно только за счёт устранения недостатков эксплуатации, улучшения качества ремонтов и технического обслуживания, реконструкции и модернизации оборудования». Единственная возможность действительно снизить перерасход топлива заключается в принудительной мотивации эксплуатационного персонала посредством оперативного мониторинга на БЩУ текущих значений этого перерасхода.

Вот почему на всех тепловых электростанциях есть автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии и тепла? Да потому что это деньги. А где автоматизированная система коммерческого учёта перерасхода топлива? Ведь это не меньшие деньги. Если уж мы живём при капитализме, то, наверное, должны абсолютно всё считать и учитывать. А то получается, как в дырявой кастрюле – сколько не наливай, а часть всё равно выливается. Так и перерасходуемое топливо незаметно, но постоянно утекает из бюджета Генерирующих компаний, которое эквивалентно 300 миллионам рублей ежегодных потерь по каждой электростанции.

Но ведь для того, чтобы на электростанции было абсолютно всё органично и работало бы на прибыль, необходимо совсем немного, т.е. задействовать получасовые (лучше поминутные) расчёты фактических и нормативных ТЭП, включая и перерасход топлива. На БЦУ мониторинг в реальном времени предоставит эксплуатационному персоналу полную текущую аналитику производства. Тогда будет просто элементарно бороться и с перерасходом топлива, да и с другими потерями и затратами на собственные нужды электроэнергии и тепла.

Современные электростанции, даже с ветхим оборудованием, не говоря уже про ПГУ, просто обязаны иметь инновационную Систему Smart-MES, а не ограничиваться никчёмными и неверными месячными расчётами ТЭП.

### ***Сумасшедший мир электроэнергетики***

Обращается к нам Системный Интегратор из Москвы и произносит следующее: «У нас есть Техническое Задание на автоматизацию расчётов ТЭП электростанции, но мы сами этим никогда не занимались. Хотел бы узнать, а ваша Программа соответствует этому ТЗ по реализации экономико-математической модели на уровне зарубежных аналогов?».

Вот это и есть настоящий «дурдом». Это до чего же докатилась рыночная электроэнергетика, что уже пользуется услугами неспециалистов в специализированных ИТ. Вот только как к таким организациям попадают эти ТЗ? Что это коррупционные схемы или абсолютное равнодушие к результатам внедрения ИТ?

Это равносильно, как если бы ракету взялся изготавливать крупный механический завод, который ранее ничего подобного не делал. Но он же крупный, и ракета изготавливается из металла. Нонсенс! А вот с софтом так поступать можно. Это у нас так принято, что все – певцы, все – музыканты, все – лекари и все, знакомые с компьютером, – разработчики и внедренцы софта

для электростанций. В данном случае профессиональная школа и опыт не имеют значения. Ну, на подобии с MS Excel, мол, возьмите и зашейте расчёты ТЭП. Вот и вся автоматизация! Чего же сложного?

Во-первых, в России из 300 электростанций нет даже 2-х похожих по технологии и составу оборудования, поэтому универсальной экономико-математической модели в принципе быть не может. Во-вторых, это вообще неверное в настоящее время формулировка цели автоматизации расчётов ТЭП.

Скажите, зачем нужна эта автоматизация в рыночных условиях? И никто внятно не ответит. Например, что, мол, нужно следить за основными параметрами ТЭП. Ну, а что вы можете сделать по результатам расчётов за прошлый месяц, даже за прошлые сутки, да просто ничего. А вот, когда выдвигается элементарная цель по обеспечению нулевого перерасхода топлива в реальном времени, которая является конкретной и ясной задачей, то её почему-то все избегают.

А сейчас к вопросу о модели. Модель котла или модель турбины естественно можно математически описать и запрограммировать все процессы, которые происходят внутри. Но зачем? Для экономики это не нужно. Для этого следует использовать принципы «чёрного ящика», т.е. есть входные и выходные параметры, а что происходит внутри не суть важно. Нам ведь в итоге нужна математическая модель всей электростанции.

Теперь к вопросу о зарубежных аналогах, то их для достижения нулевого перерасхода топлива просто нет. А то, что есть, то это всего лишь на подобии MS Excel с SQL базой данных. Так, что же мы не уважаем себя и «пускаем слюни» по западному софту.

За рубежом совсем иное отношение к технологиям электростанций и, следовательно, к софту для них. А у нас совсем другая страна. Вот если бы в России были бы построены 300 одинаковых электростанций, тогда другое дело. А так, каждая электростанция, то новый эксперимент с привязкой к местности.

Наша Инновационная Самоорганизующаяся Система Smart-MES с огромными возможностями по скорости расчётов, по адаптивности и по функциональности далеко опережает зарубежные аналоги для электростанций. Ведь если даже на электростанции и неизвестны конкретные алгоритмы расчёта фактических и нормативных ТЭП, то наша Smart-MES сама прекрасно сгенерирует базовый вариант расчётов, в соответствии с методиками Фирмы ОРГРЭС.

Наша Smart-MES выполняет общий расчёт 20000 показателей за 1 секунду, что позволяет за полчаса в реальном времени на динамическом оптимизаторе просчитывать свыше 1000 технологических вариантов управления электростанцией и по минимаксной стратегии находить оптимальный вариант загрузки оборудования. Также на полной модели электростанции можно формировать любое число ХОП (характеристики относительных приростов) и анализировать различные производственные ситуации.

Наша Smart-MES позволяет в комбинированном сочетании представлять различные технологические схемы и производственные отчёты.

Наша Smart-MES позволяет элементарно отлаживать технологические расчёты непосредственно по цифровым значениям, легко прыгая от одной задачи к другой вперёд и назад. Это важно не только в период первичного формирования расчётов, но и в момент дальнейшего внесения изменений пользователем. А сами расчёты в текстовых Проектах имеют обычный инженерный вид с написанием показателей в привычном для технологов структурированном виде.

Наша Smart-MES обеспечивает мгновенное формирование любой аналитики: суточной в разрезе получасов, месячной в разрезе суток, месячный в разрезе вахт и годовой в разрезе месяцев. Всё это легко делается абсолютно без предварительной подготовки. Для этого достаточно на экранной форме задачи

отметить строку с интересующимися параметрами и нажать кнопку. К вашим услугам представиться полный журнал и график.

Наша Smart-MES, таким образом, решает все проблемы по автоматизации расчётов ТЭП и по оптимальному управлению электростанцией.

## ***Электростанциям пора вооружаться Smart-MES***

Владимир Путин подписал постановление правительства, регламентирующее отношения между потребителями электроэнергии и энергосбытовыми компаниями, предусматривающее отмену взимания штрафов за недобор электроэнергии, которые приводили к неоправданной сверхприбыли. И на самом деле получался нонсенс: Я, например, руководствуясь принципами энергосбережения, пытаюсь экономить электроэнергию, но меня за это облагают штрафами. Глупость, да и только, которую наконец-то исправили.

Но давайте посмотрим, чем это грозит Генерирующему компаниям. Наличие штрафов за недобор электроэнергии ранее невольно сглаживало общую электрическую нагрузку в сети, которая положительно сказывалась и на Генерирующих компаниях, т.к. чем меньше её незапланированное изменение, тем меньше и перерасход топлива тепловыми электростанциями.

Следовательно, сейчас с устранением этих самых штрафов неравномерность потребления электроэнергии сильно возрастёт, что неминуемо вызовет ещё большее увеличение неконтролируемого перерасхода топлива, т.е. если перерасход повсеместно ранее был на уровне 10%, то сейчас размеры увеличения будущего этого перерасхода топлива предсказать даже трудно. Но то, что обязательно снизится прибыль Генерирующих компаний – это бесспорный факт.

А выход то из этой ситуации очень прост и он лежит на поверхности. Нужно элементарно срочно задействовать на всех электростанциях учёт

перерасхода топлива в реальном времени с получасовыми интервалами, т.е. вооружиться Системами Smart-MES. Тогда у эксплуатационного персонала появиться принудительная мотивация по экономии топлива и постановление Путина будет безболезненным для Генерирующих компаний.

Но и этого мало. Генерирующие компании за счёт полной ликвидации перерасхода топлива получат дополнительно по 300 миллионов рублей ежегодной прибыли с каждой тепловой электростанции.

Сегодняшнее же смешное положение как тепловых, так и атомных электростанций легко сравнивается с недалеким прошлым состоянием легкового автотранспорта, когда многие из-за патриотизма предпочитали отечественную Волгу вместо импортной Авто, которая к тому же и значительно дороже. Но постепенно большинство расчухало, что за большие деньги лучше иметь достойные «навороты» и не зависать с ремонтами. Таким образом, Волга на дорогах почти исчезла.

Так и Генерирующие компании очень скоро разберутся и поймут, что пора бы избавляться от допотопного MS Excel и других программ месячного расчёта ТЭП и перейти к получасовым расчётам в реальном времени фактических и нормативных ТЭП, включая и перерасход топлива. В данном случае электростанция сможет выполнять поставку электроэнергии и тепла с самым минимальным расходом топлива при нулевом его перерасходе.

Менталитет русского и фактически ленивого человека, казалось бы, в том, что он всегда полагается на авось, что, мол, само всё как-нибудь рассосётся. Ну, зачем скажите вкладывать деньги в какую-то Smart-MES, когда и так электростанция работает? Но ведь к большому удивлению также думают и российские Генерирующие компании с зарубежным капиталом. Значит дело здесь не в русском менталитете, а в чём-то другом. И я думаю, что это просто общая отсталость по отношению вообще к информационным промышленным технологиям, а другими словами: сейчас просто время компьютерных игрушек.

Я помню, когда-то был бум оптимизационных задач в промышленности. А сейчас они никому не нужны. И коммерческий учёт то электроэнергии и тепла на электростанциях больше всего связан с рынком, т.к. это доступно и понятно. Но вот что такое коммерческий учёт перерасхода топлива никому не понятно, да и никто этого и не желает понять, т.к. в настоящее время на электростанциях нет желающих, лезть из кожи для обогащения менеджмента Генерирующих компаний.

Но в руководстве то этих компаний тоже немного энтузиазма, т.к. деньги то будут потрачены на внедрение Smart-MES, а вот будет ли эксплуатационный персонал на самом деле следить и реагировать в реальном времени на текущий перерасход топлива. Это на самом деле большой вопрос. Вот вам и оправдание, чтобы ничего не делать для увеличения энергоэффективности.

Минэнерго РФ также заняло стороннюю позицию, а это ведь государственный уровень, которому не пристало отмахиваться, как от назойливых мух, т.к. оно призвано блюсти общероссийские интересы. Но ведь общероссийский вектор направлен по указанию Президента РФ на увеличение энергоэффективности.

Получается, что Минэнерго РФ беспардонно уклоняется от указаний Президента. Как это расценивать? Элементарная бюрократия? Но, когда полтора года, невзирая на положительные результаты, Минэнерго РФ отмахивается от Бесстратной Технологии снижения расхода топлива электростанций, то невольно думаешь: Почему?

Да потому, что это не дело Минэнерго РФ проталкивать Систему Smart-MES. А вот утвердить в обязательном порядке для достоверности энергоаудита получасовые расчёты фактических и нормативных ТЭП, включая и перерасход топлива, это прямая обязанность именно Минэнерго РФ. На этом мы настаиваем, и будем настаивать.

Или Минэнерго РФ должно аргументировано, с привлечением отраслевых институтов, опровергнуть теорию интегрального исчисления площади динамического процесса во времени для вычисления перерасхода топлива электростанций.

## ***Получасовой расчёт ТЭП электростанций***

Получасовой расчёт фактических и нормативных ТЭП заслуживает особое внимание, т.к. он занимает промежуточное положение между минутными и суточными расчётами. Это, естественно, ещё не Smart-MES, которая оперирует с минутными интервалами, но зато в реальном времени эти расчёты позволяют следить за перерасходом топлива.

Получасовые расчёты менее категоричны к автоматизированному сбору исходных данных и вполне могут быть реализованы при их частичной автоматизации, т.е. при наличии АСКУЭ, АСКУТ и АСКУГ. Недостающие исходные данные дополняются программным путём трансформированием их из предыдущих суточных значений или с помощью регрессионных зависимостей. Получасовые расчёты ТЭП легко могут быть реализованы на любой электростанции.

Если говорить о суточном расчёте перерасхода топлива по формулам, то он в принципе неверен, и тем более в корне неверен месячный расчёт. Это связано с использованием криволинейных нормативных и энергетических графиков и наличием пороговых условий в алгоритмах расчёта. Поэтому перерасход топлива на суточном и месячном интервалах должен получаться только суммированием получасовых значений, а удельные расходы топлива должны получаться только средне взвешиванием.

Сейчас раскроем подробнее, почему месячный расчёт перерасхода топлива по формулам неверен. Он рассчитывается по следующей зависимости:

$$dB = B_{\text{факт}} - B_{\text{норм}} = B_{\text{факт}} - (E_{\text{факт}} * b_{\text{э}\backslash \text{норм}} + Q_{\text{факт}} * b_{\text{q}\backslash \text{норм}}) / 1000$$

Здесь удельные нормативные расходы топлива по электроэнергии и теплу ( $b_{э\backslash норм}$ ,  $b_{q\backslash норм}$ ) рассчитываются с использованием сотни нормативных графиков. Но для упрощения представим, что они получаются из одной криволинейной функции  $b = f(x)$  усреднением.

Таким образом, для месячного расчёта:  $b_m = f(\text{сумма}(x_i)/n)$ , а при получасовых расчётах:  $b_p = \text{сумма}(f(x_i))/n$ , т.е. для месячного расчёта исходные данные усредняются, а затем производится вычисление, при получасовых же расчётах сначала производится вычисление на каждом получасе, а уж затем выполняется усреднение.

Но  $b_m \neq b_p$ , т.е. они не равны. И встаёт справедливый вопрос, а который же вариант более достоверен:  $b_m$  или  $b_p$ ? По логике это, естественно,  $b_p$ . И это же вам скажет любой грамотный инженер и учёный. Тогда и перерасход топлива должен рассчитываться, как сумма получасовых перерасходов. Этому также учит и теория интегрального исчисления площади динамического процесса во времени. И чем интервалы расчёта меньше, тем точнее результат.

Но почему же Минэнерго РФ этот факт серьёзно не воспринимает? Ведь в результате этого маскируются две очень важные проблемы. Первая это то, что этот расчёт просто неверен и скрывает из-за повсеместной подгонки 10%-й перерасход топлива, что в среднем по каждой электростанции эквивалентно ежегодной потере в 300 миллионов рублей. Вторая это то, что полностью отсутствует возможность своевременно вмешаться в производственный процесс с целью ликвидации этого перерасхода топлива.

А сейчас рассмотрим, что же может существенного привнести получасовой расчёт ТЭП всем категориям от эксплуатационного персонала электростанции до менеджмента Генерирующей компании.

1) **ПТО электростанции.** ПТО освобождается от рутинной работы по подгонке конечных результатов под нулевой перерасход топлива, т.к. огромный первоначальный перерасход, благодаря стараниям эксплуатационного

персонала постепенно естественным путём будет ликвидирован. У Сотрудников же ПТО будет больше времени заняться вопросами логистики по оптимизации потерь и затрат на собственные нужды электроэнергии и тепла.

**2) Эксплуатационный персонал.** Благодаря принудительной мотивации с помощью оперативной аналитики по перерасходу топлива, которую представляет мониторинг на БЦУ, эксплуатационный персонал с открытыми глазами управляет технологией и за счёт достижения своих успехов по борьбе с перерасходом топлива имеет повышенную премию. В данном случае разворачивается поистине заинтересованное соревнование между вахтами за достижение наилучших результатов.

**3) Менеджмент Генерирующей компании.** В данном случае, естественно, менеджмент выигрывает больше всего, т.к. имеет дополнительную ежегодную среднюю прибыль с каждой электростанции в 300 миллионов рублей за счёт сокращения затрат топлива на 10%. Но также на 10% сокращаются и вредные выбросы в атмосферу. Всё это положительно скажется и на инвестиционном климате, и на имидже Генерирующей компании.

Таким образом, от реализации получасового расчёта ТЭП выигрывают абсолютно все, кроме конкурентов. Но, если конкуренты реализуют поминутные расчёты фактических и нормативных ТЭП, а значит и перерасхода топлива, то они, естественно, будут лидировать, потому что у них будет запущена полномасштабная Система Smart-MES, которая принесёт им ещё большую прибыль за счёт точного прогнозирования закупок топлива.

## 5. Электроэнергетический Этюд в багровых тонах

---

В производстве электроэнергии и тепла самое главное это Человек. И именно Человек, который заинтересован в качественном выполнении своих обязанностей при достойной оплате своего труда. До реорганизации электроэнергетики именно так и было. Но сейчас это совсем не так. В настоящее время, когда самим инвесторам не хватает прибыли, то говорить о достойной зарплате работников электростанций вообще просто излишне. Поэтому при такой очень низкой оплате труда и при отсутствии соцобеспечения процветает элементарный формализм в работе и абсолютная безынициативность.

Электростанции, как правило, расположены в регионах, где высококвалифицированным кадрам со специфической специальностью в ином месте работу просто не найти. Вот и вынуждены они прозябать на электростанции, не имея ни душевного, ни творческого порыва. Поэтому они совсем не заинтересованы во внедрении инноваций, т.к. им от этого ничего не перепадает. Поэтому они совсем не заинтересованы в экономии топлива, тем более что ни на одной электростанции нет оперативного учёта перерасхода (ФАКТ – НОРМАТИВ) этого топлива. Поэтому возможна ситуация, когда руководитель группы учёта ПТО говорит своему начальнику, что новую программу осваивать не будет без увеличения своей зарплаты, и начальник ПТО ничего сделать не может, т.к. других людей у него нет и найти трудно.

Но весь парадокс рыночных отношений в том, что всегда есть противоречия тех, кто желает обогатиться выпуском своей продукции, и тех, кто не желает платить высокую цену за эту продукцию. Так и энергетики постоянно стремятся увеличить тарифы на электроэнергию и тепло из-за растущей цены на топливо. Но народ категорически протестует этому безудержному росту тарифов. Поэтому в народе существует постоянное

протестное настроение, выливающееся в массовый конфликт, в который вынуждено вмешиваться Правительство РФ.

Ну и как же можно поверить обоснованиям повышения тарифов Генерирующими компаниями, когда у них ни на одной электростанции нет элементарного текущего оперативного учёта перерасхода топлива. Когда бесхозяйственность электростанций беззастенчиво перекладывается на плечи потребителей электроэнергии и тепла. Когда отраслевые институты абсолютно неверно утверждают, что если перерасход топлива и есть, то это результат большого износа оборудования. Когда Минэнерго РФ безапелляционно гнобит Инновационную Бесстратную Технологию экономии топлива электростанций на Самоорганизующейся Системе Smart-MES.

Безусловно, Генерирующие компании, что-то пытаются делать для экономии топлива внедрением автоматизации расчётов ТЭП. Но они используют устаревшие методики, и это делают абсолютно без экономического обоснования. Что может дать оптимизация ресурсов, когда элементарный перерасход топлива – результат человеческого фактора? Эксплуатационный персонал управляет электростанцией в части перерасхода топлива просто вслепую.

Но ведь есть же выход для увеличения прибыли инвесторам и для увеличения зарплаты работникам электростанций – это внедрение Системы Smart-MES, которая позволяет увеличить прибыль электростанции на 300 миллионов рублей путём ликвидации 10%-го перерасхода топлива. Для этого всего то нужен получасовой учёт этого перерасхода топлива с его оперативным мониторингом на БЩУ.

Например, если у вас в кармане завелась дырка, а вы туда высыпали мелочь, то обязательно через эту дырку часть мелочи безвозвратно просочится. А на всех электростанциях существуют огромные чёрные дыры, куда бесполезно проваливается много топлива, т.к. учёт его перерасхода

отсутствует. И все беспомощно отворачиваются от этой бесхозяйственности, вместо того, чтобы эту дыру просто взять и залатать. Но все пускаются в рассуждения типа, что этого быть не может, потому что этого не может быть никогда. А элементарная математика показывает совсем обратное, что чёрные дыры существуют и с этим нужно как-то считаться, ну и бороться.

А инвесторам вместо того, чтобы распродавать активы, лучше следует засучить рукава и навести порядок на своих электростанциях. На них следует создать принудительную мотивацию по экономии топлива с помощью Системы Smart-MES с непременным условием последующего вознаграждения. Тогда будут все довольны и работники электростанций, и инвесторы. Тогда возродится творческая аура, и для работы на электростанциях опять будут выстраиваться очереди желающих.

Как поговаривал классик: «Стоячего положения нет. Если ты не идёшь вперед, то ты пятишься назад» [20]. В настоящее же время вся электроэнергетика со всеми тепловыми электростанциями именно пятится назад, при этом покрытая вся багровыми пятнами, вызванными равнодушием и наплевательским отношением со стороны менеджмента Генерирующих компаний и Минэнерго РФ к проблеме огромного перерасхода топлива.

Конечно, можно и дальше игнорировать эти проблемы и ещё сильнее багроветь при этом, т.к. совесть то всё равно же есть, всё равно же есть отеческое стремление вывести российскую электроэнергетику в передовые. На одном форуме было заявлено: «Мы ознакомились с вашей Системой, но японская лучше». Вот так... Докатились... Естественно, авторы этого лозунга в нашей Системе Smart-MES не могли осознать всю глубину инноваций, но слепое преклонение перед любым импортным налицо.

### ***Самосознание электроэнергетики должно проснуться***

В Интернете опубликована статья: «Модернизацию электроэнергетики

оценили в 11 триллионов» [21]. Привожу только две выдержки:

- Модернизация российской электроэнергетики требует инвестиций в объеме 11,1 триллиона рублей до 2020 года. Об этом сообщает пресс-служба Минэнерго РФ. Ведомство сообщило, что 22 августа на заседании правительства была представлена концепция «Программы модернизации электроэнергетики на период до 2020 года».

- Реформа отечественной энергетики, завершившаяся в 2008 году разделом РАО «ЕЭС России» была осуществлена успешно, однако за последние пять лет произошел двукратный рост цен на энергию, при этом надежность и качество обслуживания потребителей не улучшились. Кроме того, частные инвесторы, разочаровавшись в своих инвестициях (государство ограничивает тарифы, делая инвестиции в энергетику менее привлекательными, чем хотелось бы частному капиталу), начали распродажу своих энергетических активов, что стало следствием, в частности, неэффективного регулирования.

Из этого вытекает, что Государство само интенсивно планирует модернизацию электростанций, видимо не дождавшись этого от Генерирующих компаний, а владельцы Генерирующих компаний распродают активы из-за малой прибыли. Но заметьте, никто не желает элементарным беззатратным путём эту прибыль быстро удвоить простым методом учёта перерасхода топлива. И в Программе модернизации также не заложен контроль в реальном времени этого текущего перерасхода топлива. Вот вам и модернизация! Получается: новые энергоблоки строить будем, а учитывать перерасход топлива не будем!

В презентации «Развитие электроэнергетики России на период до 2020 г.» [22] академика РАН Э.П. Волкова приведён эффект от капиталовложений в генерацию в размере 73 млрд. руб. Но внедрение Беззатратной Технологии экономии топлива по всей России позволит быстро иметь эффект 100 млрд. руб. А эту Технологию упорно игнорируют. Видимо это самосознание ещё

никак не может проснуться, и продолжает спать, как и спало в годы социализма.

Но основной принцип капитализма – это строгий повсеместный учёт всего. А у нас на всех 300 электростанциях до сих пор не учитывается один из важнейших критериев энергоэффективности – перерасход топлива (ФАКТ – НОРМАТИВ):  $B_f - (b_e \cdot n_p \cdot \mathcal{E}_f + b_q \cdot n_p \cdot Q_f) / 1000$ . Да, он присутствует в месячных отчётах, но в основном для проформы. Месячный расчёт перерасхода топлива по формуле в принципе неверен согласно теории интегрального исчисления площади динамического процесса, да к тому же он повсеместно подвергается различной подгонке из-за боязни лишиться премии. Месячный перерасход топлива должен находиться только суммированием минутных или получасовых перерасходов топлива.

Почему нужно писать десятки Обращений во все высшие инстанции, чтобы электроэнергетика наконец-то проснулась и начала экономить топливо? Почему элементарные моменты по правильному расчёту перерасхода топлива просто безапелляционно уже на пороге отвергаются в Минэнерго РФ? Почему отраслевые институты и большая армия учёных-энергетиков даже не желает вообще этому элементарнейшему вопросу: быстрому увеличению энергоэффективности электростанций – уделить внимание? Почему российская электроэнергетика в данном вопросе представляет собой одно огромное «болото»?

Лишь однажды Минэнерго РФ положительно отреагировало на наши обращения. В письме из Департамента государственной энергетической политики и энергоэффективности Минэнерго РФ №02-1400 от 27.10.2010 за подписью Заместителя директора О.П. Токарева говориться: «Минэнерго РФ сообщает о готовности вернуться к рассмотрению вопроса о перспективах предлагаемой Вами технологии после представления в Минэнерго РФ подробного технико-экономического обоснования».

Через неделю нами было отослано в Минэнерго РФ Технико-Экономическое Обоснование Технологии увеличения энергоэффективности электростанций (экономии топлива) на MES-Системе «MES-T2 2020». И что же? Уже больше года прошло и никакой реакции. Это конечно же не серьёзно для Минэнерго РФ. Вот это и характеризует болотистость электроэнергетики.

Понятно, что у нас в России любую инновационную идею следует пробивать. Но вот почему внедрение Беззатратной Технологии экономии топлива не находит отклика среди Генерирующих компаний, которые претерпевают не лучшие времена из-за низкой прибыли? Но ведь достаточно нагнуться и поднять ежегодную прибыль с каждой электростанции в 300 миллионов рублей, которые легко обеспечивает наша Технология.

Так не пора ли самосознанию электроэнергетики уже проснуться и повернуться лицом к энергосберегающим инновациям. Проблемы экономии топлива при производстве электроэнергии и тепла должны быть на первом месте в электроэнергетике. А полная ликвидация перерасхода топлива – на самом первом месте, тем более что этот перерасход, который на всех тепловых электростанциях соответствует более 10%, не зависит от износа оборудования, а полностью является следствием бесконтрольного человеческого фактора.

### ***Эффект разорвавшейся БОМБЫ в электроэнергетике***

Когда взрывается бомба, то окружающие люди, как бы это цинично не звучало, просто обезумевши, бегают и не понимают, что же произошло. А назад то уже ничего не вернёшь. И неважно, или это был теракт, или просто безалаберность. Но можно попытаться скрыть от общественности данный неприятный факт, тем более, если замешано руководство.

Похоже, именно такую тактику и избрало Минэнерго РФ, когда всячески препятствует признанию появления Беззатратной Технологии экономии топлива электростанций на Системе Smart-MES, которая словно разорвавшаяся

БОМБА всех застала врасплох и погрузила в ступор. Здесь в ход идут все бюрократические уловки. Тут вам и MES-Система вовсе не MES, тут вам и закон, препятствующий её рекомендовать Генерирующему компаниям, тут вам и отсутствие датчиков.

Ведь смешно получается, что для реализации коммерческого учёта электроэнергии и тепла датчики быстро нашлись, а вот для коммерческого учёта перерасхода топлива датчиков найти невозможно. И даже пишут, что, мол, это не рентабельно. Получается, лишнее топливо бесконтрольно сжигать это рентабельно, а его экономить в реальном времени – не рентабельно.

Видимо, в Минэнерго РФ все оцепенели от ужаса, когда поняли (или ещё не поняли), что столько лет неверно производился расчёт ТЭП. Это же, сколько бесполезно лишнего топлива сгорело за многие годы, и кто за это ответит? Поэтому и проявились самая упёртая тактика в Минэнерго РФ, которая звучит очень просто: НЕ ПУЩАТЬ.

Но давайте рассмотрим суть этой самой БОМБЫ на примере расчёта перерасхода топлива тепловыми электростанциями в двух вариантах: как сейчас и как должно быть, исходя из теории интегрального исчисления для динамического процесса, каким и является производство электроэнергии и тепла.

1) Месячный совершенно НЕВЕРНЫЙ расчёт, который производится сейчас на всех 300 электростанциях России:

$$dB = B_f - B_{nr} = B_f - (\mathcal{E}f * b_{\text{э}} \text{hr} + Q_f * b_q \text{hr}) / 1000$$

где:  $dB$  – перерасход топлива за месяц (тут – т. условного топлива);  $B_f$  – фактический расход топлива за месяц (тут);  $B_{nr}$  – нормативный расход топлива за месяц (тут);  $\mathcal{E}f$  – отпуск электроэнергии за месяц (МВт\*ч);  $b_{\text{э}} \text{hr}$  – удельные затраты топлива по электроэнергии за месяц (кг/МВт\*ч);  $Q_f$  – отпуск тепла за месяц (Гкал);  $b_q \text{hr}$  – удельные затраты топлива по теплу за месяц (кг/Гкал).

При этом, как правило, на всех электростанциях  $dB < 0$ , т.е. фиксируется минимальная экономия топлива.

2) Месячный абсолютно ПРАВИЛЬНЫЙ расчёт, который первоначально должен производиться на каждом минутном или получасовом интервале (i):

$$dB = \text{СУММА}[dB_i] = \text{СУММА}[B_{i\phi} - B_{i\text{nr}}]$$

$$dB = \text{СУММА}[B_{i\phi} - (E_{i\phi} * b_{i\phi}^{\text{el}} + Q_{i\phi} * b_{i\phi}^{\text{q}}) / 1000]$$

При этом обязательно должно выполняться условие:  $dB_i > 0$ , т.е. это говорит о том, что сработать лучше, чем предписано нормативами невозможно. А факт появления того, что  $dB_i < 0$ , говорит только о неверных алгоритмах расчёта. Следовательно,  $dB = \text{СУММА}[dB_i] >> 0$ , т.е. намного больше нуля, а значит, имеется очень большой перерасход топлива.

**РЕЗЮМЕ:** Утверждение, что на получасовых интервалах расчёт будет действительно точнее, чем на месячном, в корне неверно. Как это может быть, если по второму варианту  $dB >> 0$ , а по первому  $dB < 0$ ? В этом случае уместно сказать, что это абсолютно разные результаты, а, следовательно, и разные расчёты, которые соответствуют разным технологиям.

Вот в этом то и заключается БОМБА, которая уже взорвалась и с этим следует считаться. Оцепенение и ужас в Минэнерго РФ скоро пройдут, и следует уже по-новому налаживать жизнь в электроэнергетике. Следует непременно учитывать упрямые реалии сегодняшнего дня, следует что-то решать с повсеместными перерасходами топлива, которые ежегодно по России соответствуют 100 миллиардам рублей.

Но в сегодняшних рыночных условиях именно второй вариант расчёта перерасхода топлива ценен своей оперативностью и своевременностью обнаружения этого факта, который легко можно устраниТЬ, добиваясь тем самым минимизации расхода топлива через принудительную мотивацию эксплуатационного персонала посредством мониторинга ТЭП на БЩУ.

Если Минэнерго РФ напрямую и не может влиять на Генерирующие компании в выборе технологии расчётов ТЭП, но потребовать их правильность в элементарном математическом смысле это просто его обязанность. А иначе просто диву даёшься, какого же уровня в отраслевых институтах работают специалисты, когда такую элементарную вещь прошляпили, а отдуваться приходиться за все существующие фиктивные расчёты по топливоиспользованию электростанций с элементами подгонки именно Минэнерго РФ.

Не пора ли Минэнерго РФ здраво взглянуть на предлагаемую Бесстратную Технологию экономии топлива, а не отмахиваться, как от назойливых мух. В этом только выигрывает вся электроэнергетика России.

### *Архаичные расчёты ТЭП ПТО электростанций*

Традиционно нормативные ТЭП рассчитываются в ПТО электростанций в основном на месячном интервале, которые необходимы для определения нормативных удельных расходов топлива на отпускаемую электроэнергию и тепло. Весь комизм данных расчётов, которые оперируют с множеством энергетических характеристик оборудования, в том, что они в принципе никому не нужны, т.к. они абсолютно просто бесполезны.

А ведь этим расчётом с серьёзным видом занимается целая группа учёта в ПТО каждой электростанции, сотрудники которой к тому же не довольны низкой зарплатой, препятствуя из-за этого внедрению новых перспективных программных продуктов. Но ведь в ПТО эта группа учёта совсем не нужна и расчёты в таком виде с элементами подгонки под нулевой перерасход топлива тем более не нужны.

Перерасход топлива ( $dB$ ) соответствует разности фактического расхода топлива ( $B_f$ ) и нормативного ( $B_n$ ). Причём, нормативный расход равняется сумме нормативных расходов топлива на выработку электроэнергии ( $\mathcal{E}_f$ ) и

тепла ( $Q\phi$ ), вычисленных с помощью нормативных удельных расходов топлива по электроэнергии ( $b_{n\mathcal{E}}$ ) и по теплу ( $b_{nq}$ ).

$$dB = B\phi - Bn = B\phi - (\mathcal{E}\phi * b_{n\mathcal{E}} + Q\phi * b_{nq}) / 1000$$

Таким образом, расчёт перерасхода топлива с использованием 20000 исходных и промежуточных показателей, а также 300 нормативных графиков, сводится к расчёту нормативных удельных расходов топлива  $b_{n\mathcal{E}}$  и  $b_{nq}$ . Но если в результате нехитрых махинаций перерасход топлива становится равен нулевому значению, т.е.  $B\phi = Bn$ , то этот расчёт вообще не нужен. А, следовательно, и не нужны энергетические характеристики котлов и турбин, которые получаются в процессе их испытаний.

А что касается вычисления удельных расходов топлива, то они элементарно получаются в одно арифметическое действие. И здесь ни какой науки не надо, и не надо сложных расчётов по ПГУ и по ГТУ, и не надо учитывать износ оборудования, и не надо учитывать потери и затраты на собственные нужды электроэнергии и тепла, и не надо учитывать различные перетоки перегретого пара. Но самое главное это то, что не нужен ПТО вообще. Вот эта формула:

$$b_{n\mathcal{E}} = 1000 * B\phi / (\mathcal{E}\phi + Q\phi * k), \text{ где } k = b_{nq} / b_{n\mathcal{E}} = \text{const}$$

Согласитесь, что проще и честнее эпизодически вычислять значение  $k$ , которое сравнительно стабильно для конкретной электростанции, чем постоянно без толку ворошить груду расчётов и заниматься шаманством для обнуления на бумаге огромного перерасхода топлива, обманывая тем самым Руководство Генерирующих компаний.

Здесь описана та ситуация, которая существует практически на всех электростанциях в России. А это значит, что с таким архаичным подходом для достижения западной энергетической эффективности нам, как до луны. Все призывы с высокой трибуны за экономию энергоресурсов просто благополучно

тонут в российском пофигизме. Ведь как можно экономить топливные ресурсы, если толком никто и никогда не задумывался об истинном перерасходе топлива на электростанциях, т.к. ни на одной ТЭЦ и ГРЭС нет элементарного оперативного учёта этого перерасхода.

Мало того, этого понятия «перерасход топлива» в электроэнергетике просто не существует. Есть придуманная «экономия топлива», есть «пережог топлива». Но пережог топлива не есть перерасход, т.к. пережог происходит по технологическим причинам, а перерасход – по вине человеческого фактора, т.к. эксплуатационный персонал в части текущего перерасхода топлива управляет электростанцией просто вслепую.

В социальных сетях на мои публикации энергетики утверждают, что перерасход топлива вообще никого не интересует, да и после реорганизации электроэнергетики в настоящее время на многих электростанциях энергетические характеристики оборудования и нормативы не соответствуют действительности. Поэтому, достоверно вычислить перерасход топлива просто невозможно.

На это хочется возразить следующим. Руководству Генерирующих компаний интересен не сам факт перерасхода топлива, а возможность минимизации затрат топлива. Но для этого нужны поминутные расчёты фактических и нормативных ТЭП на Системе Smart-MES, которые легко можно реализовать и с устаревшими нормативными графиками.

Выглядит это очень просто. Известно, что при максимальной загрузке электростанции в дневные часы перерасход топлива близок к нулю. Поэтому мы для дневного интервала получаемый максимальный расчётный перерасход топлива за минуту представим в виде поправки ( $\Pi$ ).

$$\Pi = \max(B_{fi} - (\mathcal{E}_{fi} * b_{nei} + Q_{fi} * b_{nqi}) / 1000)$$

Тогда заочные часы при пониженной нагрузке электростанции, когда

наблюдается наибольший перерасход топлива, он рассчитывается за минуту следующим образом с учётом поправки на устаревшие нормативы:

$$dB_i = B\phi_i - (\mathcal{E}\phi_i * b_{n\phi_i} + Q\phi_i * b_{nQ_i}) / 1000 - \Pi$$

А за сутки перерасход топлива рассчитывается интегральным исчислением, как это и положено для динамического процесса электростанции:

$$dB = \text{СУММА}(B\phi_i - (\mathcal{E}\phi_i * b_{n\phi_i} + Q\phi_i * b_{nQ_i}) / 1000 - \Pi)$$

В данном случае при наличии поминутных расчётов перерасхода топлива можно представить суточный график в разрезе получасовых расходов топлива, что позволит визуально видеть резервы экономии этого топлива, а, следовательно, и резервы повышения энергоэффективности электростанции. Ведь когда мониторинг с этими текущими графиками представлен на БЩУ, то эксплуатационный персонал будет вынужденно иметь принудительную мотивацию по экономии топлива. Также совсем легко и объективно можно будет выявлять качество работы соревнующихся вахт.

Но самое главное, что правильно вычисленный перерасход топлива является основным и вполне достаточным интегральным критерием энергоэффективности ТЭЦ и ГРЭС, т.к. он учитывает абсолютно все технологические моменты работы электростанции, включая потери и затраты на собственные нужды электроэнергии и тепла. Даже текущие КПД котлов и сведения о вредных выбросах в атмосферу также учитываются в итоговом перерасходе топлива.

Но почему это упорно не желают понимать ни в Минэнерго РФ, ни в отраслевых институтах, ни в Генерирующих компаниях? Понятно, что на всех уровнях происходит элементарное перетягивание «каната». Но ведь есть же у всех единое стремление, чтобы поднять отечественную электроэнергетику на новый качественный уровень. А это совсем не возможно с имеющимися архаичными расчётами ТЭП ПТО, т.к. для этого нужны оперативные

поминутные расчёты ТЭП с использованием легко-адаптивной и высокоскоростной Системы Smart-MES. Только тогда можно будет с открытыми глазами видеть реальный технологический процесс с позиции затрат топлива.

## ***Без Системы Smart-MES российские электростанции всегда будут менее эффективны зарубежных***

Вот, наконец-то, Медведев снова усиленно агитирует всех за «Советскую Власть», т.е. за энергоэффективность. Он утверждает, что вся экономика России много теряет из-за отсутствия внедрений энергоэффективных технологий. Видимо, экономия на лампочках не дала ощутимый результат. Да и в Сколково топтание на месте. Да и в АСИ (Агентство Стратегических Инициатив) ничего путёвого не делается. Во всех этих «конторах», включая и Минэнерго РФ, прозябают недальновидные чиновники, которые бюрократически отфутболивают все энергоэффективные Инновации, гноя на корню все благие стремления.

Странная видится картина. В верхах создали различные «кружки» по интересам, касающиеся энергоэффективности, которые, видимо, успешно перемалывают среди себя выделяемые огромные финансовые ресурсы на внедрение мнимых энергоэффективных технологий, и никого из сторонних туда не подпускают и близко. Есть различные структуры и сайты в Интернете по энергоэффективности при Минэнерго РФ, но туда не прорваться. Так откуда же взяться этой энергоэффективности? Видимо, только от «сырости». Так и владеет эта «сырая плесень» всеми позициями и в Минэнерго РФ, и в Генерирующих компаниях, и на электростанциях.

Почему же за рубежом энергоэффективность электростанций значительно выше, чем на российских. Можно конечно кивать на большой износ оборудования и успокаиваться этим. Но как тогда объяснить, что на новых энергоблоках перерасход топлива более 10%. Причина кроется только в человеческом факторе пофигизма, который прививался в электроэнергетике с

помощью Минэнерго РФ и отраслевых институтов десятки лет.

И очень простое доказательство этому является отсутствие важнейшего Критерия энергоэффективности, а именно перерасхода топлива, в месячной отчётности электростанции о тепловой экономичности оборудования – Макет 15506-1. Там фигурирует 121 показателей. Есть и перерасход мазута, а перерасхода основного топлива нет. Что это, если не сознательное и преступное сокрытие резервов повышения энергоэффективности.

Оказывается всё очень просто. В месячных расчётах данный показатель по перерасходу топлива (Факт - Норматив) используется лишь для того, чтобы свести баланс между фактическим расходом топлива и нормативным, т.е. подогнать их разность к нулю для вычисления удобных удельных расходов топлива. Но на самом-то деле фактический расход топлива всегда значительно больше нормативного. А раз так, то этот неконтролируемый перерасход топлива можно видеть в реальном времени каждую минуту и, следовательно, его ликвидировать, обеспечив тем самым экономию топлива по России на сумму в 100 миллиардов рублей.

Ведь если говорится об увеличении энергоэффективности всей промышленности России, то в первую очередь следует обязательно сделать энергоэффективными тепловые электростанции и использовать для этой цели абсолютно все Инновационные технологии. Ведь именно с электростанций идёт первоначальная цена на электроэнергию и тепло.

Но фактически получается очень неприглядная картина с продвижением перспективнейшей Технологии экономии топлива электростанций на Системе Smart-MES, которая за Рубежом в ином обличии давно и успешно работает, позволяя учитывать все потери в реальном времени. Поэтому и энергоэффективность электростанций на Западе значительно выше, потому что там привыкли всё считать. Но наша отечественная Система Smart-MES «MES-T2 2020» значительно по всем параметрам превосходит зарубежные аналоги,

поэтому и эффективность от её внедрения будет выше, что создаст реальные предпосылки по-новому организовать на электростанциях производство электроэнергии и тепла.

Но бюрократические препоны Минэнерго РФ и заскорузлость взглядов на ИТ-технологии Генерирующих компаний бездарно и вредительски препятствуют подъёму энергоэффективности отечественной электроэнергетики. Можно сколько угодно всех призывать с высокой трибуны к экономии энергоресурсов, но если там же вверху для этого ничего путёвого не делается, то выглядит это всё, по крайней мере, смешно.

А нужно-то для этого совсем немного. В законе №261-ФЗ чётко прописать для электростанций, что основным критерием энергоэффективности является топливный показатель (Факт/Норматив), который должен вычисляться в реальном времени каждую минуту. При этом в каждую минуту этот критерий не может быть меньше 1 (экономии не бывает), в противном случае или нормативы не верные, или не верен алгоритм расчёта. Таким образом, энергоэффективной электростанцией может быть признана та, у которой месячный топливный критерий равен 1, но при этом нормативный расход топлива обязательно должен получаться суммированием всех поминутных нормативных расходов. Вот тогда-то мы и сможем тягаться с Западом!

### ***Таинственная Загадка Электроэнергетики***

После реорганизации электроэнергетики новые структуры ОГК и ТГК продолжают относиться к проблеме большого перерасхода топлива более чем прохладно. Почему?

Перерасход топлива - это разность фактического и нормативного расходов. Нормативный расход топлива является идеальным, т.е. непрекаемым, естественно, при условии верности алгоритмов расчёта. Но если алгоритмы расчёта составляет, как правило, Фирма ОРГРЭС, то,

сомневаться в их правильности, оснований нет.

Человек не может управлять электростанцией лучше оптимальных или нормативных режимов. Следовательно, экономии топлива в принципе не может быть, т.е. факт всегда больше норматива.

А сейчас два вопроса:

**Первый:** Почему в Макете 15506-1, характеризующий энергоэффективность электростанции и состоящий из 121 показателей, параметр «Перерасход Топлива» вообще отсутствует, как абсолютно не значимый?

**Второй:** Почему на всех тепловых электростанциях в месячных отчётах фигурирует небольшая экономия топлива?

Ответ очень прост. Значение большого перерасхода топлива никого не устраивает, потому что, как с ним бороться, никто не знает. Раньше не было Систем Smart-MES, а расчёты велись в MS Excel, поэтому получасовые расчёты перерасхода топлива для оперативной аналитики и оптимального управления были не достижимы.

В настоящее время подобное положение по инерции сохраняется. ОГК и ТГК ещё не разобрались с приоритетами. Они затевают грандиозные разработки Математических Моделей. Но складывается впечатление, что это вызвано только желанием подкормить карманные фирмы.

А что же будет с перерасходом топлива? Вот в этом то и есть самая таинственная загадка. Но Минэнерго РФ самоустранилось от регулирования этих проблем.

Но вопрос то выеденного яйца не стоит, т.к. эта проблема настолько легко решается. Достаточно внедрить разработанную инновационную Систему Smart-MES и все вопросы с перерасходом топлива будут мгновенно положительно решены, т.к. причина кроется только в человеческом факторе.

## 6. Система Smart-MES ликвидирует воровство топлива

---

В настоящее время управление тепловыми электростанциями производится только по отпуску электроэнергии и по отпуску тепла, т.е. имеются оперативные обратные связи по электроэнергии ( $d\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{\text{факт}} - \mathcal{E}_{\text{план}} = \mathcal{E}_{\text{факт}} - \mathcal{E}_{\text{норм}}$ ) и по теплу ( $dQ_i = Q_{\text{факт}} - Q_{\text{план}} = Q_{\text{факт}} - Q_{\text{норм}}$ ).

А вот оперативная обратная связь по текущим затратам топлива ( $dBi = B_{\text{факт}} - B_{\text{норм}}$ ) отсутствует на всех электростанциях, что ведёт к неконтролируемому перерасходу топлива более чем на 10%, а это соответствует ежегодным средним потерям по каждой электростанции в 300 миллионов рублей или по всей России в 100 миллиардов рублей.

Но рассмотрим иную гипотетическую ситуацию. Что если всё это топливо в размере 100 миллиардов рублей по всей России никуда не теряется, т.е. никакого перерасхода топлива на электростанциях нет, а его просто элементарно «воруют».

Все электростанции традиционно отчитываются месячными расчётами ТЭП, где отсутствует перерасход топлива вообще, т.е.  $B_{\text{факт}} - B_{\text{норм}} = 0$ . Здесь нормативные затраты топлива ( $B_{\text{норм}}$ ) за месяц рассчитываются по формулам с использованием накопленных за месяц данных, что в корне методологически не верно из-за криволинейности нормативных графиков. К тому же, чтобы перерасход топлива действительно был нулевым, месячный расчёт очень просто подгоняется.

В действительности же перерасход топлива за месяц выглядит следующим образом:

$$B_{\text{факт}} - \text{СУММА}(B_{\text{норм}}) = 0.1 * B_{\text{факт}},$$

где  $B_{\text{норм}}$  – нормативный расход топлива на получасовом отрезке времени.

Факт перерасхода топлива в размере (0.1\*Вфакт) выявлен из практического внедрения Системы Smart-MES на ТЭЦ с энергоблоком ПГУ.

Предположим, что на электростанции работают грамотные уникальные технологии, и они действительно не допускают перерасход топлива, а затраты топлива постоянно за каждые полчаса соответствуют строго расчётным нормативам (если это не так, то ситуация на электростанциях действительно очень плачевная).

Тогда можно записать:

$$Вфакт - Взатр = 0.1 * Вфакт,$$

где: Вфакт – фактические затраты топлива по отчётным документам или Вотч, а Взатр – фактические действительные затраты топлива.

Но что же тогда есть: 0.1\*Вфакт? А это как раз соответствует неучтённому или просто ворованному топливу (Ввор), т.е. Вотч – Взатр = Ввор.

Иными словами, электростанция отчитывается за топливо согласно месячному расчёту ТЭП, которое на 10% больше затраченного (это всего лишь гипотетическое измышление). Но раз избытки топлива нигде в отчётах не фигурируют, то их можно пустить налево и иметь для верхушки по нескольку миллионов рублей ежемесячный прибавок к зарплате.

Но это ладно, это воровство внутри генерирующей компании. А как быть с неоправданным завышением тарифов на отпускаемую электроэнергию и тепло? Ведь это совсем нечестно перед всей Россией, из-за чего удорожается её экономика. Почему за воровство топлива на электростанциях должен расплачиваться весь народ.

И что же получается в сухом остатке? Выходит, что из-за неверных месячных расчётов ТЭП на тепловых электростанциях с помощью воровства топлива неправомерно обогащается верхушка, а вся экономика России является заложником этих неверных расчётов. И самое интересное то, что Минэнерго

РФ, зная давно о разработанной Бесстратной Технологии экономии топлива на Системе Smart-MES, этот факт полностью игнорирует, а на деле элементарно повторяет масштабному воровству топлива на всех электростанциях.

Можно конечно успокаиваться, что это всего лишь шуточное гипотетическое измышление. А может, нет? По крайней мере, с помощью Системы Smart-MES этой экономии топлива легко можно добиться, и, пожалуйста, воруй топливо втихую. А с другой стороны, существующий перерасход топлива это такое же воровство, но только крайне бездарное и бесстолковое.

Но ведь можно прибавку в общероссийском масштабе в размере 100 миллиардов рублей иметь без воровства, а вполне цивилизованно, т.е. просто лишнее топливо не закупать. Всё это легко реализуется с помощью Системы Smart-MES.

К тому же есть немаловажный факт в ещё одной особенности Системы Smart-MES. Она может предупреждать аварийные ситуации, которые были, есть и всегда будут.

Аварийная ситуация легко перерастает в аварию с человеческими жертвами. В это можно не верить и ждать, пока она не доберётся до вас. Но будет уже поздно и наступит факт иного огромного воровства денег непосредственно из вашего кармана.

***Прорывная Система Smart-MES, или кому выгоден перерасход топлива электростанций***

В социальной сети на мои высказывания по вопросу повышения энергоэффективности электростанций были многочисленные отклики. Привожу лишь маленькую более цивильную их часть, чтобы представить, что думают сами энергетики и специалисты, связанные с энергетикой:

1) «Те, кто управляет, контролирует и исполняет энергетические функции, все находятся в доле, по разделу доходов от обмана населения и предприятий. Величина этих доходов напрямую зависит от уровня потерь энергоресурсов. Чем больше уровень потерь, тем больше уровень доходов. Бизнес, построенный на расточительстве энергоресурсов, извините, по-другому работать не может» [23].

2) «А вы о высоких материях. А сколько аварий на станциях? А что ОРГРЭС развалили и разрабатывать программы по продлению срока службы ТЭС и проводить диагностику оборудования некому».

3) «Минэнерго РФ отстранилось и, по-видимому, так будет и дальше, потому как спросить не у кого и не с кого. Идёт целенаправленное уничтожение энергоэффективности» [24].

4) «А в кулуарах шепнули, что подобная ситуация с низкой энергоэффективностью чрезвычайно выгодна руководству, так как они от этого имеют большой доход в собственные карманы в обход акционерам».

5) «Закон № 261-ФЗ изначально был нерабочий, из-за отсутствия мер контроля и огромного количества ведомств, участвующих в согласовании отдельных его разделов».

6) «А сейчас чтобы сократить потребление электроэнергии на пускаемом объекте мне нужно столько согласований получить, что я бесплатно буду сидеть на пущенном объекте не менее полгода».

Так кому же выгоден огромный перерасход топлива? Складывается такое впечатление, что независимо от наших постоянных разговоров на эту тему реально в его существование просто никто не хочет верить. Думаю, что перерасход топлива никому не нужен.

Но в каждой Генерирующей компании есть своё лобби внедряемых ИТ-технологий, которое просто не может допустить инакомыслия со стороны.

Должна быть проявлена поистине политическая воля Руководства Генерирующих компаний, чтобы понять, что расчёты фактических и нормативных ТЭП в реальном времени с интервалом не более получаса это не просто возможность полного устранения более чем 10%-го перерасхода топлива, но и предупреждение аварийных ситуаций.

Привожу три возможных взгляда на перерасход топлива:

- 1) Менеджмент категорически не верит и не хочет верить, что есть перерасход топлива на электростанциях в принципе.
- 2) Менеджмент думает, что если и есть какой-либо перерасход топлива, то это из-за большого износа оборудования.
- 3) Менеджмент сильно сомневается, что если даже и будет выявлен перерасход топлива, то его категорически нельзя уменьшить в силу технологических особенностей.

Спорить на эту тему можно до бесконечности, но попробуем спокойно разобрать эти моменты. Понятно, что если менеджмент Генерирующей компании – упрётый, и просто не хочет слышать ни о перерасходе топлива, ни о Системе Smart-MES, то все рассуждения на эту тему ему «до фонаря».

Но в Генерирующих компаниях есть и здравые люди, которые понимают, что если можно малой кровью существенно увеличить энергоэффективность электростанций, то почему бы и не осуществить это.

Естественно, куда было бы проще принимать решение, если бы в соседней Генерирующей компании это уже было реализовано. Но тогда не только цены, но и сами разговоры на эту тему были бы совсем другими.

- 1) Менеджмент категорически не верит и не хочет верить, что есть перерасход топлива на электростанциях в принципе.

Перерасход топлива соответствует разности фактического расхода и нормативного расхода топлива ( $dB = B_{\text{факт}} - B_{\text{норма}}$ ). Но если нет перерасхода топлива, значит, есть его экономия? Но экономия топлива возможна только в небольшие промежутки времени, когда подача топлива прекращается, а котёл в силу своей тепловой инерционности продолжает вырабатывать пар и, следовательно, турбоагрегат – электроэнергию. А после охлаждения котла для его нагрева потребуется то же самое количество сэкономленного топлива.

В результате экономии топлива нет даже при оптимальной загрузке оборудования. Фактически экономия может быть только в сравнении с прошлыми периодами. Оптимизация загрузки в большей степени влияет на нормативный расход топлива, и только опосредованно – на фактический расход, т.к. в этой цепочке участвует человек.

Электростанция – это динамический объект, когда в каждую минуту есть фактический расход топлива, но есть и его расчётный нормативный расход. При стабильной работе в каждую минуту фактический расход не может быть меньше нормативного, т.к. это вообще претит здравому смыслу. В переходные же режимы экономии топлива не может быть тем более.

Таким образом, электростанция не может сработать лучше, чем ей предписано нормативами. В противном случае – просто нормативы не верны. Поэтому возможен только перерасход топлива, который постоянно накапливается из поминутных перерасходов.

Но самое главное, что реальные получасовые расчёты на средней ТЭЦ с дополнительным энергоблоком ПГУ наглядно показывают наличие этого огромного перерасхода топлива. Но вот в чём загадка. Оказывается, в месячных расчётах на MS Excel по этой же ТЭЦ гордо красуется экономия топлива.

А разгадка этих чудес кроется в элементарных махинациях в ПТО. Просто в расчётах фактических ТЭП стоит реальный расход сетевой воды, а в

расчётах нормативных ТЭП этот расход на порядок меньший фактического. Вот так руководство ПТО электростанции элементарно дурит руководство Генерирующей компании. И проверить это очень затруднительно. А вот получасовые расчёты уже это шаманство не пропустят.

В рыночных условиях, когда оплачиваются не выработанные электроэнергия и тепло, а только востребованные, а за топливо приходиться платить сполна, вот вам и ещё источник перерасхода топлива.

2) Менеджмент думает, что если и есть какой-либо перерасход топлива, то это из-за большого износа оборудования.

В данном случае здесь невольно подменяется перерасход топлива на фактический его расход. Дело всё в том, что реальный расчётный получасовой перерасход топлива никто (кроме нас) никогда не видел, т.к. для этого нужна Система Smart-MES, а её кроме нас ни у кого нет.

Месячные же расчёты ТЭП по накопленным данным в корне не верны из-за криволинейности нормативных графиков и наличия пороговых функций в расчётах. Данные расчёты следует выполнять на интервалах не более получаса, а за месяц значение перерасхода топлива получать только суммированием получасовых перерасходов.

А теперь, как же можно объяснить износом оборудования следующий реальный факт? При максимальной загрузке электростанции в дневные часы перерасход топлива близок к нулю, а при неполной загрузке вочные часы перерасход зашкаливает за 30%. Это что же днём износ оборудования на перерасход топлива не влияет, а ночью влияет?

Вот в этой-то чуши и заключается суть неверных высказываний некоторых горе специалистов. Однако, к ним Минэнерго РФ и региональные Минэнерго очень внимательно прислушиваются и с апломбом их дублируют в своих ответах.

А как же быть с перерасходом топлива, который произошёл из-за невозможности реализовать излишне выработанную электроэнергию. В этом-то факте уж точно износ оборудования не виноват.

3) Менеджмент сильно сомневается, что если даже и будет выявлен перерасход топлива, то его категорически нельзя уменьшить в силу технологических особенностей.

Огромный перерасход топлива, существующий в настоящее время на всех тепловых электростанциях, может быть и производственным, и коммерческим. Если с коммерческим перерасходом более или менее всё понятно в силу того, что выработанные электроэнергия и тепло не могут накапливаться, т.е. они должны быть сразу же выгодно реализованы, а вот с производственным перерасходом всё не так однозначно.

Производственный перерасход топлива может быть по технологической причине и по причине человеческого фактора. Но для того, чтобы это понять и выявить, необходима Система Smart-MES.

А вот, что точно с уверенностью можно сказать, так это то, что с помощью Системы легко можно избавиться и от коммерческого перерасхода топлива, и от производственного, принося тем самым Генерирующему компаниям ежегодную дополнительную прибыль не менее 300 миллионов рублей с каждой электростанции.

Например: В ночные часы потребность в электроэнергии падает. Следовательно, необходимо снизить подачу топлива в энергетические котлы, что фактически и происходит. Но возникает законный вопрос. Почему же при этом увеличивается текущий перерасход топлива? Да всё очень просто. Вслепую, используя только режимные карты, это контролировать просто не возможно.

Но, имея график поставки электроэнергии и тепла, с помощью Системы Smart-MES возможно снижать подачу топлива несколько раньше, чем это требуется согласно графику поставки, учитывая большую тепловую инерционность многотонных котлов. Да и с помощью Системы Smart-MES легко вообще постоянно контролировать минимальный текущий перерасход топлива при точном соблюдении графика поставки электроэнергии и тепла.

Резюме: Мы никогда не говорили, что только наша Система Smart-MES способна помочь снизить расход топлива в Генерирующих компаниях. Экономия топлива – это технология. И её могут реализовать на любом программном обеспечении, но почему-то сейчас это и близко не наблюдается.

А мы твердо уверены, что наша Система Smart-MES – самая легко адаптируемая и самая высокоскоростная. И другим реализовать данную технологию по устраниению перерасхода топлива, не имея программное обеспечение с подобными характеристиками, практически не возможно.

## *Две философии экономии топлива электростанций на Системе Smart-MES*

Технология экономии топлива, основанная на получасовых или на поминутных расчётах перерасхода топлива и на представлении текущей аналитики ТЭП на БЦУ электростанции, обеспечивает для Генерирующих компаний две философии: Потребительскую и Патриотическую, которые по мировоззрению диаметрально противоположны, как китайские ИНЬ и ЯНЬ.

Потребительская философия выглядит следующим образом. Технология экономит топливо в размере более 10% от общих затрат. Следовательно, раз в стоимости на отпускаемую электроэнергию и тепло топливная составляющая свыше 50%, то дополнительная прибыль будет очень ощутима. Понятно, что при такой огромной прибыли можно и увеличить премию эксплуатационному персоналу за великолепные производственные достижения в сфере увеличения

энергоэффективности электростанций. И этот персонал будет работать ещё более успешней, принося акционерам ещё большую прибыль.

Патриотическая же философия напрямую на увеличение прибыли не влияет. Зато она качественно сказывается на всей экономике России, т.к. экономия топлива ведет к снижению отпускных цен на электроэнергию и тепло. В данном случае включаются рыночные механизмы конкуренции, которые ведут к увеличению объёмов, ну, следовательно, и прибыли.

Однако, в настоящее время в России действующего рынка электроэнергии нет, а, следовательно, нет и конкуренции. Так, что снижать цены – получается себе дороже. Но почему-то Генерирующие компании страшно боятся внедрять эту перспективную Технологию экономии топлива, опасаясь того, что Минэнерго РФ увидит иную картину с действительными затратами топлива и прекратит практику необоснованного увеличения тарифов.

На это хочется сказать следующее, ссылаясь на многочисленные письма из Минэнерго РФ в наш адрес, что это ведомство уже давно отстранилось от забот экономии топлива, переведя все эти хлопоты в СРО. Поэтому, Патриотическую философию экономии топлива можно навсегда забыть, т.к. никому она не нужна. Ну и что ж, что народ страшно недоволен постоянными увеличениями тарифов на электроэнергию и тепло. Ну и что ж, что энергоёмкая продукция крупных производственных потребителей электроэнергии не конкурентная из-за высоких цен. Зато, Генерирующие компании, используя Потребительскую философию экономии топлива, смогут резко увеличить свою прибыль.

Но весь комизм то данной ситуации в том, что Генерирующие компании ведут себя, как «собака на сене», т.е. ни себе – ни людям, ни потребления – ни патриотизма. Данная перспективная и фактически Бессзатратная Технология уже два года пылится на полках, а Генерирующие компании экономить топливо не желают. Они лучше будут внедрять бесполезные для увеличения прибыли

экономико-математические модели электростанций и мониторинги ТЭП с зарубежным софтом. Наверное, это для кого-то и выгодно, но только не для акционеров и инвесторов Генерирующих компаний. Вот и получается, что вместо китайских мировоззрений ИНЬ и ЯНЬ менеджмент Генерирующих компаний предпочитает исконно русское мировоззрение – ХРЕНЬ.

В соцсетях нам уж рекомендуют, что договоритесь о бесплатном внедрении своей Технологии экономии топлива на Системе Smart-MES, но с выплатой половины прибыли за первый год. Так это же за одну электростанцию целых 150 миллионов рублей вместо каких-то мизерных 10 миллионов! Мы, естественно, согласны!

Генерирующие компании, мы предлагаем Вам бесплатное внедрение высокотехнологичной инновационной Технологии, которая быстро сделает всю вашу Генерирующую компанию привлекательной для инвесторов. Вам что в среднем по 300 миллионов рублей ежегодной дополнительной прибыли с каждой электростанции не нужны? Это же при 10 ТЭЦ и ГРЭС минимум дополнительных 3 миллиарда рублей прибыли для компании. Ни одна иная технология не способна дать такой огромнейший экономический эффект с окупаемостью всего за один месяц.

Напомню коротко суть этой великолепнейшей Технологии. Каждые полчаса или каждую минуту в реальном времени осуществляется автоматизированный ввод исходных данных из существующих на электростанциях систем коммерческого учёта тепла, электроэнергии и газа. Недостающие исходные параметры дополняются программным путём с использованием различных методов. После этого выполняется общий получасовой или минутный расчёт фактических и нормативных ТЭП, включая перерасход топлива за это время. На БШУ электростанции выводится в мониторинге текущая аналитика основных получасовых и минутных ТЭП, включая перерасход топлива. При необходимости запускаются оптимизационные и интеллектуальные механизмы.

Эксплуатационный персонал постоянно созерцает текущую динамику по перерасходу топлива. Система может выдавать опережающие советы по снижению или по увеличению подачи топлива на энергетические котлы. Но самое главное персонал в реальном времени имеет исчерпывающую информацию и у него появляется принудительная мотивация по экономии топлива.

### ***ТГК и ОГК не готовы снизить перерасход топлива с помощью Системы Smart-MES***

Фирма ИнформСистем наблюдает полную неготовность ТГК и ОГК снизить перерасход топлива с помощью внедрения Инновационной Системы Smart-MES для реализации расчётов ТЭП на электростанциях.

Все электростанции ТГК и ОГК в своих месячных отчётах по топливоиспользованию показывают, как правило, небольшую экономию топлива. Тем более, что в месячных расчётах на MS Excel это легко сделать, т.е. подогнать. О фактических резервах экономии топлива на каждой электростанции не знает никто, так как месячные расчёты по перерасходу топлива не верны. Для этого нужны получасовые расчёты, ну, в крайнем случае, суточные, а месячные показатели должны получаться методом накопления, т.е. интегральным исчислением. А это на всех электростанциях отсутствует традиционно, так как в MS Excel это реализовать просто невозможно.

Получается парадоксальная картина, что в России есть уникальное собственное программное обеспечение с окупаемостью в один месяц, даже если будет достигнута экономия топлива всего в 1%, а ТГК и ОГК слепы. На электростанциях работа организована по принципу обеспечения поставок электроэнергии и тепла без оглядки на величину перерасхода топлива. А перерасход топлива, допущенный даже за полчаса работы, уже не компенсируется. Да и зачем прилагать гигантские усилия в какие-то моменты с

помощью оптимизации ресурсов? А не логичнее ли просто не допускать постоянного его перерасхода.

Минимизировать перерасход топлива можно очень простым методом получасового отслеживания за топливоиспользованием. Для нахождения наилучшего варианта управления тут же присутствует динамический механизм просмотра за полчаса до 1000 вариантов технологической реализации. А с опытом с «открытыми глазами» при постоянном расчёте текущих значений перерасхода топлива можно легко выбирать наилучший вариант в переходные моменты: изменение температуры воздуха, день и ночь и т.д.

Почему же ТГК и ОГК так глухи к этим инновациям? Этому у нас объяснения нет. Пожалуй, только одно объяснение: они просто пока морально не готовы обратить пристальное внимание в сторону ПТО электростанций и отвести достойное место достоверным расчётом ТЭП.

### ***Почему строят ПГУ, а об экономии топлива забывают?***

Фирма ИнформСистем сделала попытку разобраться в причине отсутствия оперативного учёта перерасхода топлива в прогрессивной технологии ПГУ (Паро-Газовая Установка) и на тепловой электростанции в целом.

В последнее время ПГУ находит широкое применение для модернизации существующих ТЭЦ и ГРЭС из-за более высокого КПД по сравнению с паросиловыми установками. Это значит, что для выработки такого же количества электроэнергии и тепла требуется теоретически меньше топлива. Но никто не знает, как это на получасовом интервале согласуется с фактическим расходом топлива. Месячный перерасход топлива складывается из получасовых перерасходов. Рассчитывать же перерасход топлива по формулам на месячном интервале в корне не верно из-за нелинейности нормативных графиков.

Что же получается? ТГК и ОГК инвестируют миллиарды на строительство ПГУ для получения дополнительной прибыли и скупятся вложить пару миллионов на Систему Smart-MES для оперативного контроля за перерасходом топлива.

Но как ПГУ, так и электростанцией управляет человек. И никто ещё не отменял человеческий фактор в управлении сложным производством. Очевидно, что вслепую человек никогда не сможет добиться в управлении оптимальных результатов, даже при наличии ХОП-оптимизации.

К тому же ПГУ встраивается в существующую электростанцию, а это означает наличие различных перетоков по топливу, воде, электроэнергии и пару. Оперативно регулировать балансы человеку без обратной информации по перерасходу топлива просто не возможно. Поэтому на практике происходит большой перерасход топлива.

Традиционно по методикам Минэнерго все расчёты по топливоиспользованию производятся только на месячном интервале, а такого важнейшего показателя, как перерасход топлива, нет даже в макете 15506-1. Это говорит об изначальном безразличном отношении к этому показателю.

Поэтому в своих расчётах электростанции перерасход топлива подстраивают близким к нулю. А это значит, что удельные расходы топлива, которые используются для планирования, расчитываются из условия фактического расхода топлива, т.е. уже заранее закладывают перерасход топлива в 10%, что в рыночных условиях просто бесхозяйственно.

## 7. Коммерческий инновационный учёт перерасхода топлива

---

Практически на всех тепловых электростанциях существуют автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ), тепла (АСКУТ) и топлива, например: газа (АСКУГ). Ну а где автоматизированная система коммерческого учёта перерасхода топлива (АСКУПТ)? Что-то здесь идеологи электроэнергетики для рыночных условий не доработали. Ведь если размер 10%-го годового перерасхода топлива в денежном выражении равен прибыли Генерирующей компании, то это далеко не шуточки, что для средней электростанции составляет 300 миллионов рублей, а, следовательно, для средней Генерирующей компании – 4 миллиарда рублей. И это всё бездарные потери!

Естественно, следует ещё доказать этот факт 10%-го перерасхода топлива, но это несколько позже, а сейчас рассмотрим суть АСКУПТ, т.е. коммерческого учёта перерасхода топлива. Если системы АСКУЭ, АСКУТ, АСКУГ являются самостоятельными и независимыми системами, то АСКУПТ является полностью зависимой от этих систем, т.к. она на них базируется.

АСКУПТ в виде Системы Smart-MES использует данные АСКУЭ, АСКУТ, АСКУГ и осуществляет поминутные расчёты фактических и нормативных ТЭП, результатом которых является текущий перерасход топлива. Вся аналитика выдаётся мониторингом на БЩУ для возможности оперативного обнаружения факта этого перерасхода топлива и для своевременного вмешательства в производственный процесс. Таким образом, АСКУПТ обеспечивает положительную оперативную технологическую обратную связь для увеличения энергоэффективности электростанций.

Ну, а сейчас о факте 10%-го перерасхода топлива. Неконтролируемый перерасход топлива присутствует каждую минуту, и оттого, что существующие в настоящее время месячные расчёты показывают даже эфемерную его

экономию, этот перерасход никуда не девается, а он просто ощутимо отражается на прибыли Генерирующей компании. Но почему же тогда этот самый перерасход топлива подгоняют к нулю в месячных расчётах, а явно его не показывают в отчётах? А просто потому, что в таком виде он никому не нужен. Ведь этот перерасход топлива относится к прошлому периоду и с ним уже ничего не сделать. А подгоняют потому, что нужно получить удельные расходы топлива по электроэнергии и теплу в соответствии с фактическим расходом этого топлива для планирования его закупок на следующий месяц. Таким образом, в планах заранее закладывают этот перерасход топлива.

Не будем говорить, этично или неэтично перекладывать бесхозяйственность электростанций в части наличия огромного перерасхода топлива, который беззастенчиво входит в тарифы, на потребителей электроэнергии и тепла, т.к. всё регулируется рынком. Но, похоже, что рынка то настоящего вообще нет, при котором обязательно должен быть дефицит потребителей, чтоб за него была тарифная борьба. А раз берут за любую цену, то говорить о настоящем рынке электроэнергии и тепла пока рановато.

Огромный фактический и неконтролируемый перерасход топлива не выявить существующими неверными в методическом плане месячными расчётами ТЭП. Для этого нужна Система Smart-MES. С её помощью мы на средней тепловой электростанции выявили следующие объяснимые закономерности.

1) Перерасход топлива присутствует на каждом получасовом интервале, следовательно, он есть и на каждом минутном интервале. Это объясняется тем, что эксплуатационный персонал управляет электростанцией вслепую в части перерасхода топлива. А реально, не имея текущей информации по перерасходу топлива, не возможно управлять в соответствии с нормативами.

2) Перерасход топлива в ночные часы значительно больше, чем в дневные. Так, ночью перерасход достигает 30%. Понятно, что в ночные часы

нагрузка электростанции падает. А на самой же электростанции в это время бесконтрольно напрасно сжигается лишнее топливо, даже при общем его сокращении.

В настоящее время на всех тепловых электростанциях сложилась парадоксальная картина. Если выработка электроэнергии и тепла строго регламентируется графиками их поставки, то вот затраты топлива на их выработку абсолютно ничем не регламентируются, а должны регламентироваться нормативами в реальном времени. И вы ещё хотите сказать, что если нет ограничения по затратам топлива, то и нет его перерасхода? Вот в этом то и заключается основная глупость рыночного понимания работы электростанции.

Только автоматизированная система коммерческого учёта перерасхода топлива (АСКУПТ) способна навести порядок с бесконтрольным и с безответственным разбазариванием постоянно дорожающего топлива.

Но генерирующие компании должны будут в конце концов понять, что если они сейчас имеют прибыль в размере « $\Pi$ », а могли бы очень легко и фактически беззатратно иметь « $2*\Pi$ ».

### ***Рентабельность электростанций можно увеличить вдвое***

Количественно рентабельность исчисляется как частное от деления прибыли на затраты. При внедрении же Бесстратной Технологии экономии топлива электростанций на Системе Smart-MES общие затраты практически не изменяются, но зато прибыль увеличивается в два раза за счёт полной ликвидации 10%-го перерасхода топлива. Таким образом, и рентабельность электростанций, естественно, увеличивается вдвое.

Этому очевидному факту можно верить или не верить, но неоспоримо одно, что никто и никогда точно не рассчитывал фактический перерасход топлива, т.к. это возможно только с помощью Системы Smart-MES, используя

интегральные методы исчисления площади динамического процесса. В настоящее же время те цифры о перерасходе или о мнимой экономии топлива, которые присутствуют в месячных отчётах тепловых электростанций, настолько далеки от истины, что просто удивляешься, куда же смотрит менеджмент Генерирующих компаний, допуская такую небрежность в рыночных условиях, при этом вдвое сокращая себе прибыль.

Здесь для удвоения прибыли с помощью Системы Smart-MES обязательно следует учитывать три момента: правильное выявление факта перерасхода топлива в реальном времени, оперативное устранение этого перерасхода и точное прогнозирование закупок топлива. Если первый и третий моменты полностью являются прерогативой Системы Smart-MES, то второй в большей степени уже зависит от эксплуатационного персонала, которому непременно будут предоставлены инструментальные средства Системы для правильного принятия решений. Но человеческий фактор всё равно остаётся. Если же мониторинг на БЦУ предоставляет всю оперативную информацию о текущем перерасходе топлива и есть советующие варианты по загрузке оборудования, а также мощный премиальный стимул, то успех неминуем.

Но совершенно ясно одно, что без получасовых расчётов фактических и нормативных ТЭП, а, следовательно, и без текущего учёта перерасхода топлива, абсолютно ничего не получится для увеличения энергоэффективности электростанций, не говоря уже и о каком-нибудь увеличении её рентабельности.

Сегодняшнее состояние производства электроэнергии и тепла на электростанциях без Системы Smart-MES сродни автозаводу без главного конвейера. Управлять в настоящее время электростанцией по режимным картам оборудования такая же профанация, как вычисление энталпии воды и пара по таблицам Вуколовича [25]. Казалось бы, всё есть: и АСУТП, и АСУП, но нет главного – управления производством продукции, для чего и предназначена Система Smart-MES.

Любое качественное управление обязательно подразумевает наличие оперативной обратной связи. Так для электростанции при выработке электроэнергии и тепла согласно графику поставки такой обратной связью является текущая информация по перерасходу топлива. Но этого традиционно нет ни на одной тепловой электростанции. Тогда о каком же качественном управлении вообще можно говорить? И что это: просчёты отраслевых институтов или полнейшее их невежество в вопросах управления?

Один специалист с электростанции прямо заявил: как же нам оперативно «дёргать» 10-и тонную раскочегаренную машину (котёл)? И на самом деле, как же ею можно управлять вслепую-то? Вот и сжигается бесконтрольно и бесполезно лишнее топливо, что по России эквивалентно 100 миллиардам рублей. Но ведь это потенциальная прибыль Генерирующих компаний.

А теперь представьте, что на БШУ в соответствии с графиком поставки электроэнергии и тепла с учётом текущих их потребностей на экран монитора выводится полная картина по оптимальной загрузке оборудования и с текущей аналитикой по перерасходу топлива. Эксплуатационный персонал принимает решения и постоянно видит оперативную картину не только по электроэнергии и теплу, но и по перерасходу топлива. Это и есть качественное управление с обратной связью, которое к тому же регулируется и достойными премиальными.

Современная же философия функционирования электростанций основана на полной безответственности за огромный перерасход топлива по той лишь причине, что этого перерасхода фактически никто и никогда даже не щупал и щупать не желает. Этот же не выявляемый перерасход элементарно с помощью подгонок и беззастенчиво замалчивается на всех уровнях. Почему? Видимо безоблачность подобного существования пока перевешивает возможную прибыль Генерирующих компаний.

Но ведь есть ещё и интересы общества в снижении роста тарифов на

электроэнергию и тепло. А это очень сильное ограничение, которое необходимо учитывать при непременном постоянном росте стоимости топлива. К тому же существующий энергоаудит настолько формален и бестолков, раз довольствуется неверными данными с электростанций о перерасходе топлива. Но основная задача энергоаудита это наметить пути по увеличению энергоэффективности тепловых электростанций. Но когда 10%-й перерасход топлива на всех электростанциях элементарно игнорируется, то роль этого энергоаудита видимо просто сводится к кормушке для кумовьёв.

Роль Системы Smart-MES для автоматизации управления производством продукции можно естественно игнорировать. Но сколько это продлиться? Ведь в итоге от неё всё равно никуда не уйти. Как непременно придётся расстаться и с допотопным MS Excel, на котором сейчас осуществляются расчёты ТЭП в ПТО электростанций.

### ***Без Smart-MES миллиарды утекают от Генерирующих компаний***

Откуда в настоящее время Генерирующие компании имеют приличную Прибыль? Ответ прост: Это от увеличения тарифов на отпускаемую электроэнергию и тепло, и от привлечения инвестиций за счёт дополнительной эмиссии акций. Но это Прибыль сегодняшнего дня. А ведь только вчера этой Прибыли у них не было, и завтра её не будет. Всё это значит, что Генерирующие компании живут только сегодняшним днём, не думая о завтрашнем, обманывая тем самым инвесторов.

Но ведь всем хорошо известно, что для получения стабильной максимальной Прибыли необходимо максимально снизить затраты, особенно, непроизводительные потери. Эти потери следует выявлять в реальном времени и быстро реагировать для их устранения. Здесь никакой Америки я не открываю. Но оказывается, что это совсем не доходит до «моложавого» менеджмента Генерирующих компаний, поглощённых только проблемами

рынка, т.е. дешевле купить топливо и дороже продать электроэнергию. Но, к сожалению, тенденция вырисовывается такая, что стоимость топлива будет только расти, а увеличивать тарифы на электроэнергию общество не позволит. Уже сейчас многие энергоёмкие производства ориентируют своё расширение за рубежом, где дешевле электроэнергия.

Многие непроизводительные потери, включая и перерасход топлива, выявляются только с помощью оперативных расчётов фактических и нормативных ТЭП (Технико-Экономические Показатели) в реальном времени. Но оказывается, что во всех Генерирующих компаниях этого просто не знают, раз на всех тепловых электростанциях России процветают месячные или суточные расчёты ТЭП. Ну, и какую пользу они могут принести, констатируя результаты прошедшего периода?

А ведь на таком сложном динамическом объекте, как электростанция, нагрузка сильно меняется в течение суток. Днём она повышенная, а ночью пониженная. Следовательно, нужно постоянно следить за потерями. А этого нигде нет. Но если никто не следит за потерями, то никто их и не ликвидирует. А раз так, то они бесконтрольно господствуют на всех электростанциях, и никто о них ничего не знает.

Вот так здорово! А где же грамотный энергоаудит? А где же стремление на увеличение энергоэффективности, согласно Закону №261-ФЗ? А где же ведущая роль Минэнерго РФ по увеличению международного имиджа российской электроэнергетики? Ничего этого нет даже в планах. Получается странная картина: Генерирующие компании вкладывают миллиарды на строительство парогазовых или газотурбинных энергоустановок и ежегодно бездарно теряют миллиарды от не выявленных и не устраниённых потерь и от перерасхода топлива, и всё это беспардонно компенсируют непомерным увеличением тарифов. По такому же поводу в настоящее время гудит вся Болгария. Но если вздумает на дыбы подняться вся Россия, то ни одной Генерирующей компании несдобровать. Так зачем же испытывать народ на

прочность? Он прекрасно помнит обещания и заверения рыночного Чубайса.

Но ведь есть ещё важнейшая проблема – это всегда возможные Аварии, которые моментально съедают миллиарды. Человеческий фактор пофигизма, самопроизвольное срабатывание автоматики, износ трубопроводов и оборудования – всегда были предвестниками Аварий. Но ведь Система Smart-MES легко может выявить любую Аварийную Ситуацию и предотвратить Аварию, а, следовательно, не допустить миллиардные убытки.

Складывается такое впечатление, что в Генерирующих компаниях осели глухие и слепые «желторотые птенцы», которые только и способны широко раскрывать свои «ключи». Они не слышат стонов потребителей электроэнергии и тепла, они не видят бардака на электростанциях, вызванного полным отсутствием хозяйственного подхода к выявлению и ликвидации непроизводительных потерь и огромного перерасхода топлива.

В электроэнергетике наблюдается порочная картина. Генерирующие компании из-за увеличивающихся расходов легко пробивают увеличение тарифов на отпускаемые электроэнергию и тепло, которые преумножаются посредниками. Минэнерго РФ их, видимо, поддерживает, ссылаясь на липовые обоснования Генераторов. Но Минэнерго РФ, которое ответственно за увеличение энергоэффективности в отрасли, выпускает безграмотные инструкции для энергоаудиторов по энергопаспортам, которые только фиксируют бесхозяйственность электростанций и не выявляют резервы повышения энергоэффективности. Видите ли, Минэнерго РФ не может и не хочет вмешиваться в деятельность Генераторов, ссылаясь на их самостоятельность. А как же Закон №261-ФЗ, который для всех обязателен?

В недалёком прошлом Комитетом по энергетике Государственной Думы РФ поготовились глобальные изменения к Закону №261-ФЗ. И хотелось бы надеяться, что данные изменения затронут электростанции тоже и будут направлены на сбережение миллиардов не только Генерирующих компаний, но

и всей промышленности России. А Инновационная Система Smart-MES легко в этом поможет!

## ***Сверхприбыль ОГК и ТГК от внедрения Smart-MES***

Сверхприбыль – прибыль, по своей величине намного превышающая нормальную. Но если внедрение Системы Smart-MES позволяет иметь прибыль с одной электростанции в 300 миллионов рублей при затратах всего в 10 миллионов рублей, то это не просто сверхприбыль, а сверх-сверхприбыль.

Как же получается такая огромная прибыль, и почему ни одна иная Система не может её обеспечить? Всё дело в органическом единстве Системы Smart-MES и Технологии. Инновационная Система Smart-MES имеет такие мощные характеристики, которые позволяют сформулировать Технологию, направленную именно на получение прибыли через экономию топлива в 10%. Все же иные внедряемые Системы для автоматизации расчётов ТЭП изначально совсем не ориентированы на получение прибыли и поэтому её ждать в дальнейшем просто бесполезно.

Основным источником прибыли является полная ликвидация банального перерасхода топлива, о котором на всех электростанциях предпочитают просто ничего не знать, пользуясь при этом устаревшими методиками месячного расчёта фактических и нормативных ТЭП. В этом то и заложена бомба. Мало того, что месячные расчёты в принципе не верны, т.к. должны быть получасовые или даже минутные расчёты, но месячные расчёты удельных расходов топлива элементарно и беспардонно подгоняются под нулевой перерасход топлива.

Оно и понятно. Что толку если в результате месячного расчёта получается огромный перерасход топлива? Всё равно никто не знает, что дальше то с ним делать, т.к. он отражает прошедший период. Но если величина периода будет минута, то это уже совсем иная картина. Фактически получается

в реальном времени можно иметь оперативную информацию по перерасходу топлива и своевременно её использовать для снижения этого перерасхода.

У нас в России в стационарном обществе такая твёрдая уверенность, что никакая компьютерная программа не сможет изменить сложившийся годами ход производства электроэнергии и тепла, при котором абсолютно отсутствует текущий контроль над перерасходом топлива. В настоящее же время на всех электростанциях существуют всего два контролируемых вектора: это электроэнергия и тепло. Но в современных рыночных условиях необходимо введение третьего контролируемого вектора: это перерасход топлива, учитывая то, что в тарифах на электроэнергию и тепло топливная составляющая доходит до 60% и то, что стоимость топлива постоянно растёт, а увеличение тарифов на электроэнергию и тепло регулируется государством.

Здесь должна возникнуть у ОГК и ТГК двоякая заинтересованность в скорейшем внедрении Системы Smart-MES для выявления и полной ликвидации перерасхода топлива, как самых больших непроизводительных потерь. С одной стороны появляется 10% запас прочности от рыночных колебаний цен на топливо, а с другой стороны, элементарно удваивается прибыль, что положительно скажется и на приток новых инвестиций в электроэнергетику.

Нас всё пытают: Вы сначала докажите, что есть действительно перерасход топлива на тепловых электростанциях, что его можно снизить и что прибыль будет соответствовать 300 миллионам рублей. На что мы отвечаем: Существуют упрямые законы математики и, в том числе, теория интегрального исчисления площади динамического процесса. Такими криволинейными площадями во времени представляются и выработка электроэнергии, и отпуск тепла, и перерасход топлива. Но если по электроэнергии и теплу осуществляется оперативный их учёт, то по перерасходу топлива такого же учёта просто нет, и никогда не было.

Но если ни на одной электростанции в принципе нет правильного учёта перерасхода топлива, то как же можно доказать его существование без реализации этого учёта. На бумаге в ТЭО, пожалуйста, есть все выкладки с обоснованиями. Там же описано, что на реальных замерах на одной ТЭЦ была выявлена следующая закономерность: днём перерасход топлива близок к нулю, а ночью достигает 30%. Учёные нам возражают, что перерасход топлива вызван большим износом оборудования. Но тогда, почему днём то перерасход практически близок к нулю? Или, что днём при полной нагрузке электростанции на перерасход топлива износ оборудования не влияет, а ночью при пониженной нагрузке вдруг стал влиять? Полнейшая чушь!

Но если к огромному перерасходу топлива износ оборудования не имеет отношения, тогда получается, что это результат чистейшего человеческого фактора, который, естественно, можно обнаружить, изучить и ликвидировать.

Или ещё такой выпад со стороны станционников: Укажите, какой «рычажок» повернуть, чтобы снизить перерасход топлива. Вот так. Умнейшие технологии с электростанций спрашивают у разработчиков Системы, как им этот перерасход снизить. Докатились. У нас что, больше нет отраслевых институтов? Но, к сожалению, им задача поставлена быть не может, пока реально не будет налажен учёт этого перерасхода топлива.

Но комизм всей этой ситуации с перерасходом топлива в том, что мы уже больше года говорим об этой проблеме, а нам звонят с Генерирующей компанией и спрашивают: Вы можете реализовать расчёты фактических и нормативных ТЭП? Они даже мысли не допускают, что при этом смогут ещё и иметь сверхприбыль!

## ***Блеск и Нищета ОГК и ТГК***

После реорганизации электроэнергетики на верхний уровень ОГК и ТГК пришёл мощный менеджмент с высококвалифицированными ИТ-

подразделениями. Основной задачей ИТ было, как можно быстрее погрузиться в рыночную экономику. И они с успехом погрузились, но забыли второпях про производственный уровень электростанций. В итоге получился Мерседес с движком от Волги.

Но прибыль то формируется на ТЭЦ и ГРЭС, а они как работали, так и продолжают по-старинке рассчитывать ТЭП в MS-Excel. Но это убожество никак не согласуется с рыночной экономикой.

В новых условиях технологии ПТО электростанций должны владеть логистикой. А логистика - это мировоззрение, касающееся оптимизации затрат, и, в первую очередь, естественно, расхода топлива.

Дело доходит до абсурда. Электростанции месяц работают и не знают фактический размер перерасхода топлива. А в конце месяца они элементарно подгоняют расчёт под небольшую его экономию. ОГК и ТГК устраивает такое положение, раз они не желают внедрять Систему Smart-MES, для управления производством и контроля в реальном времени за перерасходом топлива.

Почему же в отношении внедрения информационных технологий на макро уровне ОГК и ТГК были очень оперативны, а в отношении микро уровня они так инертны? Похоже, они или не могут найти достойной MES-Системы, или вообще об этом не задумываются. Но просто удивляешься, когда они бездумно делают ставки на продукты Oracle для расчёта ТЭП или на иные блочные программы с «хромой» адаптируемостью, потому что их выбор совсем недалек от MS Excel. Ну, а где инновационный прорыв? Где решение вопроса эффективности топливоиспользования?

Но Фирма ИнформСистем давно же выпустила Самоорганизующуюся Систему Smart-MES для ПТО Электростанций с целью реализации получасовых расчётов технико-экономических показателей в реальном времени с последующим интегральным исчислением перерасхода топлива, что позволит сэкономить 10% топлива на тепловых электростанциях ТГК и ОГК.

## **8. Принудительная мотивация экономии топлива**

---

---

Мотивация – процесс создания системы условий, воздействующих на поведение человека, направляющих его в нужную для организации сторону, регулирующих его интенсивность, границы, побуждающих проявлять добросовестность, настойчивость, старательность в деле достижения целей. Принудительная мотивация основывается на применении власти и угрозе ухудшения удовлетворения потребностей работника в случае невыполнения им соответствующих требований [26].

Вот высказывание в Интернете по вопросу экономии топлива: «В советское время персоналу энергосистем за экономию топлива полагались премии. Сейчас такого стимула нет, да и стимула экономить топливо при таком росте тарифов - тоже нет. Кстати, зарплата рядовых работников станций от роста тарифов не зависит и практически не растёт, остановилась на уровне 2008 года».

Таким образом, на электростанциях топливо никто не экономит, и даже не думает экономить. Топливо расходуют столько, сколько расходуется для выполнения графика поставки электроэнергии и тепла. Мотивация экономии топлива у эксплуатационного персонала полностью отсутствует. Но самое интересное в том, что и Генерирующими компаниям то не в чем упрекнуть работников электростанции, т.к. по месячным отчётным данным на всех электростанциях перерасхода топлива нет, а есть даже его экономия, т.е. электростанции на бумаге работают полностью в соответствии с нормативами, хотя и с использованием методов подгонки.

Вот к таким неутешительным выводам загнали себя сами Генерирующие компании, упорно игнорируя необходимость реализации оперативного контроля над перерасходом топлива в реальном времени.

Но если абсолютно нет у эксплуатационного персонала мотивации и возможности экономить топливо, то почему бы ни создать для него эту мотивацию принудительно? То есть с работника можно спросить только тогда, когда чётко поставлена выполнимая задача.

А в настоящее же время во всех Генерирующих компаниях задание для электростанций выглядит следующим комическим образом: Необходимо обеспечить выполнение графика поставки электроэнергии и тепла и по возможности постараться поменьше на это потратить дорогущего топлива. Вот такая глупость присутствует на всех электростанциях!

Но это же очень легко, быстро и фактически беззатратно можно исправить. И в данном случае принудительная мотивация экономии топлива будет звучать следующим образом: Вот для вас на мониторинге каждую минуту выводится текущий перерасход топлива, и необходимо, чтобы он был всегда нулевым. Вот и всё!

Ну, а раз чётко поставлена задача, то она без сомнения будет обязательно выполнена. И тогда исчезнет 10% перерасхода топлива, а по каждой электростанции появится дополнительная ежегодная прибыль в 300 млн. руб., маленькую часть которой можно направить на премирование особо ретивых сотрудников.

Принудительность данной мотивации ещё заключается и в том, что перерасход топлива уже становится адресным, а не как сейчас абсолютно безликим. В любой момент можно проанализировать, кто и когда допустил огромный перерасход топлива, и выяснить причину: или это халатность, или это технологический просчёт, который немедленно следует устраниТЬ.

Таким образом, принудительная мотивация экономии топлива тепловых электростанций может дать простым и беззатратным методом резкий скачок увеличения энергоэффективности электростанций и вернуть в

производственную среду дух соревнования за больший процент экономии топлива во благо Генерирующих компаний.

Другим положительным сопутствующим моментом этой принудительной мотивации становится возможность в реальном времени контролировать расчётные показатели, которые могут быть предвестниками аварийной ситуации на электростанции. Просто контролировать тысячи показаний температур и давлений человек не в состоянии. Для этого необходимо описание их связок между собой в совокупности с дискретными параметрами и с непрерывным контролем в реальном времени, а также с выдачей заблаговременных предупреждений эксплуатационному персоналу.

В этом случае менеджменту Генерирующих компаний можно будет спать спокойно, т.к. истинный перерасход топлива полностью отсутствует, люди увлеченно работают, добиваясь стахановских результатов, возможные неисправности постоянно контролируются, не доводя электростанцию до аварии.

В данном случае принудительная мотивация экономии топлива решает сразу две важнейшие задачи: социальную и инновационную. Социальная проблема основывается на справедливом распределении премии в соответствии с результатом экономии топлива. Инновационная модернизация обеспечивает в реальном времени взаимосвязь нижнего уровня автоматизированного сбора данных (АСУТП) с верхним уровнем принятия стратегических бизнес решений (АСУП).

## ***Принудительная мотивация увеличения прибыли Генерирующих компаний на MES-Системе***

Вы можете сказать, что это полнейший абсурд! Как же можно отказываться от увеличения Прибыли? И зачем для этого нужна ещё какая-то мотивация, тем более – принудительная? Но таковы, к сожалению, реалии

сегодняшнего дня в Генерирующих компаниях, которые добровольно ежегодно теряют в среднем по 300 миллионов рублей дополнительной Прибыли с каждой электростанции, и менеджмент которых спокойно лежит на печи, ленясь даже руку протянуть, чтоб подобрать бесхозные огромные пачки купюр.

Ведь если у вас прямо у всех на виду из кармана будут нагло вытаскивать деньги, то вы же непременно громко возмутитесь. А Генерирующие компании покорно молчат в тряпочку, а в это время словно в дырявых карманах ежедневно куда-то проваливаются по десятку миллионов рублей. Вы естественно возразите, что, мол, это нонсенс.

Но тогда любой Генерирующей компании задайте очень простой контрольный вопрос: Есть ли у них хоть на какой-либо электростанции текущая информация по перерасходу топлива за полчаса или за минуту, и хотят ли они её иметь и использовать в мирных целях, т.е. для получения дополнительной Прибыли?

На вас, естественно, все посмотрят, как на идиота. Какой перерасход топлива? О чём вы говорите? Такого понятия вообще не существует. И все математические выкладки с применением интегрального исчисления площади динамического процесса, доказывающие абсолютную неверность повсеместно используемого в настоящее время месячного расчёта удельных расходов топлива по накопленным данным, остаются за бортом, словно речь идёт о вечном двигателе.

Звонит мне предприниматель из Германии и говорит, что вот натолкнулся на ваше изобретение и поражаюсь, что вы уже два года не можете внедрить страшно выгодную технологию, давайте пробовать реализовать её у нас, т.к. в Германии очень внимательно относятся к любым возможностям экономии топлива. Он мне поведал, что у них на всех электростанциях внедрена Система «TEBIS», и попросил резюмировать в соотношении с нашей Системой Smart-MES.

Познакомился я с ней и дал ему заключение, что это развитая информационная система для сбора и хранения данных с соответствующим сервисом, но расчёты по текущему перерасходу топлива она не делает. А это для средней ТЭЦ соответствует порядка 20000 исходных и промежуточных параметров и 300 нормативных графиков. Так наша MES-Система эти вычисления выполняет всего за 1 секунду. Быстрее просто не возможно!

Ну и, снова, о принудительной мотивации. Вы представьте, что у Генерального Директора Генерирующей компании в кабинете на плазменном мониторе во всю стену постоянно выводится текущая информация о потерянной Прибыли за каждую минуту, за каждые пол часа, за каждые сутки в виде аналитики и нарастающим годовым итогом. Данная потеряная Прибыль рассчитывается в стоимостном выражении из перерасхода топлива на всех электростанциях.

И вот этот уважаемый Директор постоянно наблюдает, как из его компании буквально из-под носа бесследно утекают миллиарды. Это ж какие нервы нужны, что бы это спокойно созерцать. Вот тогда-то уж точно этот самый Директор возмутится и прекратит этот беспредел. Он или заставит экономить топливо на всех своих электростанциях, или просто уберёт эту противную плазменную панель.

А сейчас то этот Директор об этом огромном перерасходе топлива даже не догадывается, ведь его подчинённые ему об этом не докладывают, т.к. сами в это не верят, и не хотят верить. Они абсолютно убеждены, что если и есть какой-то небольшой перерасход топлива, то это необходимые производственные потери. А иначе, мол, и быть не может.

Но весь парадокс сложившейся ситуации с перерасходом топлива на всех тепловых электростанциях в том, что никто аргументировано так и не опроверг этого, т.е. наличия устойчивого перерасхода топлива абсолютно на всех тепловых электростанциях в размере более 10% от общего его расхода.

Отраслевые институты отмалчиваются. Фирма ОРГРЭС, которая несколько десятилетий внедряла неверные расчёты фактических и нормативных ТЭП, выпала «в осадок». Минэнерго РФ авторитетно заявляет, что это вообще не их дело, а сейчас это уже прерогатива СРО. А в СРО обитают энергоаудиторы, которые вообще далеки от технологии расчёта перерасхода топлива. Таким образом, всем этот перерасход «по барабану»!

Вот и получается, что только принудительная мотивация по увеличению Прибыли, т.е. установка монитора с текущей аналитикой по утекающей Прибыли перед носом Генерального Директора Генерирующей компании, возможно и есть выход из этой ущербной ситуации. Но в данном случае этот Директор должен быть, по крайней мере, не трусом и готовым смотреть правде в глаза. Но что-то таких пока не наблюдается на горизонте!

## 9. Истинная энергоэффективность ТЭЦ и ГРЭС

---

Зачем же нужна Энергоэффективность? Естественно, для экономии энергоресурсов. И не из-за того, что у нас их не хватает. А просто, Президент РФ решил, что как-то надо приучать всех на любом уровне к бережливости, т.к. за рубежом удельное потребление энергоресурсов в несколько раз меньше.

В конечном итоге, свыше дойдёт дело и до тепловых электростанций. Раз Генерирующие компании пока не осознают, что, чем раньше они возьмутся за достоверный учёт перерасхода топлива, тем они более будут в выигрыше. Хотя бы даже потому, что ликвидация существующего в настоящее время перерасхода топлива в 10% на всех тепловых электростанциях, принесёт им дополнительную прибыль в 300 млн.руб. с каждой электростанции.

Все согласятся, что нельзя назвать электростанцию энергоэффективной, если она допускает перерасход топлива в 10%. Но самое удивительное другое, что об этом огромном перерасходе топлива никто даже не подозревает, т.к. месячные отчёты электростанций фиксируют экономию топлива.

Но возможно ли это реально без использования оперативного учёта перерасхода топлива? Сейчас мы теоретически разоблачим эту постоянную ложь электростанций, или, если по мягче, желание угодить менеджменту ОГК и ТГК.

Интервал расчёта фактических и нормативных ТЭП, а, следовательно, и перерасхода топлива, должен быть минутный или, по крайней мере, получасовой. А на более крупных интервалах перерасход топлива должен получаться только суммированием, т.е. с использованием принципа интегрального исчисления площади динамического процесса.

Для доказательства рассмотрим простой пример, представив динамический процесс в виде шаров. Необходимо найти объем 3-х шаров с

диаметрами: 10, 20, 30 – по двум вариантам. Первый – правильный: отдельный расчёт по каждому шару и суммирование. Второй – неправильный: расчёт среднего диаметра и расчёт общего объёма.

Объём шара:  $V = 4/3\pi R^3$ .

По первому варианту:  $523+4186+14130=18839$ .

По второму варианту:  $4186*3=12558$ .

Таким образом, ошибка составляет  $(18839-12558)/18839*100=33\%$ .

Здесь любой скажет, зачем было рассчитывать и так понятно, что по второму варианту считать – это просто глупость. Но именно так и обстоят дела с месячными расчётами ТЭП в настоящее время на всех электростанциях. Все показатели накапливаются в течение месяца, а затем выполняется расчёт перерасхода топлива.

Теперь представьте, что зимой: в начале месяца 0 градусов, а в конце месяца -40. А в расчёте участвует цифра -20. И так по всем тысячам показателям усредняются и давление, и температура. Вместо шаров в реальном расчёте используется сотни нелинейных графиков, которые, к тому же, искажены полиномами. Так о каком точном месячном расчёте перерасхода топлива вообще можно говорить. Но если расчёт всё равно не верен, то его, естественно, можно легко и подправить в удобную сторону.

А сейчас тепловую электростанцию сравним с паровозом, который снабдили по нормативам углём и послали от Москвы до Владивостока со всеми остановками и с жёстким требованием по минимальному расходу топлива без дополнительной его подзагрузки. Ну и как машинист в слепую это требование может выполнить? Каждый скажет, что без учёта показателей правильного расхода топлива на протяжении всего пути в моменты движения с различной скоростью и в моменты остановок, это сделать просто не возможно.

Но оперативный персонал на тепловой электростанции управляет именно так, т.е. в слепую. Он понятия не имеет, какой у него текущий размер

перерасхода топлива и, как он зависит от различных технологических ситуаций. Зато по месячным отчётным данным получается, что он сработал лучше нормативных данных. А этого в принципе быть не может. Получается странный нонсенс. В вопросе с паровозом мы соглашаемся, что без оперативного контроля не возможна экономия топлива. А на электростанции получается, что экономия топлива осуществляется сама собой. Но чудес не бывает. Следовательно, перерасход топлива обязательно есть, но размер его просто не известен.

Таким образом, на тепловой электростанции, если не осуществляется оперативный контроль за перерасходом топлива и вовремя не вносятся коррекции в производственный процесс по аннулированию этого перерасхода, то каждую минуту этот перерасход топлива присутствует. А за месяц этот перерасход вырастает до внушительных размеров.

Для ликвидации перерасхода топлива, а попутно и других потерь, достаточно просто внедрить Беззатратную Технологию на Системе Smart-MES. Но данная Система не просто легко обеспечит экономию топлива, но и на современнейшем инновационном уровне обеспечит вообще автоматизацию управления производством в реальном времени.

Энергоэффективность - это, прежде всего, мудрость и прозорливость - вот самый актуальный девиз не только бытовых и промышленных потребителей электроэнергии и тепла, но и производителей в условиях роста цен на топливо.

### ***Энергоэффективность тепловых электростанций за гранью фантастики или масштабный обман***

Что такое энергоэффективность тепловых электростанций и как определяется критерий этой энергоэффективности, чтобы можно было, как-то сравнивать электростанции по этому критерию между собой, отраслевые институты и Минэнерго РФ не знают. Есть общая фраза, что

энергоэффективность – это экономия энергоресурсов. Для тепловых электростанций – это топливо. Но попробуем отчасти разобраться в этом вопросе.

Предположим, что энергоэффективность электростанции есть объективная и есть субъективная. Объективная – зависит от технологической особенности электростанции и её невозможно улучшить без конструктивных изменений. Субъективная – зависит от человека и, следовательно, её можно менять с помощью правильной организации производства. Субъективная энергоэффективность всегда больше или равна объективной по-определению. Примем за критерий энергоэффективности отношение объективной к субъективной, который равен или меньше 1. Таким образом, электростанции с критерием энергоэффективности равным единице или 100% являются абсолютно энергоэффективными.

В качестве объективной оценки энергоэффективности возьмём нормативный расход топлива, а в качестве субъективной – фактический расход. Но разница между фактическим расходом топлива и нормативным соответствует перерасходу топлива. Таким образом, электростанция будет энергоэффективной, если перерасход топлива равен нулю.

Но во всех месячных отчётах тепловых электростанций фигурирует именно нулевой перерасход топлива, ну или очень близкий к этому. Это значит, что все 300 электростанций в России являются абсолютно энергоэффективными, даже не имея текущего контроля за этим перерасходом топлива. То есть, не прилагая никаких усилий по экономии топлива и работая в части его перерасхода абсолютно вслепую, все электростанции добиваются грандиозных результатов. Это уж действительно за гранью фантастики. Вот в этом то и заключается масштабный обман не только Генерирующих компаний, а и Минэнерго РФ.

Но этот обман надо ещё доказать. И так... Месячный перерасход топлива равен месячному фактическому расходу за минусом месячного нормативного расхода топлива:

$$dB = B_{\text{факт}} - B_{\text{норм.}}$$

Если  $dB = 0$ , а именно это и фигурирует в месячных отчётах, то  $B_{\text{факт}} = B_{\text{норм.}}$

Месячный нормативный расход топлива равен сумме расходов на выработку электроэнергии и тепла:

$$B_{\text{норм.}} = B_{\mathcal{E}} + B_q \text{ или } B_{\text{норм.}} = (b_{\mathcal{E}} * \mathcal{E} + b_q * Q) / 1000,$$

где:  $b_{\mathcal{E}}$ ,  $b_q$  – удельные затраты топлива на месячные выработки электроэнергии ( $\mathcal{E}$ ) и тепла ( $Q$ ).

Но раз  $dB = 0$ , то следовательно  $B_{\text{факт}} = (b_{\mathcal{E}} * \mathcal{E} + b_q * Q) / 1000$ , а именно это и нужно опровергнуть.

Здесь показатели  $B_{\text{факт}}$  (т.ут),  $\mathcal{E}$  (МВт\*ч),  $Q$  (Гкал) – это фактические месячные значения, полученные средствами учёта. А показатели  $b_{\mathcal{E}}$  (кг/МВт\*ч),  $b_q$  (кг/Гкал) – расчётные нормативные показатели, полученные по формулам из месячных данных, среди которых присутствует множество усреднённых значений давлений и температур, а также значений по нормативным нелинейным графикам.

Производство электроэнергии и тепла на электростанции это сложный динамический процесс с постоянной сменой нагрузок: день и ночь. Если мы представим фактический расход топлива за месяц в виде графика с получасовыми делениями, то это будет не прямая горизонтальная линия, а будет бахрома. Ни у кого не вызывает сомнение, что площадь этого графика или общий месячный расход топлива следует рассчитывать методом сложения получасовых значений.

Но из нашей то формулы:

$$B_{\text{факт}} = (b_{\text{э}} * \mathcal{E} + b_{\text{q}} * Q) / 1000$$

получается, что мы фактический расход топлива рассчитываем суммированием двух прямоугольников:  $(b_{\text{э}} * \mathcal{E})$  и  $(b_{\text{q}} * Q)$ . Вот в этом то и заключается самая главная ошибка современных расчётов ТЭП на электростанциях. Таким образом, правильным будет:

$$B_{\text{факт}} > (b_{\text{э}} * \mathcal{E} + b_{\text{q}} * Q) / 1000.$$

Поэтому, как фактический месячный расход топлива рассчитается суммированием получасовых значений, так и нормативный месячный расход топлива должен рассчитываться таким же образом, т.е. суммированием получасовых значений.

Следовательно, удельные расходы топлива должны рассчитываться именно на получасовых интервалах, а лучше на минутных. А значит, получасовые (минутные) перерасходы топлива присутствуют всегда, т.к. фактический расход больше нормативного из-за полного отсутствия текущего контроля за этим перерасходом.

Но каким же волшебным путём в месячных отчётах электростанций получается нулевой перерасход топлива? Во-первых, естественно, из-за неверности методики расчёта месячных ТЭП, и, во-вторых, везде используются элементарные различные методы подгонки. Этим и удобен MS Excel, что он предоставляет широкое поле для творческого подхода к ежемесячным подгонкам ТЭП. Но нужна ли эта туфта Генерирующему компаниям?

На самом деле, все тепловые электростанции имеют критерий субъективной энергоэффективности менее 90%, а это очень низкий показатель, причиной которого является только человеческий фактор. Если его переложить на прибыль Генерирующих компаний, то критерий эффективности их деятельности оценивается не более 50%. Это означает, что, доведя только

фактически организационными методами критерий энергоэффективности электростанций до 100%, прибыль Генерирующих компаний удвоится.

## ***Энергоэффективность электростанций не зависит от износа оборудования***

Одна из важнейших стратегических задач страны, которую поставил Президент РФ — сократить к 2020 году энергоёмкость отечественной экономики на 40% [27]. Для её реализации необходимо создание совершенной системы управления энергоэффективностью и энергосбережением.

Для всех предприятий вводится обязанность по учету энергетических ресурсов. Организации, совокупные годовые затраты, которых на потребление энергоресурсов превышают 10 млн. рублей, обязали не реже одного раза в пять лет проходить энергетические обследования, по результатам которых будет составлен энергетический паспорт предприятия, фиксирующий продвижение по шкале энергоэффективности [28].

По сравнению с современными западными электростанциями стоит отметить следующие различия в энергоэффективности российских электростанций: средний электрический КПД приблизительно на 10 процентных пунктов меньше, чем на современных западных станциях. Потребление топлива на старых станциях советской постройки приблизительно на 30% выше, чем на западных станциях, при выработке одинакового объёма электроэнергии [29].

Есть несколько причин низкого уровня эффективности российских электростанций (по данным Интернет). Некоторые из них являются следствием проектных характеристик основного оборудования, некоторые – его износа. Уровень квалификации и мотивации персонала имеют большое влияние на реальный КПД электростанций [29]. Проектные параметры электростанции не могут быть легко изменены без крупных инвестиций. Эффективный и

рентабельный способ – это приблизить технологические параметры как можно ближе к проектным величинам.

Так давайте во всём разберёмся по порядку и выясним: влияет ли износ оборудования на Энергоэффективность. В Интернете приводятся следующие определения Энергоэффективности. Энергоэффективность (полезность энергопотребления) — полезное (эффективное) расходование энергии [30]. Энергетический эффект – это степень совершенства получения из топлива энергии, способной совершать работу [31].

Но почему же Минэнерго РФ так до сих пор и не выработало универсальный Критерий Энергоэффективности для электростанций? Или энергетический паспорт электростанций так и будет составляться на основании неверных методик месячного расчёта удельных расходов топлива на выработку электроэнергии и тепла? А если нет Критерия Энергоэффективности электростанций, то, как тогда их между собой сравнивать: ТЭЦ, ГРЭС, ПГУ?

Мы готовы помочь в этом Минэнерго РФ. Предлагаем для всех тепловых электростанций использовать Логистический Критерий Энергоэффективности:

$$К_{\text{ЭФ}} = \frac{B_{\text{нр}}}{B_{\text{ф}}} \cdot 100 = \frac{(B_{\text{ф}} - B_{\text{пер}})}{B_{\text{ф}}} \cdot 100 = (1 - \frac{B_{\text{пер}}}{B_{\text{ф}}}) \cdot 100,$$

где:  $B_{\text{нр}}$  – нормативный (расчётный) расход топлива, получаемый правильным вычислением;

$B_{\text{ф}}$  – фактический расход топлива;

$B_{\text{пер}}$  – перерасход топлива.

Логистика определяет оптимизацию затрат [32]. Но раз в тарифах на электроэнергию и тепло доля стоимости топлива составляет 50-60%, поэтому можно и ограничиться только топливной составляющей. Больше никакие показатели и не нужны, т.к. все они учитываются при расчёте  $B_{\text{нр}}$ .

Правильным расчётом ТЭП будут: минутные или получасовые вычисления фактических и нормативных показателей с последующим их накоплением на месячном интервале.

Энергоэффективной электростанцией будет та, у которой критерий равен 100%. Критерий Энергоэффективности не может быть больше 100%, как и не может быть экономии топлива. В этом случае следует говорить вообще о неверных алгоритмах расчёта. Если Критерий Энергоэффективности меньше 100%, тогда электростанция за каждый процент должна выплачивать государству штраф в размере 10 млн.руб. за нерациональное использование топлива.

А сейчас перейдём к износу оборудования. Если мы соглашаемся, что Критерий Энергоэффективности электростанций есть результат деления нормативного расхода топлива на его фактический расход (а другого определения просто нет), то рассмотрим, от чего зависит нормативный расход топлива.

$$B_{nr} = (b_{\text{э}} \cdot n_{nr} * \mathcal{E}_{\text{ф}} + b_{\text{q}} \cdot n_{nr} * Q_{\text{ф}}) / 1000,$$

где:  $b_{\text{э}} \cdot n_{nr}$ ,  $b_{\text{q}} \cdot n_{nr}$  – удельные нормативные затраты топлива на выработку электроэнергии ( $\mathcal{E}_{\text{ф}}$ ) и тепла ( $Q_{\text{ф}}$ ).

Но удельные затраты топлива рассчитываются по нормативам, которые обязательно учитывают износ оборудования. Следовательно, чем больше износ оборудования, тем больше значения удельных затрат топлива. То есть, износ оборудования не ведёт к снижению нормативного расхода топлива, а, наоборот, к его увеличению. Таким образом, Энергоэффективность зависит не от износа оборудования, а только от человеческого фактора.

Для дополнительного доказательства возьмём две одинаковые электростанции с одинаковым износом оборудования и с одинаковым планом выработки электроэнергии и тепла. Но на них работают разные люди,

следовательно, и управление электростанцией будет различным. В результате, при одинаковом нормативном расходе топлива фактический расход топлива будет разным, а, значит, и разным критерий Энергоэффективности. Следовательно, на этих электростанциях будет и различная Энергоэффективность. Тогда причём же здесь износ оборудования?

Сейчас для абсурдности электростанцию сравним с супермаркетом, успешное функционирование которого таким же образом определяется Критерием Эффективности:

$$К_{\text{Эф}} = С_{\text{р}}/С_{\text{ф}} * 100 = (С_{\text{ф}} - С_{\text{у}})/С_{\text{ф}} * 100 = (1 - С_{\text{у}}/С_{\text{ф}}) * 100,$$

где:  $С_{\text{р}}$  – расчётная стоимость товара, получаемая после его реализации;

$С_{\text{ф}}$  – фактическая стоимость завезённого товара;

$С_{\text{у}}$  – стоимость украденного товара.

В супермаркете, чтобы исключить человеческий фактор в виде воровства для увеличения эффективности торговли, устанавливают видеокамеры для контроля в реальном времени, а на выходе присутствуют «цербера». Теперь представьте, что отсутствуют и видеокамеры, и «цербера», тогда, понятно, что об эффективной торговле можно уже и забыть. Вот это все прекрасно понимают, и менеджмент, не задумываясь, инвестирует в оснащение для оперативного контроля столько, сколько нужно.

Генерирующие компании же считают, что на электростанциях оперативный контроль за перерасходом топлива не нужен. Вполне достаточно неверного месячного отчёта с удобными цифрами. Но перерасход топлива это – то же самое воровство. Только это застенчивое воровство у государства, т.е. у всех пользователей электроэнергии и тепла, т.к. перерасход топлива включён в тарифы. Воруемого ежегодно неконтролируемого топлива всеми тепловыми электростанциями в России хватило бы для функционирования ещё 30-и новых дополнительных тепловых электростанций.

Но эта проблема решается очень просто. Нужно исключить человеческий фактор методом оперативного контроля в реальном времени за перерасходом топлива с помощью Системы Smart-MES. Но данная Система укажет слабые места в производственном процессе не только в части перерасхода топлива, но и в части затрат электроэнергии и тепла на собственные нужды, и в части потерь.

И Smart-MES, в конечном итоге, вообще сделает цивилизованным производство электроэнергии и тепла, предоставив оперативному персоналу «глаза и уши», а менеджменту генерирующей компании оперативные рычаги для управления финансовыми процессами.

### ***Перерасход топлива является лучшим Критерием Энергоэффективности электростанций***

Фирма ИнформСистем полагает, что основным критерием Энергоэффективности электростанций должен стать перерасход топлива (Вфакт-Внорм) на получасовом (суточном, месячном) интервале в виде логистического критерия топливоиспользования (Внорм/Вфакт), что позволит снизить расход топлива на 10%.

Электростанции в ОГК и ТГК ежемесячно отправляют Макеты 15506-1 «Отчёт электростанции о тепловой экономичности оборудования» [36], где содержится 121 показатель, а вот перерасход топлива отсутствует. Но, если истинный получасовой перерасход топлива близок к нулю или критерий топливоиспользования близок к единице, то это означает, что электростанция работает экономично, т.к. в расчёте перерасхода топлива участвуют все 121 показатель. И в этом случае значение перерасхода топлива должно быть главенствующим.

В настоящее время понятия: большая фактическая величина перерасхода топлива на месячном интервале - вообще отсутствует, т.к. этого на

электростанции просто не допускают элементарной подстройкой результатов в MS Excel под небольшую экономию топлива. И, как правило, это объясняют неточностью исходных параметров.

До конца месяца о размерах перерасхода топлива на электростанции никто не знает, т.е. управление электростанцией в части оптимального расхода топлива происходит вслепую. Но ведь стоимость топлива в тарифах занимает 60% и, казалось бы, фактический истиинный перерасход топлива в коммерческих условиях должен быть основным показателем, а не бутафорией.

Почему же эта ситуация остаётся без внимания со стороны ОГК и ТГК? Здесь есть элементарное недопонимание современного состояния электростанций. Это противоречие электростанции, как низшего производственного и ничего не решающего звена, и высшего менеджмента.

На высшем уровне, на пример, академически составляют технические требования для конкурса на математическую модель электростанции с множеством необходимостей оптимизации по ХОПЗ (характеристика относительного прироста затрат). Всё здорово, планов громадьё. И даже учтена сертификация обслуживающего персонала, т.е. девочек из ПТО, а толковые технологии давно уволились из-за мизерной зарплаты.

Несколько лет назад мы пытались внедрить наш программный Комплекс на ТЭЦ. Приходим к главному инженеру и говорим, что для работы с Системой нужны толковые специалисты. Он только развёл руками, мол, у нас таких нет. В итоге мы свою часть сделали, но Комплекс ПТО так и не заработал. Сейчас, конечно, мы многое учили и многое изменили в технологии внедрения. Но для этого нам потребовалось набить шишек в ущерб имиджу.

Наш опыт показывает, что без импорта достоверных сигналов и без мобильной реализации достоверных расчётов фактических и нормативных ТЭП, вообще бесполезно говорить об оптимизации.

Выход очень простой!!! В первую очередь необходимо внедрить Систему Smart-MES с получасовыми расчётами перерасхода топлива. Развитая аналитика предоставит возможность оперативному персоналу с открытыми глазами управлять электростанцией. Ну, а в дальнейшем, пожалуйста: ХОПЗ, динамический оптимизатор, симплекс-метод.

### ***Человеческий фактор вредит энергоэффективности электростанций, а SmartGrid является утопией без Smart-MES***

На форуме энергетиков по вопросу перерасхода топлива и бардака в электроэнергетике было заявлено следующее: «Такая же ситуация во всех других странах. А когда везде одно и то же, то это уже не бардак, а новый мировой порядок. И этот новый порядок держится и развивается на основании новых законов. Везде людям выгодней построить свою генерацию, свои источники тепла и холода, чем ждать, когда министерства займутся чем-то, кроме самовыживания. Децентрализация в энергетике называется SmartGrid. И это - не только технический проект, но и организационный. Люди сами не только строят генерацию и сети, но и определяют стандарты совместимости и безопасности, законы регулирования и ценообразования» [37].

На это ответить хочется следующим. Прежде чем создавать SmartGrid (Умная Сеть или Умная Энергетика), правильнее было бы повсеместно сперва создать SmartPowerStation (Умная Электростанция). А то это похоже на Умный Дом, который отапливается с помощью «Буржуек». Комично же выглядит в настоящее время SmartGrid во всероссийском масштабе, когда из-за огромного неконтролируемого перерасхода топлива ежегодно в России 100 миллиардов рублей бездарно вылетает в трубы тепловых электростанций, отправляя атмосферу. И всё это из-за элементарного человеческого фактора.

Рассмотрим две категории человеческого фактора, т.е. на нижнем уровне и на верхнем уровне Генерирующей компании. На нижнем уровне, т.е. на уровне электростанции – им всё равно есть оперативный учёт перерасхода

топлива или его нет, т.к. дополнительная прибыль от экономии топлива всё равно проходит мимо них. На верхнем же уровне, т.е. на уровне руководства Генерирующей компании – вроде и нужна экономия топлива, но так, чтобы огромный этот перерасход топлива не фигурировал в отчётных бумагах, а иначе как же отстаивать повышение стоимости на электроэнергию и тепло.

Поэтому, если и реализуются получасовые расчёты ТЭП, то только для внутреннего использования. Месячные же расчёты, на основании которых и составляются отчёты, выполняются полностью по-старому, т.е. с возможностью подгонки удельных расходов топлива под нулевой перерасход топлива. В этом случае энергоаудиторам не за что ухватить Генерирующие компании и указать им на низкую энергоэффективность, т.к. нет точных данных в принципе.

Если же мы говорим о SmartGrid, т.е. как о саморегулируемой среде, то зачем в электроэнергетике вообще нужны энергопаспорта и энергоаудиторы? Но для SmartGrid нужен полновесный рынок, при котором Генерирующие компании были бы заинтересованы в поисках любых внутренних резервов снижения затрат и повышения энергоэффективности. В России же о наличии такого рынка электроэнергии можно будет говорить лишь тогда, когда цены на неё замрут или даже поползут в низ. Но для этого нужны достаточные избытки электроэнергии, а этого в настоящее время нет. Следовательно, и рынка нет. Поэтому цены на электроэнергию постоянно стремятся ввысь.

Сейчас понятно, чтобы хоть как-то контролировать Генерирующие компании по энергоэффективности и тем самым сдерживать рост цен на электроэнергию, и нужны энергопаспорта. Но вот незадача – по содержанию этот энергопаспорт для электростанции приравнен к обычному дому. А электростанция ведь сжигает огромное количество топлива, стоимостное содержание которого в цене на электроэнергию и тепло доходит до 60%.

Поэтому обязательно в энергопаспорте упор должен быть сделан на правильное выявление резерва повышения энергоэффективности через

снижение расхода топлива, и для этого экономичного расхода есть же нормативы.

Следовательно, остаётся только Минэнерго РФ проявить политическую волю и для правильного расчёта перерасхода (ФАКТ - НОРМАТИВ) топлива должен быть в энергопаспорте обязательно указаны необходимые интервалы расчёта ТЭП. Эти интервалы не должны превышать полчаса. А существующий на всех электростанциях месячный расчёт ТЭП в корне неверен из-за криволинейности энергетических характеристик оборудования и нормативных графиков.

Вот и получается очень неприглядная картина по выполнению требований Президента РФ на всеобщее увеличение энергоэффективности, основным тормозом которого является обычный человеческий фактор пофигизма.

Минэнерго РФ не торопится изменить энергопаспорта электростанций с целью достоверного энергоаудита Генерирующих компаний. Менеджмент Генерирующих компаний игнорирует роль Системы Smart-MES для увеличения энергоэффективности электростанций, скрывая при этом от общественности огромный перерасход топлива. Эксплуатационный персонал электростанций в части перерасхода топлива управляет электростанцией вслепую, т.к. на всех 300 ТЭЦ и ГРЭС полностью отсутствует оперативный учёт этого перерасхода.

Но мы ж замахиваемся на SmartGrid по Западному образцу, не имея для этого достаточного базиса. Безусловно, электроэнергетика вправе создавать модный SmartGrid, но это должно быть на порядочной основе, т.е. не за счёт потребителей электроэнергии и тепла, которые не должны оплачивать огромный перерасход топлива из-за бесхозяйственности электростанций.

## *Интегральный Показатель энергоэффективности ТЭЦ и ГРЭС*

Зададимся двумя очень простыми вопросами. Какой показатель определяет критерий энергоэффективности тепловых электростанций? Как сравнивать между собой электростанции по фактору энергоэффективности? И никто об этом ничего внятного не скажет: ни в Минэнерго РФ, ни в отраслевых институтах, ни в организациях, проводящих энергоаудит, ни в Генерирующих компаниях, ни на электростанциях.

Вот так здорово! Все в поту занимаются увеличением энергоэффективности, а что это такое не знают. Естественно, знают в общих чертах, и для этого даже составляются груды никому не нужных формальных энергопаспортов.

В чём же здесь дело? А оказывается всё очень просто. До реорганизации электроэнергетики энергоэффективность электростанций никого не интересовала. Но когда Президент РФ обозначил вектор на всеобщее увеличение этой самой энергоэффективности, то электроэнергетика во главе с Минэнерго РФ оказалась элементарно не готова. Да ещё после реорганизации появились самостоятельные Генерирующие компании, которые сами определяют стратегию своего развития, и которые формально элементарно отфутболиваются «тупыми» энергопаспортами. И никто не знает, что дальше с этой ненужной грудой делать.

И наши двухлетние намёки в адрес Минэнерго РФ о наличии превосходного Интегрального Показателя на тепловых электростанциях в виде перерасхода топлива, пока не дают ощутимых результатов. Естественно, как же можно преодолеть в себе этот моральный барьер и прислушаться к малосенькой нетехнологической ИТ-Фирме, когда крупнейшие отраслевые институты молчат.

Но это всё легко объяснимо. Ведь настоящего перерасхода топлива никто никогда не видел, т.к. не было Системы Smart-MES. А те перерасходы, которые получаются в месячных расчётах, технологами объясняются или погрешностью приборов, или неточностью расчётов. Поэтому повсеместно эти расчёты подгоняются под нулевой перерасход топлива или даже под небольшую его экономию. Вот так здорово получается! Вот это и есть энергоэффективность в действии!

Как же нам удалось выявить эту проблему? Как-то мы на ТЭЦ ставили эксперимент на Системе Smart-MES с получасовыми расчётами фактических и нормативных ТЭП и заметили, что ежедневно перерасход топлива днём близок к нулю, а ночью он зашкаливает за 30%. Получается, что приборы и сами расчёты здесь совсем не при чём. Просто перерасход топлива фактически всегда был и есть, и, видимо, он является результатом человеческого фактора, т.к. эксплуатационный персонал в части перерасхода топлива управляет электростанцией вслепую.

Но мы выявили ещё очень важную вещь. Оказывается, вычислять перерасход топлива на месячном интервале вообще категорически не верно, его нужно получать только суммированием из получасовых расчётов.

Почему же именно перерасход топлива является Интегральным Показателем? Потому что он получается, как разность между фактическим расходом топлива (Вфакт) и нормативным (Внорм). Нормативный расход определяется суммированием затрат топлива на отпуск электроэнергии (Эфакт) и отпуск тепла (Qфакт). При этом используются удельные нормативные расходы топлива по электроэнергии ( $b_{норм}^{\mathcal{E}}$ ) и по теплу ( $b_{норм}^{\mathcal{Q}}$ ).

$$dB = B_{факт} - B_{норм} = B_{факт} - (Эфакт * b_{норм}^{\mathcal{E}} + Qфакт * b_{норм}^{\mathcal{Q}}) / 1000$$

Здесь для расчёта удельных нормативных расходов топлива ( $b_{норм}^{\mathcal{E}}$ ,  $b_{норм}^{\mathcal{Q}}$ ) используются абсолютно все показатели по всему оборудованию

электростанции. Другими словами, все расчёты фактических и нормативных ТЭП делаются ради этих двух показателей.

Тогда элементарно формулируется и Логистический Критерий энергоэффективности, по которому очень легко сравнивать любые электростанции (ТЭЦ и ГРЭС) с любым видом топлива, и выглядит он следующим образом.

$$K = \frac{dV}{V_{\text{факт}}} * 100\%$$

Ведь смотрите, как всё просто. Для того чтобы следить за энергоэффективностью электростанций, достаточно знать только этот Критерий, который с правильным расчётом в настоящее время вообще неизвестен ни по одной электростанции. Но фактически везде его значение превосходит 10%.

В данном случае следует строго понимать, что отрицательного значения  $dV$  или эфемерной экономии топлива вообще быть не может. Таким образом, все экономии, которые показывались ранее и которые повсеместно показываются в месячных отчётах электростанций сейчас, это неумышленный ввод в заблуждение не только руководства Генерирующих компаний и Минэнерго РФ, но и вообще всего народа России.

Скажите на милость, что если электростанции не умеют и не хотят правильно рассчитывать перерасход топлива, а, следовательно, и стремиться его полностью ликвидировать, то почему эту бесхозяйственность должны оплачивать потребители электроэнергии и тепла? Почему этот огромный перерасход топлива беспардонно включается Генерирующими компаниями в тарифы, как производительные расходы, который этим вовсе не является? И когда Минэнерго РФ наведёт порядок с этими неверными расчётами ТЭП для достоверного энергоаудита тепловых электростанций?

## 10. Облачная Технология экономии топлива ТЭЦ и ГРЭС

---

Облачная Технология подразумевает расположение вычислительных ресурсов на удалённом сервере [38] далеко за пределами электростанции. Таким образом, электростанция вообще не имеет саму Программу расчёта ТЭП (Технико-Экономических Показателей) и, следовательно, её не обслуживает. В данном случае электростанция пользуется только услугой расчёта, предоставляя исходные данные по WEB-интерфейсу и получая результаты этого расчёта.

Это как малое предприятие не имеет в своём составе бухгалтера, а он является «приходящим». Предприятие, не выплачивая зарплату бухгалтеру, платит только раз в квартал за услугу составления отчётных налоговых документов, что в несколько раз экономичней. Правда, нет под боком своего бухгалтера для выполнения нестандартных финансовых операций.

В общем, Облачная Технология позволяет Генерирующему компаниям легко и безболезненно преодолеть психологический барьер недоверия к использованию нового программного продукта типа Smart-MES и вообще обойтись без обязательного конкурса, т.к. в данном случае ведь ничего не приобретается. Это и экономически очень выгодно. Но если используется только услуга, то для неё всегда можно поменять и поставщика.

Экономия топлива является непременным и основным условием повышения энергоэффективности электростанций. Самый лёгкий путь экономии топлива является оперативное слежение за его перерасходом (фактический расход – нормативный расход). Этот перерасход топлива на всех тепловых электростанциях составляет более 10% от общего расхода, причём вочные часы при пониженной нагрузке электростанции перерасход топлива зашкаливает за 30%. Но никто этого в действительности не видит, т.к. нигде нет текущего получасового учёта этого перерасхода.

Облачная Технология, ориентированная на экономию топлива, выглядит следующим образом. Каждые полчаса с электростанции по WEB-интерфейсу автоматически пересыпается база данных с получасовой исходной информацией. Система рассчитывает фактические и нормативные ТЭП за этот получас, и результирующая информация пересыпается обратно на электростанцию, где она может быть представлена в виде отчётов и в мониторинге на БЩУ. Эксплуатационный персонал, таким образом, постоянно видит текущую получасовую информацию по перерасходу топлива, и у него появляется принудительная мотивация по поиску решений для экономии топлива. Этого в настоящее время нет ни на одной электростанции.

Сам порядок внедрения этой Облачной Технологии может иметь три этапа.

**Первый этап:** Бесплатное тестирование. На данном этапе для одной электростанции нам передаются алгоритмы расчёта фактических и нормативных ТЭП. После завершения адаптации нам присыпается база данных с суточной исходной информацией. Мы у себя выполняем получасовые расчёты ТЭП за сутки и представляем электростанции результирующие данные и аналитику в получасовых разрезах. При положительном отзыве возможен следующий этап.

**Второй этап:** Адаптация для всех электростанций. Здесь реализуются все расчёты для всех электростанций Генерирующей компании. Затем налаживаются получасовые расчёты ТЭП в реальном времени по Облачной Технологии.

**Третий этап:** Перенос в Генерирующую компанию. В случае если Генерирующая компания желает сама эксплуатировать Систему Smart-MES, что естественно правильно и вполне логично, то отработанная Облачная Технология переносится в Генерирующую компанию с приобретением ею лицензий на программное обеспечение.

Плюсом Облачной Технологии является сравнительная её дешевизна. Хотя на фоне предполагаемой огромной прибыли это не такой уж и важный фактор. Следующим плюсом является полное отсутствие в потребности квалифицированных кадров на электростанции для обслуживания и эксплуатации Системы Smart-MES. Но самым главным плюсом является абсолютное отсутствие риска, т.к. вначале без заключения договорных обязательств осуществляется знакомство с работой Системы на реальных данных.

Минусом является отсутствие возможности, по крайней мере, на начальных этапах, воспользоваться множеством оптимизационных, аналитических и интеллектуальных инструментов Системы Smart-MES.

Таким образом, Облачная Технология, являясь уже по себе экономичным продуктом, позволяет ещё и дополнительно способствовать значительной экономии топлива электростанций, а значит приносить ощутимую ежегодную дополнительную прибыль Генерирующему компаниям, что составляет в среднем по 300 миллионов рублей с каждой электростанции.

### ***Завораживающие возможности MES для экономии топлива электростанций***

В начале следует особо отметить, что это единственная отечественная Система Smart-MES для электростанций, которая первоначально сориентирована на получение прибыли Генерирующими компаниями от полной ликвидации неконтролируемого перерасхода топлива. Средний годовой размер прибыли соответствует 300-м миллионам рублей по каждой электростанции.

Почему же до сих пор никто серьёзно не поднимает этот, казалось бы, очевидный вопрос по ликвидации перерасхода топлива? Видимо, это так сложилось исторически. До появления рынка электроэнергии учёт перерасхода

топлива просто был не нужен. И такое отсталое мировоззрение так и продолжает преобладать.

В настоящее время во многих Генерирующих компаниях внедрены и внедряются различные Системы для автоматизации расчётов ТЭП, которые отнюдь не способны решать задачи по полной ликвидации перерасхода топлива, т.к. идеологически они не так далеко ушли от MS Excel.

В Системе Smart-MES, напротив, используются абсолютно новые принципы обработки информации, и заложена новейшая философия, которая ориентирована именно на экономический эффект. В данном случае здесь нельзя выделить какую-то одну особенность, т.к. это органическая совокупность свойств: адаптируемость, быстродействие, функциональность.

Без данной Системы Smart-MES решение вопроса по текущему контролю над перерасходом топлива вообще невозможно. Но только экономия топлива способна принести Генерирующему компаниям значительную дополнительную прибыль. В данном случае все оптимизационные задачи без контроля за перерасходом топлива вообще не решают данной проблемы и являются просто фикцией.

Это происходит потому, что в настоящее время на всех тепловых электростанциях эксплуатационный персонал относительно перерасхода топлива управляет электростанцией просто вслепую. А раз это так, то пока не будет им предоставлена оперативная аналитика по текущему перерасходу топлива, у них элементарно будет отсутствовать принудительная мотивация по экономии топлива.

Но ведь Генерирующему компаниям «играть» тарифами становится всё сложнее и сложнее, а может и вообще в будущем не придётся. Поэтому только большой внутренний резерв по экономии топлива способен решить их экономические проблемы.

И самое главное, что это элементарно сделать с помощью Беззатратной Технологии экономии топлива на Системе Smart-MES. Ведь почему-то абсолютно всем понятно, что вести рыночные отношения без оперативного учёта электроэнергии и тепла просто невозможно. Но почему-то при этом упускают, что учёт перерасхода топлива это такая же экономическая проблема, без решения которой производство электроэнергии и тепла просто ущербно.

Это происходит потому, что в настоящее время на всех электростанциях топлива расходуется без ограничения столько, сколько фактически расходуется для производства электроэнергии и тепла без оглядки на нормативы. Но это же полностью противоречит экономическим принципам, ориентированных на увеличение энергоэффективности электростанций.

Ведь по большому счёту на то и существуют расчёты нормативного расхода топлива, чтобы в реальном времени с ними можно было сравнивать текущий фактический расход. Но этого в действительности нет ни на одной электростанции. Получается, что существующие месячные расчёты нормативного расхода топлива существует только для проформы, тем более что методически они в принципе не верны. А, учитывая, что они просто везде подгоняются, то это вообще ненужные расчёты.

Так не лучше ли эти расчёты нормативного расхода топлива заставить служить Генерирующему компаниям для получения дополнительной максимальной прибыли абсолютно без капитальных вложений.

В успех этой Беззатратной Технологии можно верить или не верить, но то, что оперативные получасовые расчёты фактических и нормативных ТЭП в реальном времени привнесут на электростанции вообще новое качество, т.е. зрение эксплуатационному персоналу в части перерасхода топлива, это бесспорный факт.

Следовательно, завораживающие возможности Системы Smart-MES это не просто какие-либо её характеристики, а огромная потенциальная прибыль с окупаемостью затрат всего за один месяц.

### ***Роль MES-Системы в экономии топлива электростанций***

Любая компьютерная программа предоставляет в первую очередь ту информацию, которую без неё невозможно получить. А иначе, она была бы и не нужна. Другое дело, человек вправе воспользоваться этой информацией или нет. Чем чаще человек пользуется результатами этой программы, тем весомее становится сама эта программа. Но если компьютерная программа способствует быстрому увеличению прибыли, то этой программе вообще нет цены!

Традиционно в ПТО электростанций программа для расчёта ТЭП всегда использовалась и продолжает сейчас использоваться только для констатации результатов работы электростанций за месячный период. И в данном случае, совсем не важна суть платформы самой программы, будь-то это просто допотопный MS Excel, или же современнейшая технология на продуктах Oracle, от этого она полезней не становится. Даже, если делаются попытки реализации оптимизации ресурсов, но на прежних убогих принципах, то это просто является смешными потугами, направленными на то, что бы хоть как-то себя оправдать.

Почему же Менеджмент генерирующих компаний так легко идёт на поводу этих уловок, закамуфлированных различной академической трескотнёй в виде Технических требований к Автоматизации расчётов ТЭП ПТО. Да потому, что он сам просто не понимает сути вопроса, и ему приходиться полностью полагаться на своего ИТ-Эксперта, у которого к тому же имеются и свои «чертё» в голове (От, срубить бабки, до самоутверждения своего Я). Этот самый высококлассный Эксперт в области информационных технологий одновременно является никаким Специалистом в технологической сфере выработки электроэнергии и тепла.

Незаменимая роль внедрения MES-Системы в динамичном производстве уже давно известна, но вот именно для электроэнергетики она совсем нова. И здесь следуют не просто рассматривать роль самой Системы Smart-MES, а именно всю совокупность Технологии снижения перерасхода топлива на данной Системе.

Традиционно электростанции управляются по приборам на БЩУ и автоматизированными средствами коммерческого учёта отпуска электроэнергии и тепла. А вот коммерческий учёт перерасхода топлива на них полностью отсутствует. И это в то время, когда Генерирующие компании борются за оптовые рынки электроэнергии, когда Генерирующие компании стремятся получить максимальную прибыль, прекрасно понимая, что топливная составляющая в тарифах на электроэнергию и тепло занимает 50-60%, т.е. очень огромная.

Казалось бы, очевидным, что для быстрого увеличения прибыли Генерирующими компаниями необходимо в первую очередь наладить режим строжайшей экономии топлива на всех тепловых электростанциях. Но вот здесь то и оказался огромный пробел в знаниях и у Минэнерго РФ, и у отраслевой науки, и, естественно, у самих Генерирующих компаний, т.к. этого исторически никогда не требовалось и поэтому это не изучалось.

Но когда мы пытаемся донести прописные истины в части правильных расчётов ТЭП, и предлагаем Бесплатную Технологию увеличения энергоэффективности электростанций и быстрой ликвидации перерасхода топлива, то это воспринимается крайне туго и заторможено.

И это понятно почему. Во многих Генерирующих компаниях запущены различные внедрения программных комплексов по автоматизации расчётов ТЭП. И, естественно, их остановка невозможна, т.к. Руководству своими Экспертами уже были обещаны и пряники, и шампанское.

Но чудес не бывает. Пройдёт немного времени, и все убедятся, что это было дремучим заблуждением. Шампанского не будет. И что дальше? В данном случае не так важны напрасно потерянные деньги, а важно потерянное время.

Но всё гениальное поистине очень просто. Достаточно, параллельно запустить внедрение Системы Smart-MES. И это не конфликт интересов, а разумное сочетание Стратегии и Тактики. Существующие и уже внедряемые программные комплексы обеспечат генерирующие компании Стратегией в части автоматизации ТЭП, а Система Smart-MES снабдит электростанции Тактикой по скорейшему снижению перерасхода топлива в реальном времени.

Когда эксплуатационный персонал на БЩУ будет видеть по мониторингу текущую поминутную информацию и динамику по логистическому критерию топливоиспользования ( $k = Внорм/Вфакт \rightarrow 1$ ), то побудительная мотивация заставит его искать лучшие технологические решения для ликвидации перерасхода топлива ( $dB = Вфакт - Внорм \rightarrow 0$ ) на всех оперативных временных отрезках. А это приведёт, в конечном счёте, к значительной экономии топлива средствами элементарного контроля за технологическим процессом.

Отказ от данной возможности, т.е. от внедрения Системы Smart-MES для беззатратного значительного снижения расхода топлива, а, следовательно, и для удвоения своей прибыли, поставит данную Генерирующую компанию заведомо в отстающие позиции, как в экономическом смысле, так и в смысле современной рыночной организации производства электроэнергии и тепла.

Бесконтрольный и безответственный постоянный перерасход топлива всё больше будет способствовать деградации электростанций, особенно учитывая их значительный износ оборудования.

## 11. Субъективный перерасход топлива на ТЭЦ и ГРЭС

---

Все высказывания о том, что огромный перерасход топлива вызван большим износом оборудования, абсолютно несостоятельны. Но самое прискорбное то, что это заявляют специалисты из отраслевых институтов. Может, конечно, они этот перерасход путают с фактическим расходом топлива? Ведь ни на одной тепловой электростанции никогда этот перерасход топлива правильно не рассчитывали, да и не рассчитывают сейчас. Что же касается расхода топлива, то это естественно справедливо, что он зависит от износа оборудования. Но значительный перерасход топлива это результат чисто субъективного человеческого фактора.

Нами проведены исследования получасовых расчётов ТЭП на Системе Smart-MES на ТЭЦ и выяснилось, что средний перерасход топлива за сутки составляет более 10%. Причём в ночные часы он зашкаливает за 30%. Динамика этого перерасхода выглядит следующим образом. В дневные часы он держится около нуля, а ближе к ночным часам перерасход начинает постепенно увеличиваться и затем ночью несколько часов держится на максимуме. Утром перерасход топлива опять постепенно падает до нуля.

Этот факт специалисты объясняют тем, что в ночные часы падает нагрузка электростанции. Так-то это так, но тогда, причём же здесь износ оборудования? Ведь нормативы, по которым рассчитывается перерасход топлива, уже соответствуют этому износу. А вот динамичное изменение нагрузки естественно напрямую влияет на перерасход топлива. Но ведь эксплуатационный персонал управляет электростанцией просто вслепую относительно этого перерасхода топлива, т.к. оперативный его учёт повсеместно отсутствует. Вот поэтому то всегда существовал и существует огромный неконтролируемый перерасход топлива.

А сейчас напомним, что перерасход топлива соответствует разности фактического расхода и нормативного ( $dB = B_{\text{факт}} - B_{\text{норм}}$ ). Таким образом, для достижения нулевого перерасхода топлива за каждый получасовой фактический расход должен соответствовать нормативному. Но если получасовой нормативный расход не известен, как и есть сейчас на всех 300 электростанциях, то это осуществить просто не возможно. Поэтому получается, что фактический расход в ночное время на много превышает нормативный.

Это объясняется тем, что при снижении нагрузки электростанции вочные часы резко возрастает число степеней свободы и многовариантности по управлению электростанцией. Но при максимальной нагрузке этих степеней свободы просто нет, поэтому и действует верный единственный вариант управления с нулевым перерасходом топлива.

Поэтому легко можно сделать вывод, что этот существующий перерасход топлива на всех тепловых электростанциях является результатом слепого субъективного управления эксплуатационного персонала. Но ведь тогда этот перерасход топлива, который по всей России эквивалентен 100 миллиардам рублей, легко можно ликвидировать, введя в производство электроэнергии и тепла получасовой текущий учёт этого перерасхода топлива на Системе Smart-MES. Тогда эксплуатационный персонал, видя на БЩУ в мониторинге получасовую аналитику перерасхода топлива, будет вынужден принять меры по его устранению. Таким образом, у эксплуатационного персонала появляется принудительная мотивация по устранению перерасхода топлива и по экономии топлива вообще, принося Генерирующему компаниям ежегодную дополнительную прибыль в 300 миллионов рублей с каждой ТЭЦ и ГРЭС.

Инновационная Система Smart-MES, обладая мощными адаптационными и скоростными свойствами, легко позволяет не просто обеспечить текущий учёт перерасхода топлива в реальном времени, но и создать вообще иную автоматизированную среду для управления электростанцией. И которая на фоне существующей в настоящее время убогой и допотопной среды на

общестанционном уровне представляется как прогрессивная совершееннейшая энергосберегающая Бесстратная Технология с множеством оптимизационных и аналитических инструментариев.

Можно только поражаться инерционностью и заскорузлостью мышления менеджмента Генерирующих компаний, который абсолютно не замечает у себя под носом вопиющую разруху по автоматизации расчётов ТЭП на современном уровне развития России по глобальной модернизации электроэнергетики. Чего только стоит ручная обработка диаграммных лент, от которых ещё следовало отказаться 10 лет назад, или расчёты ТЭП в DOS, которые давно уже покрылись толстым слоем плесени.

Даже неимоверные потуги некоторых Генерирующих компаний организовать автоматизацию расчётов на экономико-математической модели с 3-х звенной SQL структурой абсолютно не решают самое главное, т.е. полную ликвидацию огромного перерасхода топлива. Но вместо того, чтобы быстро реализовать повсеместное устранение неконтролируемого перерасхода топлива, электростанции элементарно его скрывают, подгоняя для этого расчёты ТЭП. И это почему-то Генерирующих компаний вполне устраивает, даже лишаясь при этом ежегодной дополнительной прибыли в 300 миллионов рублей с каждой тепловой электростанции.

Только Система Smart-MES со своими громадными возможностями способна полностью вывести электроэнергетику из застойного положения с этим огромным повсеместным перерасходом топлива.

### ***Быстрое увеличение энергоэффективности ТЭЦ и ГРЭС с помощью Системы Smart-MES***

Как мы уже говорили, в настоящее время на всех 300 тепловых электростанциях в России традиционно полностью отсутствует элементарный текущий учёт и анализ перерасхода топлива, а это приводит к тому, что этот

10%-й непроизводительный перерасход необоснованно Генерирующими компаниями включается в тарифы на электроэнергию и тепло. От этого страдают, как простые жители из-за высоких тарифов на ЖКХ, так и вся промышленность в России вообще.

На всех электростанциях эксплуатационный персонал в части оперативного контроля над перерасходом топлива управляет электростанцией просто вслепую по-дедовски, контролируя только отпуск электроэнергии и тепла, и совсем не задумываясь о необходимом для этого количестве топлива.

Складывается парадоксальная картина, что в то время, когда Президентом РФ провозглашен вектор на всеобщее увеличение энергоэффективности промышленных предприятий, то тепловые электростанции бесконтрольно по старинке продолжают сжигать топлива столько, сколько получится для выполнения плана поставки по электроэнергии и теплу.

Считаю, что давно пора навести порядок и прекратить пустое разбазаривание природных ресурсов. Для этого достаточно ввести на всех электростанциях получасовые расчёты ТЭП на Системе Smart-MES с предоставлением мониторинга по текущему перерасходу топлива на БЩУ. Тогда у эксплуатационного персонала появится принудительная мотивация по экономии топлива. А многие тонны сохранённого топлива, которые эквивалентны за год 100 миллиардам рублей, можно рационально использовать для других нужд.

Нежелание Генерирующими компаниями экономить топливо похоже на саботаж. И на самом деле, зачем экономить, если потребитель вынужден принимать те тарифы, которые устанавливают сами Генерирующие компании? Ведь в России настоящего рынка по электроэнергии нет, поэтому и нет соперничества в стремлении снижать затраты топлива и тем самым увеличивать энергоэффективность электростанций.

Но Правительство РФ в дальнейшем намерено жестко контролировать степень увеличения тарифов, и поэтому прибыль Генерирующих компаний будет от этого только падать. А спасти это неминуемое падение прибыли может только Система Smart-MES, которая быстро сориентирует эксплуатационный персонал на по-хозяйски бережное отношение к топливу. Таким образом, Smart-MES является своеобразной «палочкой-выручалочкой» для Генерирующих компаний.

Инновационная Система Smart-MES сразу же привнесёт на электростанции современную форму информационных технологий. Она заключается в точном расчёте фактических и нормативных ТЭП, включая и перерасход топлива, а также в удобном и всестороннем доступе к аналитической информации, включая различные средства по оптимизации ресурсов. В настоящее же время ни на одной электростанции ничего этого нет. Это очень прискорбно. Это говорит о том, что Генерирующие компании излишне увлеклись трейдингом, забыв о производстве.

И вот настал момент, когда просто необходимо подогнать информационные технологии внизу на электростанциях к информационным технологиям, имеющимся в Генерирующих компаниях наверху. А иначе будет упущено время, и прибыль Генерирующих компаний катастрофически будет уменьшаться, а владельцы будут распродавать свои акции.

Беззатратная Технология экономии топлива очень быстро преобразует производство электроэнергии и тепла в лучшую сторону, вводя в этот процесс элементы текущего контроля и анализа абсолютно всех затрат и особенно перерасхода топлива. А появление огромного перерасхода топлива в ночные часы это богатый материал для обсуждения причин этого прискорбного факта, который может отражать или несовершенство технологии, или же выявлять порочный человеческий фактор, неспособный вовремя отреагировать на изменение потребности в электроэнергии.

Всё это Система Smart-MES легко выявит и запротоколирует, обеспечив тем самым лёгкость обнаружения причин и конкретных нарушителей методик по недопущению перерасхода топлива. Но Smart-MES также легко подскажет и оптимальное распределение ресурсов в реальном времени. А для трейдинга она легко спрогнозирует необходимое количество топлива на любой период в соответствии с планом поставки электроэнергии и тепла.

Только Система Smart-MES способна обеспечить значительное повышение энергоэффективности ТЭЦ и ГРЭС. Это не просто иная программа, это вообще иное мировоззрение и иная философия быстрой адаптации сложных расчётных систем, неимоверно высокой скорости расчётов, умопомрачительного числа аналитики и оптимизационных механизмов. И всё это сделано для удобства и технолога ПТО, и для эксплуатационного персонала электростанции.

### ***Экономить или не экономить топливо электростанций***

Вопрос: Экономить или не экономить топливо электростанций – сам по себе уже является провокационным, т.к. любой скажет, что, естественно, следует экономить. Но это только на словах, при этом он ничего для этого не сделает. И это наблюдается от самого верхнего уровня до рядового работника электростанции. В чём же здесь дело? Да, всё очень просто – дело в элементарной материальной заинтересованности.

У нас давно прошли те времена, когда подвиги совершались за идею, сейчас они осуществляются только за достойную оплату. Давайте рассмотрим поведенческое состояние двух крайних групп в Генерирующей компании: эксплуатационный персонал электростанции, а также персонал других цехов, включая ПТО, и менеджмент Генерирующей компании. С одной стороны, зарплата в 50 тыс.руб. с полным отсутствием прав в принятии решений по привлечению инноваций на уровне электростанции и, с другой стороны, зарплата в 1 млн.руб. со всеми возможностями построения экономической

политики на электростанциях. При этом им предлагается Бесстратная Технология экономии топлива в 10% на Системе Smart-MES с получением ежегодной прибыли в 300 миллионов рублей на каждой тепловой электростанции.

Казалось бы, всё здорово! Колossalное повышение энергоэффективности электростанций налицо! Ну, а какова же реакция этих групп на эти инновации? Группа нижнего звена вроде заинтересована, т.к. возможно удвоение ей зарплаты за счёт премиальных при достижении производственных успехов по экономии топлива в реальном времени, но у неё, к сожалению, коротки руки, т.к. она не имеет права голоса. Группа верхнего звена вообще не заинтересована менять привычный ход производства, т.к. имея огромнейшую зарплату ничего с этого дополнительно не поимеет из-за того, что всё уйдёт инвесторам, а головная боль обеспечена вследствие абсолютной прозрачности в этом случае факта немалого перерасхода топлива, а, следовательно, и показателя неудовлетворительного руководства.

Как же быть? Как экономить топливо на электростанциях во всероссийском масштабе, которое эквивалентно пустым ежегодным потерям на сумму 100 миллиардов рублей? Здесь поможет только политическая воля Минэнерго РФ. И для этого то нужно совсем немного, а именно: Узаконить получасовые расчёты фактических и нормативных ТЭП, включая и перерасход топлива. В этом случае и энергоаудит будет не формальным и бестолковым, а направленным на истинное увеличение энергоэффективности электростанций.

Фактически же с введением получасовых расчётов появится новая коммерческая функция в дополнение к учёту электроэнергии и тепла – учёт перерасхода топлива, чего никогда не было. В этом случае у эксплуатационного персонала обязательно возникнет принудительная мотивация по экономии топлива, т.к. он в мониторинге на БЦУ постоянно будет наблюдать текущую аналитику по перерасходу топлива, в соответствии с которой предстоят или премиальные начисления, или наказания.

Но топливо экономить никто не хочет. В данном случае очень сильны инерционные традиции безответственности. Ведь если огромный перерасход топлива нигде не показывать, «втирая» всем, что его нет и быть не может, то и жизнь вообще проще, а этот самый перерасход с большим успехом оплачивают потребители электроэнергии и тепла. Таким образом, 100 миллиардов рублей ежегодно по России бесполезно вылетают в трубы электростанций, на 10% больше загрязняя атмосферу.

Здесь невольно возникает сравнение электростанции с олигархом, которому легко достались капиталы. Он жизнь свою строит без принципа экономии. Так и электростанция обеспечивает поставку электроэнергии и тепла, не задумываясь о перерасходе топлива. Сколько сжигается, значит, столько требует производство, т.к. всё равно всё будет, в конечном счёте, оплачено.

Но ведь всегда есть объективные причины перерасхода топлива, и есть субъективные. Сейчас они не разделяются, т.к. вообще этот перерасход не считается, поэтому никто и не знает удельный вес этих субъективных причин. Но перерасход топлива по субъективным причинам является мощным резервом легко достижимого увеличения энергоэффективности, а, следовательно, быстрого увеличения ежегодной прибыли в 300 миллионов рублей по каждой тепловой электростанции, т.е. надо просто нагнуться и поднять.

Мощная Система Smart-MES элементарно и быстро решает все эти проблемы по обеспечению Генерирующих компаний дополнительной прибылью, получаемой за счёт полной ликвидации перерасхода топлива и установки на электростанциях истинного соревновательного духа между вахтами для максимальной экономии топлива. Все конструктивные особенности Инновационной Самоорганизующейся Системы Smart-MES на много опережают время, поэтому даже профессионалам-системщикам зачастую непонятно, как это из простого текстового описания технологической задачи

разворачивается огромная Система со всеми атрибутами: Базы Данных, Экранные Формы, Отчёты, Расчётные DLL-Программы.

Такая же «заморочка» с экономией энергоресурсов присутствует, например, относительно и энергоэффективных лампочек. Они грудой лежат в магазинах на полках, и никто не спешит их расхватывать для экономии электроэнергии. А вот за обычными лампочками накаливания люди рыщут в их поиске. И лампочки в 100 вт, которые запрещены к производству законом, заводом успешно маркируются в 99 вт.

### ***Вектор энергоэффективности электростанций***

В письме №09-2131 от 30.09.2011 из Минэнерго РФ Заместитель директора Департамента развития электроэнергетики В.В. Банникова пишет: «Министерство энергетики РФ уделяет особое внимание вопросам экономии топлива. В настоящее время с участием ведущих отраслевых институтов прорабатывается вопрос комплексной инновационной программы строительства и реконструкции объектов на базе теплофикационных энергоблоков ПГУ с высокими технико-экономическими показателями (ТЭП). В условиях рыночных отношений в электроэнергетике, высоких технических требований к информационно-аналитическим системам, системам АСУТП станций и подобным системам, помимо расчёта ТЭП предъявляются дополнительные требования...» И далее следует 15 пунктов, касающиеся оптимизации, расчёта приростов, прогнозирования, планирования, моделирования и расчёта ТЭП.

Мало того, что в Системе Smart-MES все эти вопросы уже давно решены, но и решены многие иные вопросы, направленные на экономию энергоресурсов. А вот в этом письме ни слова не сказано о перерасходе топлива, о правильных интервалах расчёта ТЭП, как будто с этим на электростанциях всё в порядке и как будто это не касается энергоэффективности ТЭЦ и ГРЭС. Но ведь это – Минэнерго РФ, которое

должно формулировать стратегию развития электроэнергетики на многие годы вперёд. Но кроме ПГУ ничего не проглядывается.

Кстати, ПГУ тоже не лишены болезни в виде перерасхода топлива. И мы уже показывали, что все энергоэффективные конструктивные преимущества ПГУ могут быть аннулированы неконтролируемым перерасходом топлива, являющимся результатом человеческого фактора. Ведь электростанцию должна волновать не теоретическая энергоэффективность, а практическая. Очень часто ПГУ с комбинированным котлом-утилизатором эксплуатируется как паросиловая установка в худшем варианте, т.е. без газовой турбины. Вот вам и повышенное КПД, вот вам и энергоэффективность!

Ну, скажите, куда должен быть направлен вектор энергоэффективности в первую очередь? На оптимизацию ресурсов или на учёт перерасхода топлива? Притом, что оптимизация ресурсов даёт увеличение энергоэффективности всего на 3%, а учёт перерасхода топлива на 10%. Да и как можно делать оптимизацию без правильного учёта?

Любой призыв к повышению энергоэффективности подразумевает экономию энергоресурсов, чем для электростанций в большей степени является именно топливо. Нормативный расход топлива показывает, какой его расход минимально возможен для фактического отпуска электроэнергии и тепла. Фактический же расход топлива – это те затраты, которые электростанция понесла при управлении и при непосредственном влиянии человеческого фактора. Перерасход же топлива показывает, насколько фактический процесс отошёл от регламента, т.е. от нормативного ( $dB = B_{факт} - B_{норм}$ ).

Если же этот процесс в части перерасхода топлива постоянно контролируется в реальном времени с предоставлением оперативной аналитики на БШУ, то эксплуатационный персонал непрерывно видит информацию о текущем перерасходе топлива, и тем самым создаётся принудительная мотивация по экономии ресурсов, такова уж природа ответственного человека.

Да и оргвыводы легко делать. Сейчас же этого просто нет. А оргвыводы, которые делаются (или не делаются) в настоящее время за прошедший месячный период, ничем не могут помочь для увеличения экономичности электростанции.

Вот и получается, что Минэнерго РФ направляет вектор повышения энергоэффективности только для реализации конструктивных высоко затратных проектов, и полностью игнорирует Бесстратную Технологию снижения расхода топлива. Получается очень плачевная картина, когда существующие тепловые электростанции с допотопной технологией расчёта ТЭП расширяются строительством «перспективных» энергоблоков ПГУ. Это равносильно, как в убогую трущобу поставить плазменный телевизор, который при подобной эксплуатации также очень скоро станет убогим.

Но, когда Минэнерго РФ направляет основной вектор энергоэффективности, в общем-то, на уже устаревающую технологию ПГУ, т.к. в затылок дышит более перспективная технология с децентрализацией электроэнергетики на водородном топливе, то тем более непонятно, почему вопросу перерасхода топлива такое прохладное внимание. Видимо, Минэнерго РФ считает, что если не за горами использование вместо газа и угля водорода, получаемого из воды, то и учитывать перерасход топлива в настоящее время не следует. Но тогда такой же острый вопрос встанет и с перерасходом воды.

Правильно выбранный вектор энергоэффективности определяет стратегию на многие годы вперёд. Но пока Минэнерго РФ делает основной упор на экономию электроэнергии и тепла зданиями, внимание на которую, естественно, надо уделять. Но ликвидация перерасхода топлива на всех тепловых электростанциях Бесстратной Технологией даёт на порядок больший выигрыш в энергоэффективности, чем все затратные мероприятия по замене обычных электрических лампочек на светодиодные.

Технологи жалуются, как же можно оперативно управлять многотонными инерционными котлами для экономии топлива вочные часы, когда за отклонение от диспетчерского графика поставки электроэнергии и тепла следуют штрафные санкции? Вот поэтому-то и трудно управлять, т.к. нет Smart-MES!

### ***Сумасшедший перерасход топлива электростанций***

Перерасход топлива равен: ФАКТ расход – НОРМАТИВ расход, который определяется по следующей формуле:

$$dB = B_{\text{факт}} - (E_{\text{факт}} * b_{\text{э}}^{\text{норм}} + Q_{\text{факт}} * b_{\text{q}}^{\text{норм}}) / 1000$$

Здесь удельные расходы топлива ( $b_{\text{э}}^{\text{норм}}$ ,  $b_{\text{q}}^{\text{норм}}$ ) по электроэнергии и теплу определяются с использованием сотни криволинейных нормативных графиков именно на месячном периоде, что в принципе неверно согласно теории интегрального исчисления и аксиомы для криволинейного графика. Но весь комизм этого месячного расчёта с элементами подгонки в том, что в результате практически всегда перерасход топлива близок к нулю.

Напрашивается вывод, что весь этот расчёт фактических и нормативных ТЭП производится только для определения удельных расходов топлива, а вопрос перерасхода топлива вообще в данном случае не интересует. Поэтому и возникает такое грубое пренебрежение элементарными основами математики. Поэтому расчёты в виде итераций с вмешательством ручной коррекции (например: расход сетевой воды для нормативного расчёта) выполняются до условия приблизительного равенства перерасхода топлива нулю.

Но тогда позвольте, зачем спрашивается весь этот огород городить с сотней нормативных графиков? Когда есть элементарная формула для определения удельных расходов топлива вообще без нормативов, которая имеет простой вид:

$$b_{\text{э}} = 1000 * B_{\text{факт}} / (E_{\text{факт}} + Q_{\text{факт}} * k_{\text{ср}}), \text{ где: } k_{\text{ср}} = b_{\text{q}}^{\text{ср}} / b_{\text{э}}^{\text{ср}}$$

Вы тут же возразите, что это полнейший маразм. Но это, к сожалению, не больший маразм по сравнению с теми расчётами, которые в настоящее время присутствуют на всех электростанциях. Ведь несколько людей в ПТО занято этими расчётами, а в данном случае вообще ПТО не нужно!

А сейчас о перерасходе топлива. По нашим данным перерасход составляет 10% от общего расхода топлива, а по другим данным он доходит до 20%. Точное же значение на электростанциях и в Генерирующих компаниях не знает никто. Мало того и никто не желает знать. Вот так на деле внедряются требования Президента РФ по увеличению энергоэффективности, т.е. никакой положительной реакции даже со стороны Минэнерго РФ.

Вопрос же правильных получасовых расчётов перерасхода топлива интересен и важен не тем, что будут найдены именно точные месячные значения этого перерасхода. А тем, что появляется возможность на основании этих расчётов в реальном времени снизить этот перерасход, да и вообще улучшить иные затратные ТЭП электростанции, такие как потери и затраты на собственные нужды электроэнергии и тепла.

Технологи нам возражают и говорят буквально следующее, что если строго соблюдается график поставки электроэнергии и тепла, то никакого перерасхода топлива быть не может. Хорошо. Тогда как объяснить получасовую аналитику по перерасходу топлива, которую мы зафиксировали на ТЭЦ с энергоблоком ПГУ. Из графика мы видим, что днём перерасход топлива минимален, а вочные часы максимален и доходит до 20%. Нам говорят, что всё правильно. Днём электростанция практически полностью загружена, а ночью нет. Но почему всё-таки есть перерасход? Вразумительного ответа нет. Потому что на всех электростанциях подобная получасовая аналитика по перерасходу топлива просто отсутствует.

Каков же физический смысл этого перерасхода топлива? Рассмотрим простую цепочку из котла и турбины. В котёл поступает газ, из котла острый

пар поступает на турбину, с турбоагрегата отпускается электроэнергия. На выходе турбоагрегата строго контролируется выходная электрическая мощность, за отклонение которой от диспетчерского графика строго следует финансовое наказание. Следовательно, управление электрической мощностью осуществляется с помощью регулирования поступления газа в котёл. Но котёл – инерционен.

Вам следует при переходе на ночной режим снизить мощность уменьшением расхода газа. Но теплота в топке какое-то время остаётся прежней. Поэтому выход один – немного сбросить лишний пар в атмосферу. Естественно котлом управляют по режимным картам. Но есть одна опасность – так снизить подачу газа, что электрическая мощность перейдёт за нижнюю границу допустимого, следствием которого будет строжайшее наказание. А ведь котёл сразу не разогреется. Куда меньший риск и фактически абсолютно бесконтрольно мощностью управлять методом сбросывания лишнего пара. Но при этом перерасход топлива присутствует.

Естественно, всё это сказанное можно отнести на бред дилетанта, но от этого проблем меньше не станет. От этого перерасход топлива не снизится. От этого получасовая аналитика основных расчётных ТЭП и перерасхода топлива на БЩУ не появится. От этого эксплуатационный персонал в части текущего перерасхода топлива не прозреет. От этого Генерирующими компаниям никто не вернёт упущенные ежегодные прибыли в 300 миллионов рублей с каждой электростанции.

## 12. Упрямая Аналитика перерасхода топлива электростанций

---

Ни на одной электростанции в России никто и никогда не видел и не представляет динамику технологического процесса, выраженную через получасовые расчётные фактические и нормативные показатели, а, следовательно, и перерасхода топлива. Это стало возможным только с появлением Системы Smart-MES. Мало того, Система позволяет этот динамический процесс видеть в реальном времени, что делает возможным своевременно в него вмешаться с целью снижения этого перерасхода топлива, который должен стать основным критерием энергоэффективности электростанций.

Менеджмент Генерирующих компаний почему-то твёрдо уверен, что на их электростанциях перерасхода топлива нет и быть не может. Они убеждены, что вполне возможно получить даже экономию топлива, т.е. превышение нормативного расхода топлива над фактическим, на устаревшем то оборудовании. Хотя перерасход топлива и не зависит от износа оборудования, т.к. степень износа уже учтена в нормативах, но экономия топлива – это вообще утопия.

Однако, изношенное оборудование требует к себе повышенного внимания, т.к. его характеристики менее стабильны. Поэтому добиться минимального перерасхода топлива на нём значительно сложнее. И в этом случае роль Системы Smart-MES ещё больше возрастает.

В современной электроэнергетике существует несколько неопровергимых Аксиом в части перерасхода топлива, которые почему-то раньше просто не учитывали и сейчас упорно продолжают игнорировать: и Минэнерго РФ, и отраслевые институты. А ведь наука должна значительно опережать производство и указывать ему верное и выигрышное направление.

На деле же получается обратная картина: наука продолжает тянуть производство электроэнергии и тепла в части перерасхода топлива в болото невежества. Наука, как «оседлала» в своё время MS Excel для месячного расчёта фактических и нормативных ТЭП, так и продолжает его беззастенчиво эксплуатировать. Даже, если используется иное программное обеспечение, и даже, если используется SQL база данных, идеология же упорно остаётся прежней.

Концепция любой автоматизированной системы расчётов ТЭП должна обязательно учитывать эти Аксиомы. Пренебрежение же ими ведёт просто к бесполезности расчётов ТЭП в части увеличения энергоэффективности электростанций. Привожу несколько таких Аксиом:

- 1) Экономии топлива на любом временном отрезке быть не может. Экономия топлива – это превышение расчётной потребности в топливе по нормативам над фактической затратой топлива. Нормативы же отражают существующее состояние оборудования. Таким образом, экономия топлива отображает или тот факт, что оборудование стало новее, что просто нонсенс, или факт неверных алгоритмов расчёта нормативных ТЭП.
- 2) Интервал расчёта фактических и нормативных ТЭП должен быть минимален (минута или получас), а на всех иных интервалах (сутки, месяц) эти ТЭП должны получаться только накоплением.
- 3) За перерасходом топлива следует постоянно следить в реальном времени с помощью его мониторинга на БЩУ. Здесь используется очень простой и очевидный принцип, что чем раньше замечено отклонение процесса от номинального, тем проще его поправить.
- 4) Внедрение программного обеспечения для расчёта ТЭП должно иметь экономическую эффективность. Самая главная и большая ошибка современного подхода в Генерирующих компаниях это то, что они изначально ориентируют программное обеспечение для ПТО только на расчётные и

оптимизационные функции без конкретной экономической составляющей.

5) Программное обеспечение для расчёта ТЭП должно быть легко-адаптивным и высокоскоростным. Для обеспечения приведённых Аксиом должна быть мобильная и многофункциональная MES-Система.

В настоящее время, как и во все прошлые годы, вместо получасовых расчётов повсеместно используются месячные расчёты ТЭП и перерасхода топлива, т.е. осуществляется посуточное накопление фактических ТЭП и месячный расчёт фактических и нормативных ТЭП. Этот невежественный подход был предложен Фирмой ОРГРЭС, как основного идеолога всех расчётов, и утверждён в Минэнерго РФ.

В чём же кроется ошибочность данного подхода? Да всё элементарно, ошибка заключается в простом пренебрежении основными математическими принципами при использовании криволинейных графиков. А в расчётах же нормативных ТЭП задействованы сотни этих криволинейных графиков.

Этот принцип выражается следующим неравенством:

$$F(\text{СУММА}(x_i)/n) \neq \text{СУММА}(F(x_i))/n$$

И звучит это следующим образом: Функция от Усреднения (как сейчас – совершенно неверно) не равна Усреднению Функций (как должно быть – верно). А ещё проще сказать, что есть элементарные правила интегрального исчисления для динамического производственного процесса.

Естественно, сразу следует возражение, что хотя погрешность и есть, но она такая небольшая, что практического значения не имеет. На это можно ответить только одним, а кто же и когда же вообще эту самую погрешность считал, скажем, за год. Для этого нужна именно Система Smart-MES, но её то как раз и нет ни на одной электростанции.

Пренебрежение элементарными математическими законами для сложного динамического процесса, каким является электростанция, не просто ведёт к

деградации технологии выработки электроэнергии и тепла в части экономии топлива, а вообще делает несовместимыми современные рыночные отношения Генерирующих компаний с отсталыми принципами управления использования топлива на электростанциях.

Генерирующие компании, управляя выработкой электроэнергией и тепла для оптового рынка, вообще не управляют экономией топлива и не контролируют его бесхозяйственный перерасход.

Таким образом, само государство для Генерирующих компаний создало очень удобную и выгодную среду для бизнеса, которая заключается в том, что весь неконтролируемый перерасход топлива, о котором никому не известно, успешно и беззастенчиво включается в тарифы на электроэнергию и тепло.

И всё-таки, выгодно ли генерирующему компаниям знать о факте огромного перерасхода топлива на всех электростанциях? Но есть же золотое правило, чем больше знаешь, тем лучший манёвр. А это в рыночных условиях – положительное и непременное качество.

В настоящее время в России наблюдаются две противоречивые тенденции: постоянное увеличение стоимости природного топлива и возрастание протестного настроения граждан из-за увеличивающихся тарифов на электроэнергию и тепло.

Создать устойчивую ситуацию для своего бизнеса Генерирующие компании легко могут, обеспечив себе достаточный резерв энергоэффективности с помощью истинного устранения перерасхода топлива.

Но найдутся и такие электростанции, которые будут уверять, что у них абсолютно верные алгоритмы расчёта ТЭП, которые учитывают все затраты на собственные нужды и все потери, и нет подгонки исходных данных, а экономия топлива всё равно получается. Но и в этом случае можно говорить только о неверности алгоритмов расчёта, которые включают неверные нормативные

графики, неоправданно спрямлённые полиномами.

## ***Глупость предопределяет инновации в электроэнергетике***

30 лет назад атомная электроэнергетика значительно превосходила тепловую в части компьютерной автоматизации. В настоящее время они фактически сравнялись. Но это не потому, что тепловая электроэнергетика подтянулась до атомной. А потому, что атомная опустилась до тепловой электроэнергетики, особенно в части расчётов ТЭП.

Как на тепловых электростанциях, так и на атомных электростанциях полные расчёты ТЭП выполняются на месячном периоде по допотопной технологии, которая изначально была неверной. А единственno верной технологией являются минутные или получасовые расчёты фактических и нормативных ТЭП с последующим их накоплением на месячном интервале.

Но проходят конкурсы на разработку программ для расчёта ТЭП и по-прежнему в основу закладываются неверные посылы. И даже неважно, что предлагаются инновации. А если, скажем, лицензии по работе с секретными материалами нет (для АЭС), то эти инновации фактически – ничто. Таким образом, на одной чаше весов фемиды размещаются мощнейшие инновации, призванные увеличить энергоэффективность электростанций, а на другой – глупейшая бумажка, которая элементарно покупается. И эта бумажка в вердикте перевешивает инновации.

Такой вот уровень современного конкурсного коллективного сознания.

В одной конкурсной документации приведены критерии оценки и сопоставления предложений: 1) Стоимость выполнения работ – 55%; 2) Полнота и качество описания выполняемой работы – 20%; 3) Опыт и квалификация Исполнителя – 25%.

Ну, скажем для болтов и гаек это, может быть, и подходит. Но как это

согласуется с внедрением высокотехнологичного программного продукта, как Система Smart-MES, внедрение которой за счёт экономии топлива приносит ежегодную прибыль в 300 млн. руб. Недоумеваешь, когда идёт торг за стоимость внедрения вместо 10 млн. руб. предлагается всего 3 млн. руб., мол, больше не выделено. Это при окупаемости то в один месяц.

Но когда конкурс выигрывает организация, которая никогда не соприкасалась с электроэнергетикой и которая просто ничего не понимает о правильных расчётах фактических и нормативных ТЭП, то элементарно диву даёшься. Куда же ты катишься электроэнергетика?

Странно, когда в современных условиях объявляются конкурсы на разработку программ для расчёта ТЭП по цене 3 млн. руб. за срок в один год вместе с внедрением.

Для сравнения, Система Smart-MES «MES-T2 2020» разрабатывалась нами 10 лет при себестоимости не менее 200 млн. руб. Но мы берём деньги только за её поставку (всего 2% от себестоимости), адаптацию и внедрение.

И что же ожидает получить электростанция, объявляя по недоразумению конкурс на разработку программы расчёта ТЭП с получасовой аналитикой? Возможно, по своей глупости и наивности она ожидает получить программный шедевр? Но чудес то не бывает. И она обязательно получит очередную временную программную «затычку» с академическим уклоном.

Ну, а где декларация экономического эффекта от внедрения программы? Или генерирующей компании прибыль больше не нужна? А где стремление к выполнению директив Президента РФ по увеличению энергоэффективности электростанций и экономии топлива? Даже никакого намёка...

Надо прекрасно понимать, что когда в техническом задании к конкурсу говориться о разработке программы для расчёта ТЭП, то естественно необходимы все стадии именно разработки для данной электростанции, о

которых объявитель конкурса видимо не в курсе. Но в этом случае это будет программа именно только для данной электростанции, и она будет учитывать именно только этот алгоритм расчёта. Но это же давно устаревшие подходы. В этом то и заключается современный парадокс и современная глупость.

С одной стороны, электроэнергетика перешла в новые рыночные условия, но с другой стороны, организация информатизации осталась допотопной. С одной стороны, внедряются ПГУ для увеличения энергоэффективности электростанций, но с другой стороны, не хватает прогрессивности для внедрения MES-Системы с целью снижения перерасхода топлива. С одной стороны, пытаются разработать новые программы, но с другой стороны, абсолютно слепы к уже имеющейся инновационной легко-адаптивной и высокоскоростной Smart-MES.

Вполне естественно, что никто не отменял метод проб и ошибок. Но этот период поиска менеджментом генерирующих компаний уж сильно затянулся. Но гениальное решение то лежит на поверхности. Это – Система Smart-MES! Она и сэкономит топливо, и удвоит прибыль, и предупредит аварию на электростанции.

### ***Каменный ВЕК для ИТ в ПТО электростанций без Smart-MES***

Ещё в 2009 году ООО «Фирма ИнформСистем» выпустила новую версию Инструментального программного Комплекса - Система «MES-T2 2007» v.6.248 в составе:

- Профессиональный Комплекс ПТО v.6.x для адаптации и функционирования файл-серверной конфигурации,
- Приложение Клиент-Сервер v.7.x для функционирования с любым SQL-Сервером,
- Графический редактор v.5.x для Мониторинга ТЭП,
- WEB-Приложение v.7.x для реализации расчётов ТЭП в Интернете.

Жаргонный термин «Каменный век» используется для обозначения народов, ведущих племенной и примитивный образ жизни, и подразумевающий их большую технологическую отсталость.

А что же сейчас используется в ПТО электростанций для расчёта ТЭП работы оборудования? Примитивная технология, основанная на MS Excel. Разве это не каменный век? А мы знаем электростанции, где господствует DOS. Это в то время, когда широко внедряются ПГУ, а расчёты ТЭП выполняются с помощью каменного топора. Не стыдно ли это самой передовой электроэнергетике в мире. Не стыдно ли Минэнерго РФ игнорирование появления самой передовой Инновационной Системы для автоматизации управления производством электростанций – Smart-MES «MES-T2 2020»,

- которая легко адаптируется к любой электростанции,
- которая имеет наивысшую скорость расчёта на автоматически создаваемых DLL-программах,
- которая имеет мощнейшие механизмы аналитики для оптимизации ресурсов и глобального прогнозирования,
- которая легко создаёт динамические модели электростанций с минимаксной стратегией,
- которая позволяет размещать сложнейшие расчёты ТЭП в Интернете с возможностью аналитики из любого уголка земного шара.

Неужели это всё будет востребовано только лет через десять, когда ОГК и ТКГ помудреют?

Есть ещё предположение, что пяток крутых московских ИТ компаний распределили между собой сферу влияния на ОГК и ТГК, а это 300 электростанций по России. Иначе как объяснить следующие факты:

- наша победа в конкурсе на Каширской ГРЭС зависит в ОГК-1,
- наша победа в конкурсе на Петрозаводской ТЭЦ зависит в ТГК-1,
- наша победа в конкурсе на Троицкой ГРЭС зависит в ОГК-2.

Просто действует ИТ-Мафия какая-то. Самим ведь им не справиться с ворохом электростанций. По самым оптимистичным прогнозам потребуется не менее 10 лет для автоматизации расчётов ТЭП на всех электростанциях. И также сомнителен уровень будущей автоматизации.

Не лучше ли для этой цели использовать уже существующий уникальный инновационный самоорганизующийся автомат Smart-MES.

### ***Технология вместо программы расчёта ТЭП***

Компьютерная программа всегда приспосабливается к производству, а Технология, имея организационную составляющую, напротив вносит некоторые изменения в существующий ход этого производства. Таким образом, внедрение программы не влияет на производство и не ведёт к увеличению прибыли. Технология же изначально призвана именно для увеличения этой самой прибыли. Технология по содержанию значительно превосходит программу и просто её поглощает. Таким образом, Технология может делать всё, что делает программа, но с ориентацией на получение прибыли. В этом случае, программа всегда выступает в роли статиста, а Технология в роли созидателя. И если из Технологии можно выделить программу, то из программы получить Технологию просто невозможно.

В настоящее время на всех тепловых электростанциях для расчёта ТЭП используются именно только программы. Но приносят ли они какую-нибудь пользу Генерирующему компаниям? Как статисты, наверное, приносят, но не более того. А хотели бы Генерирующие компании иметь что-то большее от этих самых программ? Безусловно, хотели бы, но, к сожалению, они не знают, что это просто невозможно. Для этого должна быть Технология, а не программа.

В своё время ОАО “Мосэнерго” предложило нам участвовать в конкурсной процедуре на внедрение на ряде станций Автоматизированной

системы отображения ключевых технико-экономических показателей (АСО КТЭП). Другими словами, внедрение именно программы расчёта ТЭП.

Но в данной конкурсной процедуре мы участвовать, естественно, не стали, т.к. с 2011 года решили внедрять только Технологию на Системе Smart-MES направленную на извлечении прибыли при расчётах ТЭП электростанций с оперативным их мониторингом в реальном времени. Другими словами, мы больше не занимаемся не эффективными поделками. И мы сотрудничаем только с теми, кто желает иметь значимую дополнительную прибыль при внедрении именно нашей Бесстратной Технологии экономии топлива.

Суть данной Технологии заключается в следующем. В реальном времени с минутным интервалом выполняются расчёты фактических и нормативных ТЭП, и, естественно, с получением текущих значений перерасхода топлива и логистического критерия топливоиспользования. Все текущие ключевые ТЭП и, самое главное, перерасход топлива в виде аналитики представляются в мониторинге на БЩУ. При необходимости каждые полчаса запускаются оптимизационные механизмы с выдачей советов эксплуатационному персоналу для наилучшей загрузки оборудования.

Оперативный персонал в данном случае имеет принудительную мотивацию по экономии топлива, т.к. этот текущий перерасход топлива он постоянно наблюдает по мониторингу на БЩУ. В соответствии с качеством управления и отсутствием перерасхода топлива эксплуатационный персонал получает значительную премию, т.к. в результате его добросовестной работы и впечатляющих возможностей Smart-MES Генерирующая компания имеет дополнительную ежегодную прибыль с каждой электростанции в 300 млн. руб.

В ПТО электростанций отпадает необходимость каждый месяц составлять отчёты и макеты с подгонкой результатов для менеджмента Генерирующей компании, т.к. все основные ТЭП, включая и перерасход топлива, каждые полчаса передаются на центральный пульт этой

Генерирующей компании, где автоматически и составляются необходимые сводные отчёты за любой период. Персонал же ПТО в этом случае загружен не дурацкими отчётами, а интеллектуальной деятельностью с целью анализа и сокращения потерь и затрат на собственные нужды электроэнергии и тепла, а также с целью модернизации расчётов ТЭП на Системе Smart-MES.

Технология дополняется также интеллектуальным механизмом с базой знаний. Скажем, при одних и тех же технологических параметрах, зачем же постоянно запускать динамическую получасовую оптимизацию на полной модели электростанции, когда можно просто все эти установки зафиксировать в памяти и затем при необходимости их мгновенно оттуда извлекать. Таким образом, в базе знаний фиксируются различные получасовые технологические срезы, а при необходимости по алгоритму распознавания динамического образа нужная информация извлекается из памяти и предоставляется эксплуатационному персоналу для управления. Также этот механизм используется и для прогнозирования точных размеров закупаемого топлива.

Таким образом, Технология управляет электростанцией, а программа слепо фиксирует результаты прошедшего отчётного периода. С Технологией можно общаться в реальном времени с целью улучшения энергоэффективности производства, а программа, как тупой истукан, бесполезно молчит весь месяц, и только в конце выдаёт уже никому ненужные «перлы». Технология постоянно влечёт вперёд, ориентируя всех на модернизацию, а программа неминуемо тянет назад, как гиря, пристёгнутая к ногам атлета. Программа это то, что давно появилось и уже изжило себя, а Технология – это перспективный младенец, который чудом родился, благодаря блистательной наследственности.

### ***Ошибочное планирование закупок топлива в ОГК и ТГК***

Фирма ИнформСистем утверждает, что те ОГК и ТГК, на которых отсутствует точный (получасовой) учёт перерасхода топлива, превышают при закупках необходимое количество топлива на 10%.

Такие результаты дала аналитика получасовых перерасходов топлива за сутки, где ясно видно, что основной перерасход топлива осуществляется вочные часы. В настоящее время оперативный персонал работает вслепую, т.к. нет обратной связи в виде рассчитанного перерасхода топлива за прошедший получас, а это каждые сутки 10%.

Закупочная плановая величина топлива ( $B_p$ ) укрупнённо рассчитывается по формуле:

$$B_p = (b_e * \mathcal{E}_p + b_q * Q_p) / 1000, \text{ где}$$

$b_e$  - удельный расход топлива на выработку электроэнергии (кг/МВт\*ч),

$\mathcal{E}_p$  - плановая выработка электроэнергии (МВт\*ч),

$b_q$  - удельный расход топлива на выработку тепла (кг/Гкал),

$Q_p$  - плановая выработка тепла (Гкал).

Удельные расходы топлива рассчитываются на месячном периоде. И, как правило, в результате они получаются такими, чтобы была показана небольшая экономия топлива. Но иначе и быть не может, т.к. изменение удельных расходов в третьем знаке ведёт к очень большим значениям перерасхода топлива. И объясняется это погрешностью исходных данных. Поэтому удельные расходы элементарно подстраиваются под удовлетворяющие значения.

Теоретически же расчёт удельных расходов топлива на месячном интервале вообще неверен из-за нелинейности нормативных графиков.

Поэтому, только получасовые расчёты предоставляют, во-первых, точные величины перерасхода топлива и, во-вторых, исключат возможность подстройки месячных значений удельных расходов топлива, т.к. месячные ТЭП должны получаться накоплением, а не расчётом. И если оперативный персонал будет иметь точною получасовую информацию о перерасходе топлива, то он сможет свести этот перерасход к минимуму. Следовательно, и планирование закупок топлива сократиться на 10%.

## 13. Параллельные мифические миры в электроэнергетике

---

В настоящее время в электроэнергетике существуют и спокойно уживаются между собой два основных поведенческих параллельных мира. В одном мире все усиленно и активно призывают за инновации, за энергоэффективность, за новые информационные технологии. В другом мире эти же самые персоналии также усиленно и абсолютно равнодушно тормозят внедрение инновационной энергоэффективной информационной технологии.

Объяснение этого явления только бюрократией и коррупцией было бы сильным упрощением ситуации. Это скорее просто махровое безынициативное элементарное равнодушие чиновников, которое сформировалось многими годами. У нас никто ни за что не отвечает своим креслом. Если было б, скажем, так, что кто не поддержал вовремя энергоэффективную инновацию, то сразу следовало бы его увольнение без разбора полётов. Может, тогда бы и Россия не плелась в хвосте мировой экономики.

Вот очередное отказное письмо из Департамента государственной энергетической политики и энергоэффективности МИНЭНЕРГО РФ №02-496 от 12.04.2011 за подпись заместителя директора С.П. Макухи. В котором говорится, что позиция Департамента относительно выделения электростанции федерального подчинения для pilotного внедрения на ней Системы Smart-MES остаётся неизменной, т.е. отрицательной. И далее сообщается, что дальнейшая переписка по данному вопросу представляется нецелесообразной. Т.е. иными словами, а не пошёл бы ты подальше со своими инновационными и энергосберегающими идеями, и нам «до фонаря» до этой самой модернизации.

Но, зная заранее реакцию Минэнерго РФ, я ни одного письма в её адрес не посыпал. Так что отказ от дальнейшей переписки, скорее всего, относится не ко мне, а к Общественной Палате РФ, к Государственной Думе РФ, к Совету Федерации РФ, к Председателю Правительства РФ и к Президенту РФ,

которым я и направлял обращения по Беззатратной Технологии экономии топлива электростанции на Smart-MES.

Вот ещё одно письмо прошлого периода в наш адрес из того же Департамента государственной энергетической политики и энергоэффективности Минэнерго РФ №02-1400 от 27.10.2010 за подписью заместителя директора О.П. Токарева. В котором говорится, что Минэнерго РФ сообщает о готовности вернуться к рассмотрению вопроса о перспективах предлагаемой нами Технологии после представления в Минэнерго РФ подробного Технико-Экономического Обоснования.

Вот такая метаморфоза, вот такие параллельные миры. То Минэнерго РФ проявляет заинтересованность в инновационной Технологии экономии топлива, то игнорирует её, удобно ссылаясь на Федеральный закон.

А может после того, когда мы подготовили подробное ТЭО Технологии экономии топлива, Минэнерго РФ просто стало стыдно за свои упущения в части бесконтрольного перерасхода топлива тепловыми электростанциями за многие годы.

Подобный же вопрос с параллельными мирами связан и со Сколково, в который мы подали заявку на Проект Инновационной Беззатратной Технологии экономии топлива электростанций. С одной стороны наша заявка подходит по многим позициям: это и энергоэффективность, это и энергетика атомная и тепловая, это и информационные технологии. Но вот незадача. Для участия в Сколково нужно самостоятельное привлечение иностранного партнёра.

Эта нелепость организаторов Сколково обуславливается желанием скорейшего коммерческого продвижения Проектов за Рубеж. Но в нашем то случае, надо сперва в родном отечестве навести порядок с бесхозяйственностью электростанций в части бесконтрольного и безалаберного перерасхода топлива. А на это уйдёт не один десяток лет, учитывая неповоротливый менталитет менеджмента Генерирующих компаний.

Вот так в России внедряются и продвигаются инновации. Вместо поддержки, госструктуры вставляют палки в колёса современной модернизации. Вместо помощи, от госструктур идёт сплошной негатив. В данном случае прогресс осуществляется не благодаря госструктурам, а вопреки им.

Нас приглашали на Саммит Деловых Кругов «СИЛЬНАЯ РОССИЯ - 2011» в Московский Государственный музей-заповедник «ЦАРИЦЫНО», как на авторитетную экспертную площадку для совместного принятия конструктивных решений в области социально-экономического развития страны и их эффективной реализации, при поддержке на самом высоком уровне от Государственной Думы РФ до Администрации Президента РФ.

Я на это приглашение очень скептически отозвался исполнительному директору Национального Агентства стратегических проектов. О какой сильной России вообще можно говорить, когда страной управляют бюрократы, включая и Минэнерго РФ, которым ничего не нужно. А нужно им одно, чтобы их поменьше тревожили с разными инновационными идеями.

### *Загадка Сфинкса в электроэнергетике*

Самые сложные загадки принято называть загадками Сфинкса. В электроэнергетике также существует своя сложнейшая, и пока неразгаданная следующая загадка: Почему Генерирующие компании не хотят Прозрачности в расчётах ТЭП и перерасхода топлива?

Здесь под Прозрачностью понимается и достоверность ТЭП, и правильность расчётов ТЭП, и оперативность мониторинга ТЭП, и управляемость ТЭП. Прозрачность в данном случае ассоциируется с абсолютно чистым стеклом, через которое без искажений высвечивается действительное состояние производства электроэнергии и тепла на тепловых электростанциях в разрезе перерасхода ими топлива.

На электростанциях каждую минуту вырабатывается и, естественно, отпускается потребителю определённое количество электроэнергии и тепла. На это каждую минуту тратиться определённое количество топлива, но существует и вполне определённый норматив поминутных затрат этого топлива. Разница между фактом и нормативом составляет минутный перерасход топлива, который в принципе не может быть отрицательным, т.е. экономии топлива за минуту быть не может, т.к. это противоречит самим нормативным графикам.

Но когда мы посмотрим месячные отчёты тепловых электростанций, то практически у всех красуется экономия топлива. Вот вам и парадокс! Вот вам и суть загадки Сфинкса! Но самое интересное, что это нисколько не смущает ни Генерирующих компаний, ни Минэнерго РФ.

Таким образом, огромный перерасход топлива на каждой тепловой электростанции в действительности же равен не менее 10%, а по бумагам его нет вообще, напротив, есть даже экономия. Почему же на это закрывают глаза Генерирующие компании? А может, они и правда считают, что экономят топливо? Но «дураков» в менеджменте компаний нет. Тогда что же?

В этом то и заключается загадка Сфинкса, но она пока не разгадана. Попробуем отчасти хотя бы порассуждать в этом направлении. После реорганизации электроэнергетики у менеджмента Генерирующих компаний была основная задача по освоению рынка электроэнергии и тепла, а также реализация игры на ценах топлива и тарифах. Но вот это как-то устоялось. Затем возникла следующая задача по строительству новых энергоблоков ПГУ.

Между тем, в Генерирующих компаниях всё же ведутся различные работы по автоматизации расчётов ТЭП, но, естественно, на «дедовской» основе. Ну, а как же упущенная прибыль из-за абсолютно неверного подхода к этой самой автоматизации?

Мне позвонили из Южной Кореи, т.к. прочитали один из пресс-релизов о Беззатратной Технологии экономии топлива электростанций на Системе Smart-

MES. К моему удивлению они нисколько не были поражены, что мы эти самые инновации не можем у себя в России реализовать.

За рубежом моментально и правильно поняли рациональное зерно нашей Технологии. Они сразу расчухали, что можно получить приличную прибыль и фактически без затрат. На любой тепловой электростанции исторически оперативно не рассчитывается текущий перерасход топлива, а эксплуатационный персонал в части этого перерасхода топлива управляет электростанцией вслепую. Данная же Технология предоставляет персоналу принудительную мотивацию для экономии топлива и для оптимальной загрузки оборудования.

Считать, что менеджмент Генерирующих компаний этого не понимает, было бы крайне опрометчиво. Но, абсолютно точно, так это то, что у каждой компании имеется своё заинтересованное лобби в проталкивании разработок своей карманной фирмы. И, кстати, это их правое дело.

Однако, есть Минэнерго РФ, имеющий в составе Департамент государственной энергетической политики и энергоэффективности, который должен, наверное, следить за реализацией энергоэффективных Технологий на тепловых электростанциях и их, по крайней мере, пропагандировать, а не препятствовать к широкому внедрению этих энергосберегающих инноваций своим равнодушным бездействием.

***Подгонка расчётов ТЭП электростанций получается санкционирована Минэнерго?***

Для расчёта ТЭП электростанций используются следующие Документы, утверждённые Минэнерго РФ.

1) Методические указания по составлению отчёта электростанции и акционерного общества энергетики и электрификации о тепловой экономичности оборудования, РД 34.08.552-95, ОРГРЭС, Москва, 1995 [36].

2) Методические указания по прогнозированию удельных расходов топлива, РД 153-34.0-09.115-98, ОРГРЭС, Москва, 1998 [39].

Оба эти документа выпущены до реорганизации электроэнергетики, но используются и сейчас для расчёта фактических и нормативных ТЭП электростанций в месячных отчётных периодах. Кстати, во втором Документе в п. 1.1.3 написано: Не допускается учитывать при тарифном прогнозировании перерасходы топлива из-за упущений в эксплуатационном и ремонтном обслуживании оборудования. Только вот абсолютно не сказано, как эти перерасходы топлива правильно выявлять при месячных расчётах.

В этих Документах чётко говорится, что расчёты ТЭП проводятся на месячном интервале. Но по теории интегрального исчисления для динамического процесса известно, что точность расчёта зависит от временного интервала. И чем временной интервал расчёта меньше, тем точность расчёта площади динамического процесса точнее.

Так, перерасход топлива ( $dB1$ ) в настоящее время на всех электростанциях рассчитывается следующим образом на месячном периоде:

$$dB1 = B\phi - B_{np1} = B\phi - (b_{\phi np} * \mathcal{E}\phi + b_{q np} * Q\phi) / 1000$$

А должно быть так:

$$dB2 = B\phi - B_{np2} = B\phi - [СУММА(b_{\phi np i} * \mathcal{E}\phi i + b_{q np i} * Q\phi i)] / 1000$$

Здесь:  $B\phi$ ,  $B_{np}$  – фактические и нормативные расходы топлива.  $\mathcal{E}\phi$ ,  $Q\phi$  – фактическая выработка (отпуск) электроэнергии и тепла.  $b_{\phi np}$ ,  $b_{q np}$  – нормативные удельные расходы топлива по электроэнергии и теплу.  $i$  – значения на минутных интервалах.

Очевидно, что при криволинейности нормативных графиков, которые используются при вычислении  $b_{\phi np}$  и  $b_{q np}$ , перерасход  $dB1$  не равен перерасходу  $dB2$ . Следовательно, в вышеприведённые методики изначально

была заложена ошибка вычисления ТЭП электростанций и эта ошибка утверждена Минэнерго РФ.

Но электростанциям то с этой ошибкой надо как-то жить и правильно прогнозировать закупку топлива. А что делать, если по расчётом получается большой перерасход топлива, а, следовательно, и нельзя использовать удельные расходы топлива для прогнозирования? В методиках ничего про это не сказано. Вот и приходится электростанциям элементарно подгонять расчёты, чтобы был нулевой перерасход топлива, чтобы на основании подогнанных удельных расходов топлива можно было бы как-то спрогнозировать закупаемое топливо.

А огромный то перерасход топлива фактически присутствует и негативно отражается на прибыли Генерирующих компаний. И в этом заключается заранее заложенная порочность вышеприведённых методик, которая санкционирована Минэнерго РФ.

Здесь присутствуют два отрицательных момента, абсолютно не отвечающих требованиям рыночной экономики, которая требует оптимизации расхода топлива. Первым таким моментом является то, что огромный перерасход топлива обнаруженный в конце месяца – это уже свершившийся факт, с которым ничего не поделать, кроме как терпеть финансовые убытки. Вторым таким моментом является то, что, имея неверные данные по удельным расходам топлива, приходиться прогнозировать завышенные закупки этого самого топлива.

Но эти две важнейшие проблемы уже давно успешно решены в Беззатратной Технологии экономии топлива на Системе Smart-MES. И только диву даёшься, что же это менеджмент Генерирующих компаний «мух не ловит», беззаботно допуская ежегодные потери в виде бесполезно сожженного топлива на 300 млн. руб. с каждой тепловой электростанции. И куда смотрит

Минэнерго РФ, когда по всей России перерасход топлива эквивалентен 100 млрд. руб., который к тому же отравляет нашу атмосферу.

Поэтому, существующие на всех тепловых электростанциях разного вида закамуфлированные подгонки расчётов ТЭП под нулевой перерасход топлива, и не тревожит Минэнерго РФ, т.к. фактически они им же неявно и были изначально санкционированы. Ссылаясь на то, что сейчас Генерирующие компании являются самостоятельными хозяйствующими субъектами, Минэнерго РФ вообще эти вопросы, касающиеся увеличения энергоэффективности электростанций за счёт ликвидации перерасхода топлива на Smart-MES, не желает признавать, что входит в полное противоречие с курсом Президента РФ. Таким образом, получается, что Минэнерго РФ поддерживает бесхозяйственность Генерирующих компаний в части перерасхода ими топлива.

### ***Топливная революционная ситуация в электроэнергетике***

Революционная ситуация – это, когда верхи не могут..., а низы не хотят... В электроэнергетике Генерирующие компании не могут бесконечно увеличивать тарифы на электроэнергию и тепло для сохранения своих прибылей при росте стоимости топлива, а электростанции больше не хотят бесконтрольно разбазаривать топливное народное достояние в виде его перерасхода из-за нерадивости менеджмента, не имея при этом премиальных.

Получается парадоксальная картина, когда менеджмент Генерирующих компаний требует от электростанций минимизацию расхода топлива при выполнении графика поставки электроэнергии и тепла, то абсолютно не предоставляет эксплуатационному персоналу возможность оперативно выявлять в реальном времени перерасход топлива. В результате этот перерасход топлива получается огромным, т.е. не менее 10%, а в месячных отчётах ПТО электростанций красуется подогнанная экономия топлива.

Но все прекрасно знают, что этот перерасход топлива очень большой и он успешно входит в тарифы, но эксплуатационному персоналу от этого не легче, т.к. за минимумную экономию топлива премия не выплачивается. А если бы этот персонал имел бы текущую картину по перерасходу топлива, то проявлял бы усилия для его снижения и на законных основаниях претендовал бы на дополнительное вознаграждение.

Таким образом, лишнее топливо бесполезно и бесконтрольно сжигается, отравляя атмосферу, менеджмент Генерирующих компаний стабильно имеет свою прибыль, увеличивая тарифы, а эксплуатационный персонал не имеет мотиваций по экономии топлива, а значит и не имеет возможность улучшить своё благосостояние. В этом то и заключается социальное недовольство низов.

Почему же Генерирующие компании не торопятся предоставить эксплуатационному персоналу простейшие механизмы мотивации экономии топлива, увеличивая тем самым для себя ежегодную прибыль на 300 млн. руб. с каждой электростанции? Ответ очень прост. Менеджмент родился и воспитывался не при капитализме, а принимать решения ему приходится уже в новых экономических реалиях. Ему, к сожалению, очень трудно представить и поверить в то, что Система Smart-MES способна удвоить им прибыль.

Экспертами у менеджмента высшего звена являются специалисты-технологи, которые в своё время сами занимались подгонкой расчётов ТЭП на электростанциях, т.к. вопрос точности расчёта перерасхода топлива никогда ранее так остро не стоял. Но время то уже другое! Пора бы начинать и задумываться об этом, пора бы учитывать в реальном времени все производственные и непроизводственные затраты и потери, пора бы не просто манипулировать на рынке стоимостью топлива и тарифами, а наладить на электростанциях соревновательных дух с экономическими стимулами.

Когда эксплуатационному персоналу всё понятно и о текущем отпуске электроэнергии и тепла, и о текущем перерасходе топлива, то у него появляется

мощная оперативная обратная связь, опираясь на которую он непременно добьётся лучшей энергоэффективности. В настоящее же время производственная ситуация крайне неустойчивая.

Производственной плоскости для устойчивости положено иметь три опоры, а в настоящее время её всего две: отпуск электроэнергии и отпуск тепла. Третья же опора в виде перерасхода топлива полностью отсутствует, поэтому производственную плоскость невозможно постоянно удерживать в стабильном положении. И поэтому эта производственная плоскость элементарно шатается, но может и упасть. А это уже авария, это уже несоизмеримые финансовые потери.

А требуется то совсем немного. Необходимо на БЩУ электростанции иметь постоянный мониторинг с текущим перерасходом топлива, который рассчитывается в реальном времени каждую минуту. Тогда эксплуатационный персонал результат своего управления увидит и под призмой перерасхода топлива. Он просто вынужден будет, особенно в переходные моменты изменения нагрузок (день и ночь), оперативно среагировать для ликвидации возникшего перерасхода топлива.

Но если для эксплуатационного персонала уже имеется возможность регулировать производственный процесс не только в части выработки электроэнергии и тепла, но и в части минимизации расхода топлива, то с него это уже можно и спросить, аргументировано указав ему на проколы. Если же подобная мотивация приносит дополнительную прибыль, то почему бы и не поощрить сотрудников.

Таким образом, революционная топливная ситуация быстро преобразуется в спокойный соревновательный трудовой процесс с достойными премиальными. И начало этому процветанию положит внедрение Системы Smart-MES с Бесстратной Технологией экономии топлива на тепловых электростанциях.

## 14. 17 мгновений Smart-MES и Энергоэффективность ТЭС

---

Современное состояние дел в электроэнергетике очень точно представляется выдержкой из романа Юлиана Семёнова и художественного одноименного телефильма «17 мгновений весны» [40]: «В руки начальника гестапо Мюллера (Руководство Генерирующей компании) попадают серьёзные улики, указывающие на Штирлица, как на советского резидента (на электростанцию советского образца с огромным перерасходом топлива). Штирлиц ведёт напряжённую психологическую дуэль с Мюллером, стремясь избежать провала. Объяснения, которые он может представить в своё оправдание, достаточно шатки, но Мюллер удовлетворяется ими».

В настоящее время наблюдается явный диссонанс между Генерирующими компаниями (ОГК, ТГК), которые созданы для рыночных отношений, и электростанциями, на которых продолжает процветать советская закваска в отношении к выработке электроэнергии и тепла. Зачем же напрягаться и внедрять энергосберегающие технологии, когда гораздо проще перерасход топлива включить в тарифы, а этот огромный перерасход в месячных отчётах не показывать, официально используя методы подгонки. Генерирующие компании это вполне устраивает, раз для расчётов ТЭП электростанций они покупают программы, использующие те же неверные методики Минэнерго РФ, что были и в MS Excel.

Для примера привожу высказывание руководителя ГРЭС центрального региона России по вопросу внедрения Smart-MES с получасовыми расчётами ТЭП для ликвидации перерасхода топлива:

«Вы предлагаете полное фуфло. Я работаю в производстве электроэнергии более 20 лет. На ГРЭС. И именно в моих руках ключи, которые как будут экономить топливо, так и не будут. А получасовой расчёт и не нужен. Ибо он не показателен. Часовой, ещё, куда не шло, а вот за смену, за сутки - это

серьезно уже. Дело в том, что грамотный эксплуатационник и без всяких программ знает, где он может сэкономить, а где не может. Не забывайте, как падает качество персонала и как ненадёжно оборудование. В данный момент времени нет материальной заинтересованности, чтобы экономить топливо. Раньше она была, сейчас нет. Относительно перерасхода топлива ночью: Всё просто, днём ГРЭС тащит полную мощность (самый экономный режим), а ночью минимум (самый прожорливый). И ничего с этим не поделать».

За 30 лет электроэнергетика в части автоматизации расчётов ТЭП прошла несколько спиральных витков компьютерного развития (СМ-2 с ассемблером, персоналки с DOS и Fox Pro, Windows и Excel, Oracle и MS SQL Server), но идеологически она топчется на месте. До сих пор существуют только посutoчный учёт фактических и месячный расчёт нормативных ТЭП. И как это, интересно, вяжется с рыночной экономикой и энергоэффективностью электростанций?

Скажите, вообще, зачем нужны Генерирующей компании расчёты ТЭП? Вполне достаточно иметь учёты электроэнергии, тепла и топлива. Ведь для планирования закупок топлива всё равно используются удельные затраты, получаемые из фактического расхода топлива. А для этого совсем не нужны нормативные графики. Как, интересно, генерирующая компания для своего процветания использует КПД котлов, расход пара на турбину и ещё тысячи показателей за прошедший месяц? А никак. Поэтому она и смотрит сквозь пальцы на неверные месячные расчёты.

В настоящее время наблюдается особый бум (в основном в ОГК) внедрения расчётов ТЭП на продуктах Oracle, причём он используется не только в качестве SQL-Сервера баз данных, но и для клиентской части и для Сервера Приложений. Все ОГК расположены в Москве, а, входящие в него ГРЭС, разбросаны по всей России. Поэтому мысли ОГК понять можно: Зарубежная Система Oracle, которую использует ERP SAP R/3, хорошо вписывается в Интернет для централизации ТЭП электростанций. Внедрение

ERP SAP R/3 для верхнего уровня стоит 500 млн.руб. Следовательно, реализация расчётов ТЭП по полной схеме на всех электростанциях будет стоить не меньше.

Самый большой аргумент в плюс – это, естественно, известные и популярные бренды - SAP и Oracle. Но, до реорганизации электроэнергетики я разговаривал с программистами Свердловэнерго, которые тогда внедряли R/3, по вопросу удобства механизма настраиваемости в этой самой R/3. Ни одного из них не было, кто бы положительно о нём отзывался: сплошная муть и язык дурацкий. А это и есть Oracle. И с ним должны будут дружить технологии ПТО для внесения изменений и для дальнейшего развития расчётов. Но это - выбор ОГК.

Теперь дальше, если в ERP используется метод отбора для много-записных расчётов, то в расчёте ТЭП его просто нет, т.к. каждый из нескольких тысяч показателей рассчитывается по своему уникальному алгоритму. Даже для котлов и турбин с одинаковыми марками используются различные нормативные графики из-за различной степени износа этого оборудования. Поэтому реализация расчётов ТЭП на продуктах Oracle несопоставимо сложнее, чем в R/3.

Но вопрос вот в чём. Если уж громоздится такое планов громадьё, то должна быть от этого хоть какая-нибудь польза и, естественно, экономический эффект. Но откуда он может взяться, если оптимизация ресурсов даёт экономию топлива не более 3%? От неверных месячных расчётов ТЭП тоже толку мало. Допустим, что месячные или даже суточные расчёты ТЭП, а, следовательно, и расчёт перерасхода топлива абсолютно верны, но это расчёты ушедшего времени.

Только Система Smart-MES с минутными или с полчасовыми расчётами может реально увеличить энергоэффективность электростанций за счёт своевременного обнаружения отклонений и оперативного воздействия на

производственный процесс. В данном случае из Системы Oracle используется только SQL-Сервер баз данных. Сервер Приложений на DLL, клиентские места, место авто-настройки всей Системы – это уникальная отечественная инновационная разработка.

А сейчас о 17 инновационных мгновениях из жизни Smart-MES:

- 1) Текстовые Проекты задач;
- 2) Авто-оцифровка нормативных графиков;
- 3) Самонастройка всей MES-Системы от нажатия одной кнопки;
- 4) Авто-генерация DLL-расчётов;
- 5) Авто-формирование Сервера Приложений;
- 6) Авто-закачка таблиц и настроек на SQL-Сервер;
- 7) Авто-представление произвольной аналитики;
- 8) Динамический оптимизатор по минимаксной стратегии;
- 9) Авто-построитель ХОП (характеристика относительных приростов);
- 10) Интеллектуальный механизм оптимизации и прогнозирования;
- 11) Линейная оптимизация симплексным методом;
- 12) Испытание оборудования и режимная карта;
- 13) Оперативный Мониторинг без графического редактора;
- 14) Агент аварийной безопасности электростанции;
- 15) Векторный графический редактор древовидной структуры;
- 16) Авто-ZIP-Архиватор;
- 17) Авто-создание WEB-расчётов в Интернете.

Этих инновационных мгновений нет больше ни в одной другой Системе. Конечно, можно утверждать, что что-то из них не является обязательным. Несомненно, для электростанции совсем не нужно предупреждение аварийной ситуации, не нужен графический редактор для архива тепловых и электрических схем, не нужны расчёты после ремонта оборудования для построения режимных карт. Но достижение повышения энергоэффективности как-то обеспечить нужно.

Когда будет мониторинг минутных или получасовых перерасходов топлива в совокупности с другими ТЭП, тогда легче будет поставить задачу по рациональному использованию топлива перед оперативным персоналом. Когда будут оперативно видны просчёты в управлении, тогда легче будет выявить виновных в этой бесхозяйственности. Когда будет налажен чёткий контроль за перерасходом топлива, тогда не потребуется завышение его закупки на 10%. И вот только тогда будет достигнута истинная Энергоэффективность!

Никто не скажет, что можно управлять электростанцией без приборов на БЦУ. Но это всё так повелось изначально. И изначально никто не задумывался о перерасходе топлива, т.к. он был настолько второстепенным показателем, что его даже нет в макете 15506-1. И вот настали рыночные отношения, не последнюю роль стала играть экономия топлива, ищутся различные варианты.

Но умные головы, наверное, забыли, что всё гениальное – просто! Следует элементарно наладить точный оперативный учёт перерасхода топлива. Следует полностью исключить человеческий фактор в вопросе экономии топлива: хочу - экономлю, хочу - нет. Следует ввести понятия «кнута и пряника» не к месячной работе вахт, а к конкретному получасовому эпизоду.

И что это за высказывания руководителя электростанции (приведённые выше), что вочные часы при минимальной нагрузке ничего сделать не возможно с большим перерасходом топлива. Это, когда оперативный персонал работает в слепую в части текущего перерасхода топлива, то это верно – ничего не поделаешь. Так необходимо срочно дать оперативному персоналу всю расчётную текущую информацию, вооружив его тем самым не только глазами, но и интеллектуальными возможностями Системы Smart-MES.

И, наконец, об экономическом эффекте от внедрения Smart-MES. Проще всего экономический эффект рассматривать с точки зрения экономии топлива, т.к. его составляющая в тарифах на электроэнергию и тепло составляет 50-60%.

Факт полной ликвидации перерасхода топлива, которая составляет 10% от расхода топлива, внедрением Smart-MES опровергнуть трудно, так как точный расчёт перерасхода топлива отсутствует на всех электростанциях. Под точным расчётом подразумевается получасовое вычисление перерасхода топлива с использованием реальных нормативных графиков и интегральное исчисление этих получасовых расчётов ТЭП на месячном периоде.

Месячный расход природного газа средней ТЭЦ составляет 95540 тыс.м3. Ориентировочная стоимость 1 тыс.м3 природного газа составляет 100 долларов или 5 тыс.руб. Таким образом, годовые затраты на топливо составляют:  $95540*5/1000*12 = 5732$  млн.руб. Экономический эффект от ликвидации 10% перерасхода топлива составляет:  $5732*10/100 = 573$  млн.руб.

Даже если в расчётах присутствуют некоторые неточности, то всё равно получается внушительная цифра. А это – упущеная выгода электростанций. К тому же при текущих оперативных расчётах подвергнутся экономии и другие составляющие: это и потери электроэнергии и тепла, это и затраты электроэнергии и тепла на собственные нужды.

### ***Расследование Макета 15506-1 для Электростанций***

ООО "Фирма ИнформСистем" провела собственное расследование по вопросу отсутствия в Макете 15506-1 самого важного показателя - Перерасход Топлива на тепловых электростанциях, и сделала вывод о слабых возможностях внедряемых на электростанциях программ по расчёту ТЭП в современных рыночных условиях.

Макет 15506-1 - это Отчёт электростанции о тепловой экономичности оборудования, который приведён в Методических указаниях Минэнерго РФ: РД 34.08.552-95 [36] (Ответственный исполнитель - Фирма ОРГРЭС).

В письме к ИнформСистем №10-508 от 18.05.2010 Минэнерго пишет: «В настоящее время нормативно-техническая документация по

топливоиспользованию разрабатывается генерирующими компаниями самостоятельно, без подтверждения уполномоченной экспертной организацией и без утверждения во внешних контролирующих органах. Подобная ситуация создает условия, в которых генерирующие компании могут убедительно обосновать легко достижимый уровень нормативных удельных расходов топлива на отпущенную электрическую и тепловую энергию. При этом отсутствует мотивация в выполнении мероприятий по повышению тепловой экономичности оборудования» (Заместитель директора Департамента оперативного контроля и управления в электроэнергетике и мобподготовки в ТЭК).

Однако, Макетом 15506-1 пользуются все ОГК и ТГК. И в рыночных условиях огромный перерасход топлива на электростанциях им не нужен. Почему же Минэнерго самоустранилось от решения вопроса экономии топлива? Ответ напрашивается только один: не знают как. Возможно, поэтому в Макете 15506-1 изначально отсутствовал наиважнейший показатель по перерасходу топлива.

Почему же в Макете 15506-1 из 121 показателя присутствует перерасход мазута (резервное топливо), а перерасход основного топлива отсутствует? В макете такое множество второстепенных показателей в разрезе котлов и турбин, а логистический критерий топливоиспользования (Внорм/Вфакт) отсутствует.

Если бы в Макете 15506-1 присутствовал показатель - месячный Перерасход Топлива, то электростанции вынуждены были бы показывать действительную его огромную величину, ну или подстраивать под небольшую экономию. Но это было бы явно сложнее, т.к. все технологии прекрасно знают, что она значима. Так как каждые полчаса происходит перерасход топлива, то за месяц эта величина становится внушительной. Но текущего оперативного получасового значения перерасхода топлива никто не знает, т.к. на

электростанциях отсутствует Система Smart-MES, поэтому его просто нет и в Макете 15506-1. Нет показателя - нет проблемы.

А ОГК и ТГК теряют огромные прибыли, т.к. закупают топлива на 10% больше, чем должно быть по оптимальному использованию.

Только Smart-MES может на полной реальной динамической модели электростанции за полчаса просчитать 1000 технологических вариантов по минимизации перерасхода топлива и выдать советы дежурному персоналу на БЦУ. А внедряемые различные Мониторинги ТЭП и Математические Модели с ХОПЗ-оптимизацией в этом бессильны, т.к. они являются только улучшенным вариантом MS Excel.

### *О Загадочной Душе Российской Энергетики*

В электроэнергетике наблюдается наличие двух потоков, касающихся энергоэффективности электростанций: турбулентный поток слов и ламинарный поток дел, направленных в противоположные стороны и действующих в параллельных плоскостях.

Душа — совокупность тесно связанных с Организмом психических явлений, в частности, чувств и стремлений [41]. Мы можем с легкостью заниматься критиканством любой конструктивной позиции, придиরаться ко всему, что нам чуждо в силу нашей лености, праздности и безынициативности. А также в силу того, что мы культивируем понятие «халява», как атрибут «загадочной русской души». С одной стороны, ничего делать не надо плодотворного. А, с другой стороны, все можно свалить на эту «загадочную русскую душу». Да зачем нужна конкретика, зачем нужно реальное действие, приводящее к положительному результату.

С высоких трибун мы постоянно слышим призывы к энергоэффективности и к инновациям. А что на деле? Нами были направлены обращения с предложениями о снижении перерасхода топлива

электростанциями посредством внедрения инновационной Системы Smart-MES: Президенту РФ, Правительству РФ, Минэнерго РФ, всем политическим партиям, всем генерирующими компаниям и даже олигархам. И тишина...

А в это время на всех тепловых электростанциях наблюдается постоянный регресс, связанный с топливоиспользованием. До реорганизации электроэнергетики в ПТО электростанций работали квалифицированные технологии, а после реорганизации в ПТО был снижен уровень зарплаты, и толковые технологии ушли. На их место пришли девочки, т.к. результаты работы ПТО электростанций для генерирующих компаний малозначимы. Из этого вытекает, что прогресса нет. А как говорил В.Г. Белинский: «Кто не идёт вперед, тот идёт назад: стоячего положения нет» [20]. Таким образом, наблюдается полный регресс. Ещё немного и ПТО на электростанциях ликвидируют за ненадобностью, т.к. месячные отчёты о топливоиспользовании они всё равно подгоняют.

Но почему бы не внедрить Smart-MES, способную на электростанции выявить слабые места в технологии и помочь с экономией топлива, содержание стоимости которого в тарифах до 60%. А ПТО должно заниматься логистикой, т.е. оптимизацией затрат. Таким образом, вместо подгонки отчётных данных, ПТО может стать мозговым центром энергоэффективности электростанций, а значит, и в целом Генерирующих компаний.

### ***Разумный баланс между лампочкой и электростанцией***

В настоящее время действует Государственная программа по замене на всей территории России обычных электрических лампочек накаливания на светодиодные нано-лампочки, как самые энергоэффективные [42]. В тоже время, беззатратная технология экономии энергоресурсов на тепловых электростанциях находится в полнейшем загоне. Казалось бы, какая между ними связь и, причём здесь баланс между лампочкой и электростанцией?

Любая экономия энергоресурсов выполняется в первую очередь в интересах Государства. Если нано-лампочка имеет увеличенный в несколько раз ресурс работы, который интересен в основном только пользователям из-за компенсации высокой её стоимости, то пониженная мощность при одной и тоже возможности освещения это для Государства, пожалуй, основное преимущество, т.к. для этого требуется меньшая нагрузка электростанций. Но если свыше декларируется, что Государство заинтересовано в любых видах экономии энергоресурсов, тогда в этой связи уместно рассмотреть и экономию энергоресурсов самой тепловой электростанцией и сравнить с экономией энергоресурсов нано-лампочкой в общероссийском масштабе.

Для сравнения используем коэффициент эффективности ( $K$ ), выраженный через произведение суммарного выигрыша по электроэнергии за сутки в тыс.МВт\*ч ( $\mathcal{E}$ ) на рентабельность реализации ( $P$ ). Таким образом, для нано-лампочки  $K_{\text{л}} = \mathcal{E}_{\text{л}} * P_{\text{л}}$ , для электростанции  $K_{\text{э}} = \mathcal{E}_{\text{э}} * P_{\text{э}}$ .

1) Предположим условно, что замена обычной лампочки на нано-лампочку, вообще приведёт к высвобождению потребления электроэнергии. Допустим, что 6 часов в сутки используется одна лампочка в 60 ватт на одного человека. Таким образом, сэкономленная электроэнергия будет равна:  $\mathcal{E}_{\text{л}} = 60 \text{ ватт} * 140 \text{ млн.человек} * 6 \text{ ч} / 1000 = 50 \text{ тыс.МВт*ч}$ . Рентабельность реализации замены ламп определяется, исходя из больших капитальных вложений, окупаемых ориентировочно за 5 лет. Следовательно, рентабельность  $P_{\text{л}} = 1/5 = 0,2$ . Отсюда, коэффициент эффективности  $K_{\text{л}} = \mathcal{E}_{\text{л}} * P_{\text{л}} = 50 * 0,2 = 10$ .

2) Средняя мощность электростанции равна 500 МВт, а в России - 300 электростанций. Общая мощность всех электростанций равна:  $500 \text{ МВт} * 300 = 150000 \text{ МВт}$ . Внедрение Smart-MES позволит ликвидировать перерасход топлива на тепловых электростанциях, что составляет 10% от общего используемого топлива. Таким образом, сэкономленное топливо позволит дополнительно обеспечить пропорциональную выработку электроэнергии в размере:  $\mathcal{E}_{\text{э}} = 150000 \text{ МВт} * 0,1 * 24 \text{ ч} / 1000 = 360 \text{ тыс.МВт*ч}$ . Рентабельность

реализации экономии топлива определяется из прибыли в 300 миллионов рублей и затрат в 10 миллионов рублей по каждой электростанции. Следовательно, рентабельность  $R_E = 300 / 10 = 30$ . Отсюда, коэффициент эффективности  $K_E = E_E * R_E = 360 * 30 = 10800$ .

В итоге мы видим, что реализация беззатратной технологии экономии топлива эффективнее реализации полной замены ламп накаливания на светодиодные лампы в тысячу раз ( $K_E / K_L = 10800 / 10 = 1080$ ). Вот так здорово получается! Оказывается, Государство усиленно поддерживает значительно менее эффективную технологию и вообще не обращает никакого внимания на инновационную высокоэффективную технологию по экономии топлива тепловыми электростанциями.

Почему такое безобразие возможно? Не потому ли, что нано-лампочки лоббировал Чубайс, а за беззатратную технологию некому сказать доброе слово, т.к. все прячутся друг за друга и только пересылают бумажки в Минэнерго РФ, которое просто отстранилось от проблем экономии топлива на тепловых электростанциях.

В Минэнерго РФ нам с завидным упорством твердят, что вы сначала внедрите предлагаемую Технологию и получите справку, что эффект достигнут, тогда посмотрим. А в Генерирующей компании вполне законно спрашивают, а где у вас внедрена данная Технология, что б нам посмотреть? Круг замкнулся. И по этому кругу мы уже гуляем два года, направляя обращения раз в месяц во все высшие инстанции. Толку пока нет!

А между тем ежедневно по каждой тепловой электростанции бесконтрольно и бесполезно сжигается топлива на 1 миллион рублей, что за год по России набегает где-то 100 миллиардов рублей, которые бездарно вылетают в станционные трубы.

Таким образом, нас с высокой трибуны призывают экономить на спичках и ставить приборы учёта воды, а само Государство не может проявить

политическую волю и внедрить на электростанциях оперативный учёт по перерасходу топлива. Естественно, за один год на всех электростанциях этот учёт не наладить, как и не заменить за один год все лампочки накаливания на светодиодные. Но нужно делать и это, и то, т.е. необходимо соблюсти разумный баланс между лампочкой и электростанцией.

Для учета же перерасхода топлива на электростанциях в реальном времени необходимо задействовать инновационную Систему Smart-MES, которая предоставит на мониторинге БЦУ текущую аналитику этого перерасхода, что создаст благоприятные условия для принудительной мотивации эксплуатационного персонала по экономии топлива.

## 15. Без критериев Энергоаудит электростанций – фикция

---

В Статье 15 п.2 Закона № 261-ФЗ [43] говорится, что Основными целями энергетического обследования являются:

- 1) Получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;
- 2) Определение показателей энергетической эффективности;
- 3) Определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

В Статье 2 п.4 Закона № 261-ФЗ [43] говорится, что энергетическая эффективность - характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта.

Применительно к тепловой электростанции полезным эффектом являются фактический отпуск электроэнергии (Эф) и фактический отпуск теплоэнергии (Qф). Затратами энергетических ресурсов является фактический расход топлива (Вф). Чтобы выразить Эф и Qф через топливо, используются нормативные удельные расходы топлива по электроэнергии ( $b_{э}\text{нр}$ ) и по теплу ( $b_{q}\text{нр}$ ). Таким образом, Критерий энергетической эффективности за произвольный период, который необходим согласно Закону № 261-ФЗ, выглядит следующим образом с использованием получасовых замеров ( $Эф_i$ ,  $Qф_i$ ,  $Вф_i$ ) и расчётов ( $b_{э}\text{нр}_i$ ,  $b_{q}\text{нр}_i$ ):

$$\mathcal{Э} = \text{СУММА}((\mathcal{Эф}_i * b_{э}\text{нр}_i + Qф_i * b_{q}\text{нр}_i) / 1000) / \text{СУММА}(Вф_i)$$

Но возьмите энергетический паспорт по любой тепловой электростанции (ТЭЦ, ГРЭС) и увидите выполнение только первого пункта Статьи 15 п.2 Закона № 261-ФЗ, который касается объективных данных. А как же быть со вторым и третьим основными пунктами, которые касаются Критерия

энергетической эффективности? Их выполнение, оказывается, элементарно саботируется и самими Генерирующими компаниями, и Энергоаудиторами. Следовательно, Закон № 261-ФЗ в целом, а энергетическое обследование в частности, совсем не выполняется. И об этом почему-то молчит Минэнерго РФ, которое обязано контролировать выполнение этого важнейшего Закона.

Но если в энергетический паспорт реально нечего ценного вставить с точки зрения увеличения потенциала энергосбережения электростанции, следовательно, все существующие расчёты фактических и нормативных ТЭП на электростанции это просто фикция. Иными словами, они есть в месячном или суточном вариантах, но методологически абсолютно не верны из-за криволинейности нормативных графиков. Эти расчёты должны выполняться максимум на получасовых интервалах.

Пишет мне Специалист из «РусГидро» и, предоставляя энергетический паспорт по одной из ГЭС, спрашивает: «В чем Вы видите потенциал? Как мы могли бы снизить затраты на СН и ХН с использованием Smart-MES?»

Я отвечаю, что не являюсь технологом, и поэтому мне об этом говорить не совсем корректно. Лучше остановлюсь на том, что может Smart-MES:

- 1) Выполнять любые расчёты ТЭП с использованием графиков в реальном времени с автоматическим вводом информации из ваших автоматизированных средств сбора данных, типа АСКУЭ. Интервал расчёта может быть минута или полчаса.
- 2) Оперативное представление различной аналитики.
- 3) Реализацию оптимизационных задач.

Для того, чтобы снижать затраты надо их постоянно видеть в реальном времени. Тогда, проанализировав их на суточном интервале, легче понять, где есть резерв. Меняется нагрузка электростанции днём и ночью, меняется температура воздуха и воды и т.д. Но эксплуатационный персонал стремится выполнить план поставки электроэнергии, руководствуясь только своим

опытом. Система сможет играть роль советывающей, особенно, в переходных режимах.

На что было сказано следующее: «Хорошо, подумаем! АСКУЭ у нас только планируется на большинстве ГЭС».

И снова об энергоаудите. Казалось бы, этот элементарнейший вопрос по реализации достоверного энергоаудита показывает, что абсолютно всем от Минэнерго РФ до производителей электроэнергии общероссийский факт необходимости увеличения энергоэффективности электростанций почему-то очень не удобен. Поэтому одни саботируют, заполняя энергетические паспорта тривиальной и никому не нужной информацией, а другие прикрывают этот саботаж.

А с высокой трибуны продолжают интенсивно истекать лозунги о необходимости всеобщего увеличения энергоэффективности...

### ***Поправки к Закону № 261-ФЗ для верного энергоаудита***

Почему в Законе №261-ФЗ [43] об энергоэффективности очень подробно освещены вопросы по различным зданиям и даже упомянуты лампочки накаливания, а вот про электростанции не сказано ни слова? Можно только догадываться, что электростанция просто приравнена к сооружению. Но это единственное сооружение, которое вырабатывает электроэнергию. А электроэнергия является базисом вообще для всей промышленности и для жизни людей. Первоначальная стоимость на потребляемую электроэнергию создается именно на электростанциях и в Генерирующих компаниях, и от этой стоимости зависит вся экономика России.

В Статье 4 Закона №261-ФЗ [43] сказано: Правовое регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности основывается на следующих принципах:

- 1) эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;
- 2) поддержка и стимулирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 3) системность и комплексность проведения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- 4) планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 5) использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных условий.

Но если на всех 300 тепловых электростанциях России перерасход топлива составляет более 10%, и ни кто (ни в Генерирующих компаниях, ни в Минэнерго РФ) про это не знает и знать не хочет, то о каком правовом регулировании можно говорить вообще. Если все выше перечисленные пункты для ТЭЦ и ГРЭС элементарно не выполняются. И всё это происходит из-за традиционного отсутствия оперативного учёта перерасхода топлива. Но и как следствие этого, на всех тепловых электростанциях выполняется абсолютно недостоверный энергоаудит.

В Статье 2 п.4 Закона №261-ФЗ [43] сказано: энергетическая эффективность - характеристика, отражающая отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов...

Для тепловой электростанции это выглядит следующим образом:

$$\text{ЭЭ} = (\text{Эфакт} * b_{\text{э_норм}} + Q_{\text{факт}} * b_{\text{q_норм}}) / 1000 / B_{\text{факт}}$$

Где: ЭЭ – Энергетическая Эффективность;

Полезный эффект электростанции это отпуск электроэнергии (Эфакт) и теплоэнергии (Qфакт), выраженные через затраты топлива с помощью удельных нормативных затрат по электроэнергии ( $b_{\text{э_норм}}$ ) и по теплу ( $b_{\text{q_норм}}$ );

Затраты энергетических ресурсов – фактические затраты топлива (Bфакт).

С другой стороны, перерасход топлива определяется как:

$$B_{\text{пер}} = B_{\text{факт}} - (E_{\text{факт}} * b_{\text{э_норм}} + Q_{\text{факт}} * b_{\text{q_норм}}) / 1000$$

Тогда: ЭЭ =  $(B_{\text{факт}} - B_{\text{пер}}) / B_{\text{факт}}$

Как мы видим, что энергетическая эффективность тепловых электростанций полностью зависит от величины перерасхода топлива. Но в настоящее время на всех тепловых электростанциях неверно определяют этот перерасход топлива, и даже с помощью месячных подгонок просто сводят его к нулю. Поэтому получается, что все тепловые электростанции весьма энергоэффективны, что очень далеко от истины. И всё это потому, что в Законе отсутствует чёткая регламентация для тепловых электростанций интервалов замера и расчёта фактических и нормативных ТЭП, включая и перерасход топлива.

В письме №3.25-24/127 от 17.04.2012 из Комитета по энергетике ГД РФ говорится: «По вопросу о выпуске директивы по обязательному получасовому определению перерасхода топлива на тепловых электростанциях Вам следует обратиться в Минэнерго РФ, в полномочия которого входит выпуск подобных документов».

В письме №02-524 от 16.04.2012 из Департамента энергоэффективности Минэнерго РФ говорится: «Проведение энергоаудита регулируется Законом №261-ФЗ. Положения Федерального закона не содержат полномочий Правительства РФ или Федеральных органов исполнительной власти по утверждению правил энергетического обследования».

В Статье 6 Закона №261-ФЗ [43] говорится: «К полномочиям органов государственной власти РФ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности относятся:

1) формирование и осуществление государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности; ...»

Здесь что-то не понято? Правительство РФ разве не является органом государственной власти РФ или экономия топлива всеми тепловыми электростанциями России разве не входит в сферу государственной политики в области энергосбережения?

В письме №02-1694 от 12.10.2011 из Департамента энергоэффективности Минэнерго РФ говорится: «Требования к энергетическому паспорту утверждены приказом МИНЭНЕРГО РФ от 19.04.2010 №182, зарегистрированным в Минюсте РФ 7.06.2010 №17498».

В письме №02-524 от 16.04.2012 из Департамента энергоэффективности Минэнерго РФ говорится: «По нашему мнению предложения по энергоаудиту предприятий электроэнергетики Вам целесообразно направить в соответствующие саморегулируемые организации в области энергетического обследования». И приводится ссылка на список СРО, где их более 100.

Это называется просто - послали по-далъше!!! А как же Закон №261-ФЗ и его Статья 6? А может эта Статья в Минэнерго РФ применяется выборочно. Вот если в этом Законе сказано про лампочки накаливания, то это прерогатива Минэнерго, а если про электростанции не сказано ни слова, то, пожалуйста, получи бюрократическую отписку.

В письме №3.25-24/127 от 17.04.2012 из Комитета энергетики ГД РФ говорится: «Если у Вас имеется информация о конкретных фактах использования недостоверного энергоаудита генерирующих компаний или предложения по изменению положений Федерального закона №261-ФЗ прошу направить эту информацию и предложения в адрес Комитета». Подпись: Председатель Комитета И.Д. Грачёв.

По вопросу информации отвечаю: Абсолютно все энергоаудиторы производят недостоверный энергоаудит всех Генерирующих компаний. Это не потому, что они этого желают, а просто отсутствует в Минэнерго РФ соответствующий регламент по обязательным получасовым расчётам по

перерасходу топлива. Поэтому на всех тепловых электростанциях используется старый традиционный месячный расчёт ТЭП, который в корне не верен из-за криволинейности нормативных графиков, и эти неверные данные фиксируются в энергопаспортах. Но это не просто недостоверный энергоаудит, а он к тому же, не приносит ни какой пользы для выявления резервов увеличения энергоэффективности Генерирующих компаний.

И, наконец, о предложениях по изменению положений Закона №261-ФЗ.

Добавить в п.2 Статьи 11 (Обеспечение энергетической эффективности зданий, строений, сооружений) [43] следующее: 4) Для сооружений с динамическими производственными процессами, например, тепловая электростанция (ТЭЦ, ГРЭС), в составе требований должны быть определены временные интервалы расчёта энергетической эффективности, но не более получаса. На отчётных периодах эта энергетическая эффективность и удельные расходы энергетических ресурсов должны получаться только методом накопления из значений на всех временных интервалах за этот период. Для тепловых электростанций энергетическая эффективность на каждом временном интервале должна определяться как отношение разности фактического расхода топлива и его перерасхода к фактическому расходу топлива, при этом перерасход топлива на каждом интервале не может быть отрицательным.

Добавить в п.7 Статьи 15 (Энергетическое обследование) [43] следующее: 7) Для сооружений с динамическими производственными процессами, например, тепловая электростанция (ТЭЦ, ГРЭС), энергетический паспорт должен содержать информацию о временных интервалах расчёта энергетической эффективности.

Внесение данных поправок в Закон №261-ФЗ позволит сделать энергоаудит Генерирующих компаний поистине достоверным и обеспечить правильное определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности тепловых электростанций. Полная ликвидация

бесхозяйственного перерасхода топлива на ТЭЦ и ГРЭС по всей России в 1000 раз более энергоэффективней, чем замена всех ламп накаливания на энергосберегающие. К тому же на 10% сократятся вредные выбросы в атмосферу от тепловых электростанций. При массовом сокращении перерасхода топлива создадутся благоприятные условия для сокращения на 8% цен на электроэнергию и тепло, что также положительно скажется вообще на всю экономику России. В стоимостном выражении весь неконтролируемый перерасход топлива на всех 300 электростанциях России в настоящее время, т.е. неэффективные ежегодные потери, оценивается в 100 миллиардов рублей.

### ***Энергоэффективность диктуется энергопаспортом***

Энергетический паспорт электростанций предназначен для отражения существующей энергоэффективности и для выработки энергоаудиторами дальнейших путей её увеличения. В действительности же существующий в настоящее время энергопаспорт не способствует увеличению этой самой энергоэффективности, а всего лишь констатирует то, что электростанция действительно работает.

В соответствии с провозглашенным Президентом РФ вектором на всеобщее увеличение энергоэффективности, основным инструментом влияния Минэнерго РФ на Генерирующие компании является только энергопаспорт.

В письме из Минэнерго РФ №10-508 от 18.05.2010 говорится следующее:

«В настоящее время нормативно-техническая документация по топливообеспечению разрабатывается генерирующими компаниями самостоятельно, без подтверждения уполномоченной экспертной организацией и без утверждения во внешних контролирующих органах. Подобная ситуация создаёт условия, в которых генерирующие компании могут убедительно обосновать легко достижимый уровень нормативных удельных расходов топлива на отпущенную электрическую и тепловую энергию. При этом отсутствует мотивация в выполнении мероприятий по повышению тепловой

экономичности оборудования».

Но ведь Минэнерго РФ само способствует такому положению вещей. Вот посмотрим на Приложение №13 Требований к энергопаспорту «Сведения о показателях энергетической эффективности» [44]. Кроме общих фраз ничего нет, т.е. полностью отсутствует регламент определения истинной энергоэффективности электростанций.

Вот поэтому то в энергопаспорте обязательно должны быть дополнительно указаны: Интервал замера и расчёта ТЭП, Абсолютное значение перерасхода топлива (dB) и его Относительное значение (dB/Вфакт\*100%).

Но и этого мало. Необходимо чётко прописать, что на этих интервалах рассчитываются фактические и нормативные ТЭП, включая и перерасход топлива. Причём, на всех интервалах перерасход топлива по группам оборудования и в целом по электростанции не может быть отрицательным, т.е. такая фиктивная экономия невозможна. Это говорит о том, что электростанция не может сработать лучше, чем предписано нормативами. В противном случае неверны или нормативы, или алгоритмы расчёта. Месячные же показатели и перерасход топлива должны рассчитываться не по формулам, а только накоплением (суммированием, усреднением, взвешиванием) из получасовых ТЭП. В данном случае не лишним будет упоминание о том, что в расчётах нормативных ТЭП должны использоваться энергетические характеристики оборудования без их полиномизации, а в виде фактических результатов натурных замеров при испытании оборудования.

В настоящее время на всех 300 тепловых электростанциях учёт перерасхода топлива традиционно отсутствует. Учёт перерасхода (фактический расход – нормативный расход) – это получасовые или поминутные оперативные расчёты. До реорганизации электроэнергетики это никого не интересовало, да и перерасход был самым минимальным, т.к. электростанции фактически работали при полной загрузке днём и ночью. Вся электроэнергия

шла в единую общую сеть. Поэтому все методики по топливоиспользованию, которые разрабатывались в ОРГРЭС, а утверждались в Минэнерго РФ, были ориентированы на месячные расчёты ТЭП. Фактически понятия перерасхода топлива вообще не существовало.

Наши исследования на ТЭЦ выявили 10%-й перерасход топлива, что в масштабах России эквивалентно 100 миллиардам рублей. Здесь есть противоречия между Генерирующими компаниями и Государством в целом. Генерирующими компаниями, видимо, не выгодно явно показывать огромный перерасход топлива, формально ограничиваясь теми требованиями, которые предъявляются к энергетическим паспортам. А Государство в лице всех потребителей электроэнергии и тепла вынуждено оплачивать этот огромный перерасход топлива, который является результатом бесхозяйственности.

Уж если Государство запретило выпуск 100 ваттных лампочек накаливания, чтобы всех фактически принудительно переориентировать на энергосберегающие. То в отношении тепловых электростанций тем более оно должно сделать то же самое, т.е. принудительно создать условия для экономии энергоресурсов. А это можно сделать только через энергетические паспорта. Мы провели сравнительный расчёт и выяснилось, что ликвидация неконтролируемого перерасхода топлива на всех тепловых электростанциях с помощью Системы Smart-MES в 1000 раз энергоэффективней, чем полная замена обычных лампочек на энергосберегающие.

Если Генерирующие компании производят электроэнергию и теплоэнергию, то первоначальная стоимость на эту продукцию образуется именно в этих компаниях. Но если с помощью внедрения Технологии по экономии топлива удастся снизить стоимость на электроэнергию и тепло на 8% за счёт полной ликвидации на всех тепловых электростанциях перерасхода топлива, который повсеместно превышает 10%, то можно сказать, что вся промышленность России будет более экономичной и более конкурентоспособной. Стоимость энергоёмких производств сократится,

стоимость тарифов ЖКХ также сократится, что положительно скажется на социальном климате в обществе. Высвободившееся топливо можно использовать в других направлениях. Сокращение потребления топлива электростанциями приведёт и к сокращению вредных выбросов в атмосферу.

Но самое главное, что для этой экономии топлива не нужны капитальные затраты. Необходимо только внести изменения в регламент заполнения энергетического паспорта для электростанций и потребовать их чёткое выполнение.

Безусловно, найдётся множество скептиков. Но только практика является критерием истины. К тому же никогда ни на одной электростанции не рассчитывали правильно перерасход топлива, следовательно, его и не видели. Поэтому ничего и не делалось по его сокращению.

Если уж Президентом РФ провозглашен вектор на всеобщее увеличении энергоэффективности [45], то начинать следует именно с Генерирующих компаний и с электростанций.

Последнее время в Генерирующих компаниях усиленно строятся энергоблоки ПГУ (парогазовые установки), как более экономичные. Но учёт перерасхода топлива там по-прежнему отсутствует. Получается, что всю эту экономичность легко может съесть элементарный человеческий фактор безалаберности.

Известно, что на всех тепловых электростанциях парк оборудования сильно изношен, а это ведёт к увеличению затрат топлива, но это ещё больше влияет и на увеличение перерасхода топлива, особенно в ночные часы при меньшей загрузке оборудования. Так как при устаревшем оборудовании вслепую управлять электростанцией в части перерасхода топлива не просто трудно и расточительно, но и небезопасно, т.к. легко может создаться аварийная ситуация. А это уже потери не только Генерирующей компании, но и Государства в целом.

В письмах Минэнерго РФ №02-118 от 30.01.2012 и №02-296 от 06.03.2012 Департамент энергоэффективности на мои множественные Обращения просил направить подробные расчёты, обосновывающие временной интервал замера показателей для расчёта ТЭП. Но об этом же чётко говорит теория интегрального исчисления площади динамического процесса [46], т.е. чем интервал меньше, тем точнее расчёт. А для правильного определения интервалов замера и расчёта показателей и для наглядного выявления фактического резерва экономии топлива необходимо практическое исследование данной проблемы.

### ***Недостоверный энергоаудит Генерирующих компаний***

Для достоверного энергоаудита Генерирующих компаний с возможностью выявления истинных резервов увеличения энергоэффективности тепловых электростанций необходимо, чтобы Минэнерго РФ директивно определило интервалы замера и расчёта ТЭП, включая и перерасход топлива, которые должны быть не более получаса.

Энергоаудит электростанций предназначен именно для выявления действительных резервов повышения энергоэффективности, что в настоящее время фактически отсутствует во всех Генерирующих компаниях. Это связано с тем, что традиционно на всех тепловых электростанциях неверно рассчитывается перерасход топлива, который и является основным резервом увеличения энергоэффективности. К тому же месячные расчёты ТЭП повсеместно подгоняются под нулевой перерасход топлива.

Таким образом, энергоаудиторам Генерирующие компании по своим электростанциям предоставляют абсолютно неверную информацию по перерасходу топлива, а в действительности же его элементарно преступно скрывая. Ну, а раз отсутствует на электростанции перерасход топлива, то по отчётам получается, что с энергоэффективностью всё нормально.

На самом же деле на всех тепловых электростанциях этот перерасход топлива (фактический расход – нормативный расход) превышает 10% от фактического расхода, который неоправданно включается в тарифы на электроэнергию и тепло, т.к. этот перерасход является просто результатом бесхозяйственности электростанций. Это связано с тем, что эксплуатационный персонал в части перерасхода топлива управляет электростанцией вслепую. Вот и получается, что в дневные часы при максимальной нагрузке перерасход топлива близок к нулю, а вочные часы, когда нагрузка снижается, этот перерасход зашкаливает за 30%. По России весь этот перерасход топлива эквивалентен 100 миллиардам рублей, которые бесполезно ежегодно вылетают в трубы электростанций, загрязняя атмосферу.

Правильный расчёт перерасхода топлива, который должен вычисляться только на получасовых интервалах, а на иных интервалах (сутки, месяц, год) он должен получаться накоплением, позволит энергоаудиторам видеть истинную картину на электростанции и тем самым влиять на увеличение энергоэффективности, вырабатывая методические указания.

Это равносильно, как производятся замеры теплопроводности стен зданий, для определения слабых мест и выработки утепляющих мероприятий. Без таких приборов решать данные вопросы просто невозможно. Также невозможно решение вопросов и по экономии топлива на электростанциях без правильных оперативных расчётов по перерасходу топлива.

В конечном итоге, непроизводительный перерасход топлива электростанциями это не только проблема Генерирующих компаний, которые легко могут иметь ежегодную дополнительную прибыль в 300 миллионов рублей с каждой электростанции, а это скорее проблема всей России, т.к. высокие тарифы на электроэнергию и тепло сдерживают развитие её экономики. Ведь если легко и фактически беззатратно возможно устранить 10%-й перерасход топлива на всех 300 тепловых электростанциях, то это

означает, что также легко и быстро без ущерба для Генерирующими компаниями возможно на 8% сократить тарифы на электроэнергию и тепло.

Такое сокращение тарифов Генерирующими компаниями приведёт к снижению тарифов ЖКХ, что даст положительный социальный эффект, и к снижению стоимости продукции энергоёмких производств, что также положительно скажется на всей экономике России, да и высвободившимся топливом можно распорядиться более эффективно. А ведь энергоаудит Генерирующих компаний для этого и предназначен, чтобы изыскать резервы увеличения их энергоэффективности, а значит наметить пути по экономии топлива. Но без правильных текущих расчётов перерасхода топлива в реальном времени это осуществить просто невозможно.

Почему же с Минэнерго РФ по данному вопросу уже два года ведётся бесперспективная переписка, которая сопровождается бюрократическими отписками чиновников из Департамента энергоэффективности, модернизации и развития ТЭК? Ведь это их прямая обязанность содействовать энергосберегающим технологиям. Казалось бы, что если вы не разбираетесь в вопросах интегрального исчисления площади динамического процесса, коим и является перерасход топлива, то привлеките отраслевые институты. Зачем же глушить своим равнодушием инновационные идеи и технологии?

В письме №3.25-24/43 от 17 февраля 2012 года из Комитета по энергетике Государственной Думы Федерального Собрания РФ шестого созыва говорится, что Обращение по данному вопросу направлено в НП “Научно-технический совет ЕЭС России” для изучения. Но дело не сдвинулось с мёртвой точки.

А нужно-то для этого немного. Необходимо, чтобы Минэнерго РФ выпустило директиву по обязательному получасовому расчёту всех ТЭП, включая перерасход топлива, на всех тепловых электростанциях.

Энергоаудит, это энергетическое обследование электростанций и оценка всех аспектов её деятельности, связанных с затратами на топливо и энергию

различных видов [47]. Цель энергоаудита — оценить эффективность использования топливно-энергетических ресурсов и разработать эффективные меры для снижения затрат электростанций [48].

Энергетическое обследование проводится в соответствии с требованиями Федерального закона № 261 от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности ... Российской Федерации» [43]. Энергетическое обследование электростанции — сбор и обработка информации об использовании энергетических ресурсов в целях получения достоверной информации об объёме используемых этих ресурсов, о показателях энергетической эффективности, для выявления возможностей энергосбережения и повышения энергетической эффективности с отражением полученных результатов в энергетическом паспорте.

Но как может проводиться энергоаудит тепловых электростанций, если нет даже правильной Методики по расчёту перерасхода топлива (ФАКТ - НОРМАТИВ). Существующие месячные расчёты перерасхода топлива в корне не верны, т.к. полностью противоречат теории интегрального исчисления площади динамического процесса выработки электроэнергии и тепла.

Таким образом, не выявляемый огромный перерасход топлива просто включается в тарифы на электроэнергию и тепло. Получается, что эту бесхозяйственность электростанций должны оплачивать потребители электроэнергии и тепла.

Неоднократно этот вопрос ставился перед Минэнерго РФ, но положительной реакции нет. Получается нонсенс: Закон есть, а Методики правильного исполнения этого Закона нет. Но ведь Минэнерго РФ всё-таки должно побеспокоиться о корректном расчёте перерасхода топлива на всех тепловых электростанциях, т.к. это и есть показатель энергоэффективности. Получается игнорирование самой идеи энергоаудита, т.к. предоставляемые данные электростанцией далеко не соответствуют действительности.

Для правильного выполнения Закона об энергосбережении вполне достаточно простого распоряжения Минэнерго РФ о необходимости проведения расчётов по тепловой экономичности оборудования на интервалах не более получаса.

Минэнерго РФ должно понять, что сами Генерирующие компании на получасовые расчёты фактических и нормативных ТЭП не перейдут. Им экономить топливо не нужно, ведь и так весь перерасход легко включается в тарифы. Они легко прикрываются устаревшими Методиками, утверждёнными Минэнерго РФ, которые регламентируют именно месячные и только месячные расчёты нормативных ТЭП, а, следовательно, и перерасхода топлива.

Казалось бы, элементарнейший вопрос о повсеместном переходе на получасовые расчёты перерасхода топлива, который пока впустую витает в воздухе. Но Минэнерго РФ усматривает в этом только небольшое увеличение точности расчётов, которое принципиально не может сказаться на конечных результатах. А это значит, что и так всё замечательно и хорошо.

Но как может быть всё хорошо, когда толком никто не знает истинный размер перерасхода топлива, т.к. абсолютно не известны его текущие значения. Месячный же расчёт перерасхода топлива сродни шаманству, подвластному только руководству ПТО. Оно может легко предоставить любые значения этого перерасхода, маневрируя несколькими показателями.

Истинные же значения этого перерасхода топлива могут быть и 5%, и 20%, да, в общем, просто любые, т.к. они всё равно неверно рассчитываются и поэтому о них элементарно ничего и не известно.

Но разве же это солидно для России, когда на высоком уровне постоянно говорится о высоких материях энергоэффективности, а навести элементарнейший порядок с расчётами ТЭП не под силу? К тому же, есть разработанная Система Smart-MES, которая легко решает все эти вопросы.

## 16. Интеллектуальное регулирование энергоэффективностью

---

Интеллектуальное управление и регулирование энергоэффективностью электростанций в реальном времени обязательно подразумевает наличие Разума, основным элементом которого является база Знаний или память [49]. Разум, извлекая из базы Знаний необходимую технологическую информацию, быстро обеспечивает принятие оптимальных решений по загрузке работающего оборудования, обеспечивая выполнение графика поставки электроэнергии и тепла.

Управление энергоэффективностью ориентировано на минимизацию затрат топлива при нулевом его перерасходе. В данном случае поставленная задача по минимизации затрат топлива обязательно решается в двух аспектах: текущая оптимизация ресурсов и текущий контроль за перерасходом топлива. Для оптимизации ресурсов приемлемым является получасовой интервал, а для контроля над перерасходом топлива должен быть минутный интервал.

Таким образом, управление энергоэффективностью включает три процесса:

- 1) Оперативный учёт перерасхода топлива с мониторингом аналитики на БЦУ (блочный щит управления) электростанции;
- 2) Оптимизация загрузки оборудования с критерием минимизации расхода топлива и обучение интеллектуального механизма, т.е. заполнение базы Знаний;
- 3) Использование интеллектуального механизма для управления электростанцией и для прогнозирования закупки топлива.

В начале определимся с двумя понятиями: 1) Оптимизация загрузки оборудования с целью минимизации расхода топлива; 2) Правильный текущий расчёт перерасхода топлива с целью его полной ликвидации.

Первое определяет наше желание, которое базируется на нормативах. Второе фиксирует то, что действительно получается, т.е. определяет отклонение факта от норматива. В процентном выражении экономии топлива: первое даёт 3%, а второе 10%. Естественно, при совместной реализации оптимизации ресурсов и оперативного контроля за перерасходом топлива возможна его экономия на 13%.

А сейчас подробнее об этих трёх взаимосвязанных процессах управления.

1) Оперативный учёт перерасхода топлива является базовым процессом интеллектуального управления энергоэффективностью электростанций, т.к. без достоверной текущей информации вообще невозможно правильное управление в реальном времени. Данный процесс с минутными интервалами предоставляет в мониторинге на БШУ всю необходимую аналитику по перерасходу топлива и по другим расчётным ТЭП.

Эксплуатационный персонал, имея перед глазами постоянную текущую информацию по перерасходу топлива, управляет технологией таким образом, чтобы обеспечить выполнение графика поставки электроэнергии и тепла при нулевом перерасходе топлива.

2) Оптимизация загрузки оборудования и обучение интеллектуального механизма определяет само текущее ручное управление электростанцией эксплуатационным персоналом на основе его опыта и регламентаций. В данном случае оптимизация даёт лишь только отправную точку при смене технологических режимов: день и ночь. Последующее же корректирующее управление осуществляется по текущей информации по перерасходу топлива.

Обучение интеллектуального механизма, а именно, заполнение базы Знаний технологической информацией осуществляется при достижении нулевого перерасхода топлива. В данном случае в базе Знаний фиксируется весь технологический срез.

3) Использование интеллектуального механизма для управления и прогнозирования определяет наивысшую инновационную автоматизацию управления производством электроэнергии и тепла на электростанции. В данном случае уже не требуется высококвалифицированный опыт и точные регламенты для загрузки оборудования. Всю необходимую информацию, как для текущего управления, так и для прогнозирования подскажет обученный интеллектуальный механизм.

Все выше описанные процессы настолько просты и очевидны, что диву даёшься, почему же возникает огромное их непонимание со стороны Генерирующих компаний и Минэнерго РФ. Почему Генерирующие компании идут на увеличение тарифов вместо того, чтобы с помощью Беззатратной Технологии на Системе Smart-MES снижать свои производственные затраты и в первую очередь неконтролируемый перерасход топлива, которое постоянно дорожает и будет дорожать?

Видимо, в этом бездарном и равнодушном отношении к инновациям и заключается самый порочный менталитет России, который сильно отличается, например, от Японии. Менеджменту Генерирующих компаний лень даже вникнуть в суть вопроса, а бюрократы Минэнерго РФ вообще отмахиваются, как от назойливых мух.

Но вода камень точит. Поэтому мы будем настойчиво доказывать и Генерирующему компаниям, и МИНЭНЕРГО РФ все инновационные преимущества нашей Беззатратной Технологии увеличения энергоэффективности электростанций на основе интеллектуального управления на Системе Smart-MES.

### ***Получасовая оптимизация ТЭП электростанций***

На электростанциях затраты на топливо по своему удельному содержанию в себестоимости электроэнергии и тепла являются основными.

Они составляют как правило до 50-60% всех затрат. Затраты на топливо зависят от количества израсходованного топлива и его цены. Если цена топлива является следствием рыночных отношений, то количество израсходованного топлива для выработки заданного количества тепловой и электрической энергии всецело зависит от качества функционирования электростанции.

Одним из путей увеличения эффективности электростанций является оптимизация загрузки оборудования для выполнения плана по выработке электроэнергии и тепла с минимизацией расхода топлива. Здесь следует иметь ввиду, что электростанция обязательно должна иметь резервы мощности по выработке тепловой и электрической энергии. Т.е., если электростанция работает на максимальной мощности, то говорить об оптимизации вообще бессмысленно. Но электростанция должна иметь резервы, иначе, в случае выхода из строя оборудования, она сорвёт выполнение плана, а это повлечёт за собой огромные финансовые потери. К тому же необходимо учитывать и плановые ремонты оборудования.

На всех электростанциях, как правило, установлено разнотипное оборудование, особенно это касается турбоагрегатов. Одни турбины предназначены только для выработки электроэнергии, другие для электрической и тепловой энергии, но с разными соотношениями по эффективности. Для оптимизации топливных ресурсов более подходят электростанции с поперечными связями, т.е. ТЭЦ.

Оптимизация на электростанциях нужна при прогнозировании и для принятия решений. Но если прогноз, это всего лишь прогноз, то при переходных процессах необходимо оперативно принимать оптимальные решения. Переходные процессы, т.е. переход производства из одного устойчивого состояния в другой на электростанциях возникают постоянно: то выйдет из строя какое-либо оборудование, то поменяется внешняя ситуация на рынке тепла и электроэнергии.

Ниже приведена схематическая модель линейной полчасовой оптимизации для 3-х котлов и 2-х турбин, реализуемая Симплексным методом, который встроен в Систему Smart-MES.

$$K11X1 + 0 + 0 < Q1$$

$$0 + K22X2 + 0 < Q2$$

$$0 + 0 + K33X3 < Q3$$

$$K41X1 + K42X2 + K43X3 < \mathcal{E}1$$

$$K51X1 + K52X2 + K53X3 < \mathcal{E}2$$

$$K61X1 + K62X2 + K63X3 < T1$$

$$K71X1 + K72X2 + K73X3 < T2$$

$$K81X1 + K82X2 + K83X3 > \mathcal{E}$$

$$K91X1 + K92X2 + K93X3 > T$$

$$X1 + X2 + X3 \rightarrow \text{MIN}$$

где:  $X1, X2, X3$  - затраты топлива котлами

$Q1, Q2, Q3$  - производство пара котлами

$\mathcal{E}1, \mathcal{E}2$  - выработка электроэнергии турбинами

$T1, T2$  - отбор теплоэнергии от турбин

$\mathcal{E}$  - отпускаемая электроэнергия

$T$  - отпускаемая теплоэнергия

$Kij$  - коэффициенты

Полчасовая оптимизация ТЭП обеспечивает наилучшее управление производством электростанции с минимизацией затрат топлива, а следовательно с максимизацией прибыли.

### *Идеальная Система для электростанций*

В начале своего повествования посмотрел в Интернете, что пишут об идеальных Системах, и хотел, уж было нахваливать нашу разработку, но решил этого не делать по одной причине. Вопрос, где работает ваша чудо-программа,

валит наповал. Похвастать нечем. И отговорка, что она новая, не убеждает.

Тогда решил зайти с другой стороны. А именно, что нужно Генерирующему компаниям от автоматизации расчётов ТЭП? Во всех ТЗ к конкурсам звучит одно - это оперативность информации о работе оборудования, ну и оптимизация ресурсов.

Я осмелюсь высказать своё крамольное мнение. Всем Генерирующему компаниям от внедрения любой автоматизации нужна только прибыль. В данном случае ТЗ на разработку и внедрение Системы по расчёту ТЭП должен составлять не специалист по программному обеспечению, а технолог. Ведь, в конечном итоге, руководству Генерирующей компании, а тем более акционерам, абсолютно не важно, каким путём достигнут положительный эффект. Они всё равно воспринимают любую Систему, как «чёрный ящик». Так зачем же в ТЗ выставлять массу академических требований, понятных только программистам, которые не определяют главную суть, т.е. необходимую прибыль. Ведь декларация оптимизации не означает, что данная оптимизация действительно принесёт эту прибыль.

Если бы расчёты ТЭП на MS Excel приносили хоть какую-нибудь прибыль, то у Генерирующей компании вообще не возникло бы желание автоматизировать труд группы учёта ПТО.

Когда в ТЗ академически написано, что должно быть так-то и так-то, тогда как быть с инновационным подходом. Ведь на то они и инновации, что в корне меняют привычное мировоззрение. И правильно воспринять это с лёту не возможно, для этого должны быть просто иные мозги. Так не лучше ли автоматизацию воспринимать просто через призму прибыли. А системные специалисты должны анализировать готовую Систему на демонстрационной версии. И наличие её должно быть основным требованием в ТЗ. Но если у исполнителя нет даже демонстрационной версии, хотя и при множестве

внедрений, тогда тут не только не пахнет инновациями, но не пахнет и прибылью.

А сейчас о технологии верхнего уровня Генерирующей компании. Электростанции передают на верхний уровень множество данных, даже в одном макете 15506-1 их 121 [36]. Электростанции передают и расчёты в MS Excel. В одном ТЗ так и было указано, что в Генерирующей компании должны быть подобные Системы расчётов ТЭП с синхронизацией ввода данных. Что это, недоверие электростанциям? А может быть, Генерирующая компания сможет улучшить производство на электростанции задним числом?

На самом деле должно быть всё очень просто. На верхний уровень в реальном времени от каждой электростанции должны передаваться текущие получасовые значения нескольких показателей: Выработка (отпуск) электроэнергии, теплоэнергии в виде пара и горячей воды, затраты топлива. Эти показатели в реальном времени должны сравниваться с графиком поставок электроэнергии и теплоэнергии, а, самое главное, с графиком потребления топлива. График получасовых затрат топлива составляется интеллектуальными возможностями Системы из условия отсутствия перерасхода топлива и оптимальных загрузок оборудования.

В Генерирующей компании по каждой электростанции установлен монитор с этими текущими показателями. Факт отклонения от графика какого-либо показателя - мотивация в реальном времени выяснить причину. Выполнение графика поставки электроэнергии и теплоэнергии при строгом соблюдении графика потребления топлива и является залогом энергоэффективности всех электростанций генерирующей компании.

А сейчас посмотрим на нашу разработку Smart-MES: денег на внедрение - мизер, экономический эффект - громаден, кругом - сплошные инновации. Вот это и есть идеальная Система!

## ***Электроэнергетика застряла между MS Excel и MES***

Положение электростанций в иерархии степеней автоматизации расчётов ТЭП обязательно должно рассматриваться с двух позиций: непосредственно уровень автоматизации и размер прибыли, получаемый от этой автоматизации. Но если уровень автоматизации электростанций находится где-то между MS Excel (электронная таблица) и MES-Системой (Manufacturing Execution System, производственная исполнительная система), то размер прибыли на всех электростанциях находится просто на уровне MS Excel, т.е. абсолютно нулевой. В данном случае MS Excel соответствует самому низшему допотопному уровню автоматизации, а MES имеет наивысший и приоритетный уровень, до которого не дорошла пока ещё ни одна электростанция в России.

Таким образом, электроэнергетика как бы стоит на раскоряку, т.е. одной ногой, в части уровня автоматизации, она немного уходит от MS Excel, но другая нога, в части прибыли, продолжает топтаться на уровне MS Excel. И чем дальше одна нога удаляется от другой, тем больше неустойчивости в этой дурацкой позе. Смешно и грустно это наблюдать со стороны. Казалось бы, чего проще, переместиться сразу обеими ногами на уровень MES, и, пожалуйста, устойчивость достигнута.

Здесь вам и наивысший уровень автоматизации со всеми прелестями MES: лёгкая адаптация, высокая скорость расчётов, оптимизация ресурсов, оперативная аналитика, интеллектуальные возможности. Но здесь ещё и достойная ежегодная прибыль в 300 миллионов рублей в среднем по каждой тепловой электростанции за счёт полной ликвидации 10% перерасхода топлива, о котором сейчас даже никто и не подозревает.

В чём же причина такой отсталости и недальновидности? Да всё очень просто. Менеджмент Генерирующих компаний, отвечающий за ИТ, очень хорошо усвоил принципы системотехники, но ничего не понял в вопросах экономики, т.к. до реорганизации электроэнергетики она ему была просто не

нужна. Но сейчас то пора бы и одуматься и перестать впихивать в электростанции системы, не приносящие прибыль.

Абсолютно понятно, что просто внедрение MES-Системы никакой прибыли не принесёт. Для этого должно быть внедрение именно и только Технологии на базе Smart-MES. Технология же подразумевает, что сама электростанция обязательно желает иметь прибыль и с самого начала сама активно участвует во внедрении Системы, имея при этом, естественно, двойную нагрузку, т.к. необходимо одновременно эксплуатировать старые методы расчёта ТЭП и осваивать и продвигать новые.

Был у нас плачевный опыт на одной ТЭЦ, когда после второго этапа по адаптации отдельных задач, нами было предложено группе учёта ПТО протестировать эти задачи, пока они не завязаны в Систему. На что руководство ПТО нам заявило, что будет проверять всю Систему только в целом. В этом проявилось абсолютное нежелание электростанции заранее «пощупать» Программу.

Когда же вся Система была готова, и было проведено тестирование и обучение, то оказалось, что самостоятельно девочкам из ПТО поработать с Системой времени не осталось, так как сроки по договору подошли к завершению. На наше же предложение о продлении договора с целью отработки всех ситуаций, со стороны руководства ПТО последовал отказ. В этом проявилось полнейшее равнодушие и безграмотность руководства ПТО, учитывая, что нам были предоставлены неверные нормативные графики, и что значения входных сигналов были далеки от номинала.

При данном подходе электростанции к внедрению автоматизации расчётов ТЭП не то что, естественно, не будет прибыли, но и сама мощная Система получается элементарно не работающей. Тогда спрашивается, зачем всё это затевать? Но электростанция себя виновной не считает.

Правильное же внедрение должно быть не формальным, а совместным

творческим процессом. Если же электростанция желает иметь прибыль в 300 миллионов рублей от внедрения Smart-MES, то для плодотворного этого внедрения должны быть предоставлены электростанцией все благоприятные условия: достойная сумма договора, удобные условия проживания, квалифицированные сотрудники, рекламная кампания. Если Исполнитель готов вложить весь свой опыт и творческий потенциал во благо электростанции, то Заказчик должен быть готов это всё принять и по достоинству оценить.

Был у нас ещё такой случай, когда внедрение Программы расчёта ТЭП осуществлялось одновременно на трёх ТЭЦ в одном регионе. Казалось бы, чего проще выделить для этой цели автомобиль, ведь ЭНЕРГО должно быть заинтересовано в быстром и успешном внедрении. Но нет. И львиная доля времени бездарно уходила на межгородской транспорт. В итоге договорные обязательства формально были выполнены, но электростанциям от этого не легче.

Много лет назад, когда я работал в атомной электроэнергетике, и мы внедряли Системы для энергоблоков, то АЭС фактически обеспечивала нас абсолютно всем. Естественно, сейчас другое время. Но важно понять одно, что при внедрении сложнейших Технологий Исполнитель и Заказчик должны взаимодействовать, как единый организм. Только тогда будет успешным внедрение не только Программы для расчёта ТЭП, но и будет под силу замахнуться на Smart-MES и иметь прибыль в 3-10 миллиардов рублей.

## *Деградация ИТ в электроэнергетике*

Есть один очень странный вопрос: Почему в железнодорожной отрасли внедряют только отечественные ИТ-разработки, а в электроэнергетике предпочитают импортные? Может потому, что Генерирующие компании – самостоятельные субъекты, а это, как всех уверяют, более эффективно. Возможно, но только не по отношению к Информационным Технологиям, которые сейчас претерпевают полнейшую деградацию в электроэнергетике.

Вот передо мной импортная Презентация “Программы для управления энергетикой – Оптимизация комбинированного производства тепла и электроэнергии на промышленных электростанциях” зарубежной компании «Metso» [50]. Данную Систему специалист из Челябинска расхваливал взахлёт, как эталон совершенной Системы для электростанций в России.

Я ему говорю, что наша презентация не хуже, а построение модели электростанции для расчётов фактических и нормативных ТЭП в реальном времени и для оптимизации ресурсов значительно проще и лучше. А самое главное то, что наша Smart-MES полностью привязана к российской действительности и соответствует отечественным методикам и взглядам фирмы ОРГРЭС на технологические расчёты тепловой экономичности оборудования.

Но переубедить не получается. И почему же в нас заложено такое слепое преклонение перед Западом? Но, наверное, всё-таки для убедительности необходимо рассмотреть основные моменты более предметно. Проанализируем лишь некоторые в сравнении «Metso» и Smart-MES: Технологические схемы, Адаптивность, Скорость расчёта, Аналитика, Оптимизация и Преимущества.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ.** «Metso»: Схемы формируются из иконок, которые соединяются линиями (потоки). Схемы одновременно являются основой для построения модели электростанции. Схемы имеют вложенность. На схемы не выводятся текущие значения расчётных ТЭП. Smart-MES: Схемы конструируются из примитивов, которые набрасываются на ранее проведённые линии. Схемы не имеют отношения к математической модели электростанции. Векторные схемы позволяют любую вложенность. На схемы возможен вывод всех текущих расчётных ТЭП с просмотром их истории на любую дату.

**АДАПТИВНОСТЬ.** «Metso»: Адаптивность ограничивается возможностью модели из иконок. Реализовано точное визуальное описание работы электростанции. Smart-MES: Для адаптивности ограничений нет. При моделировании электростанции используются принципы чёрных ящиков. Вся

Система автоматически настраивается при компиляции текстовых Проектов технологических задач. Есть функция «Создатель» для автоматической генерации базовых Проектов, в которой указываются только типы и стационарные номера котлов и турбин. Любое изменение в алгоритмы расчёта вносится за 5 секунд.

**СКОРОСТЬ РАСЧЁТА.** «Metso»: Не указана. Smart-MES: Полный расчёт фактических и нормативных ТЭП средней ТЭЦ, т.е. 20000 основных и промежуточных показателей рассчитываются менее 1 секунды. Такая огромная скорость вычисления необходимо для динамической оптимизации ресурсов на полной математической модели электростанции.

**АНАЛИТИКА.** «Metso»: Имеется заранее предопределённые аналитические графики. Smart-MES: Содержится большое разнообразие аналитических инструментариев: Обзор показателей, Оперативный журнал с аналитикой, Оперативный мониторинг, Экспресс-анализ, Получасовая и минутная аналитика, Статистика показателей, Графики ТЭП, Построение режимных карт. Например, вас на экранной форме заинтересовал какой-либо показатель в разрезе котлов или турбин, то вы просто нажимаете кнопку и, пожалуйста, перед вами вся аналитика хоть за месяц по суткам, хоть за любые сутки по получасам.

**ОПТИМИЗАЦИЯ.** «Metso»: Имеется возможность линейной оптимизации отдельных участков электростанции. Smart-MES: Заложена реализация любого количества задач линейного программирования Симплексным методом. Возможна реализация любого числа задач динамической оптимизации на полной модели электростанции. За полчаса просчитывается 1000 технологических вариантов и выбор наилучшего по минимаксной стратегии. Реализовано любое число ХОП (характеристика относительных приростов) оптимизации на полной модели электростанции. Имеется База интеллектуальных знаний с возможностью фиксирования оптимальных технологических срезов с целью их использования в текущем управлении

электростанций и для прогнозирования закупок топлива.

**ПРЕИМУЩЕСТВА.** «Metso»: Оптимальное производство тепла и электроэнергии, оптимальное использование топлива, улучшенная эффективность энергии, достоверные и точные данные предыстории, улучшенные возможности планировать техобслуживание и графики работ. Smart-MES: Всё то же самое, но с уклоном на ликвидацию перерасхода топлива, что позволит иметь дополнительную прибыль с каждой электростанции в 300 миллионов рублей. Имеется также возможность предупреждения аварийных ситуаций.

**РЕЗЮМЕ.** В России есть своя достойная Система Smart-MES для электростанций, которая по многим параметрам превосходит зарубежные аналоги. Упорное и слепое игнорирование отечественных разработок и определяет сегодняшнюю деградацию ИТ, т.к. только свои отечественные разработки можно развивать под себя, добиваясь ещё большего их превосходства над зарубежными.

Вот Генерирующие компании в результате Конкурса для реализации автоматизации расчётов ТЭП привлекают крупные фирмы, которые ранее этим никогда не занимались. Разве это не деградация ИТ? Естественно, у них есть опытные специалисты, естественно, у них есть огромный опыт внедрения в других областях, естественно, у них есть огромные ресурсы и связи. Но это же электроэнергетика, где 300 электростанций и нет даже двух схожих по технологии и по составу оборудования. И дополнительно к этому, особенно в настоящее время, на электростанциях постоянно происходят различные технологические изменения.

Без сомнения эти крупные фирмы обязательно что-нибудь смастерят или сами, или с привлечением зарубежных разработок. Но где же полёт инновационной мысли, где совершенство технологии по экономии топлива, где мотивационные механизмы для достижения нулевого текущего перерасхода

топлива и для преумножения прибыли?

Похоже, что ИТ-отделы в Генерирующих компаниях, выполнив свою первоначальную задачу по созданию рыночных механизмов, дальше не понимают, что делать. Они не понимают, как обеспечить электростанции современными ИТ-технологиями. Поэтому они и выбрали тактику прикрытия крупными ИТ-фирмами. Риск вроде небольшой, т.к. это же известные фирмы.

Но здесь есть одно большое НО. Например, если ребёнку положено родиться через девять месяцев, то, родившись ранее, он уже становится недоношеным и его нужно лечить. Так и в ИТ для создания современной Системы нужны несколько лет проб и ошибок для осмысления и поиска инновационного решения. А в противном случае – это будет недоношенная Система, для которой потребуется постоянное лечение.

В случае же с импортной разработкой дела обстоят ещё хуже. Это постоянная зависимость от заморского дяди и лицензий. За рубежом очень поднаторели втюхивать свои продукты. Так, например, оборудование стоит недорого, но запасные детали и расходные материалы затем будут стоить больше самого этого оборудования.

Понятно, если бы не было отечественных разработок, но они есть. Понятно, если бы отечественные разработки были бы хуже импортных, но они даже лучше. Понятно, если бы в России не было бы классных ИТ-специалистов, но за рубежом работают те же специалисты из России. В чём разница, так это в подходе к ИТ за рубежом. Там эти разработки финансируются по полной программе, а у нас кто как сможет.

В общем, патриотизм ещё никто не отменял. И призываем и Минэнерго РФ, и Генерирующие компании осмотреться вокруг здесь у нас в России и не игнорировать отечественные ИТ-разработки, а дать им широкую дорогу для преодоления существующей деградации ИТ в электроэнергетике и для значительного увеличения энергоэффективности электростанций.

## 17. Интегральная эвальвация перерасхода топлива

---

Интегральная эвальвация (бизнес-оценка) или Интегральное исчисление даёт богатый математический аппарат для моделирования и исследования процессов, происходящих в электроэнергетике. Чем меньше интервал между расчётами, тем точнее интегральное исчисление показателей динамического производства [46]. Для электростанций, по мнению экспертов, этот интервал должен составлять полчаса.

Перерасход топлива соответствует разности между фактическим и нормативным расходами топлива на отпускаемые электроэнергию и теплоэнергию [36].

$$\Delta B = \int_{t1}^{t2} B(t)dt - \left[ \int_{t1}^{t2} \mathcal{E}(t)b_e(t)dt + \int_{t1}^{t2} Q(t)b_m(t)dt \right]$$
$$\Delta B = \int_{t1}^{t2} \{B(t) - [\mathcal{E}(t)b_e(t) + Q(t)b_m(t)]\}dt$$

*Перерасход = Факт – Норматив*

$\Delta B$  – перерасход топлива (тут – тонна условного топлива),

$B$  – фактический расход топлива (тут),

$\mathcal{E}$  – фактическая отпущеная электроэнергия (МВт\*ч),

$b_e$  – нормативный удельный расход топлива по электроэнергии (тут/МВт\*ч),

$Q$  – фактическое отпущенное тепло (Гкал),

$b_m$  – нормативный удельный расход топлива по теплу (тут/Гкал).

Расчёт перерасхода топлива на получасовом интервале значительно точнее, чем месячный расчёт. Вычисление удельных затрат топлива на

производство электроэнергии и тепла в месячных расчётах сродни использованию средней температуры по больнице для установления диагноза больному.

Электростанция функционирует для получения прибыли. Поэтому, при выполнении плана по поставке электроэнергии и тепла, в отчётах должны предоставляться не «красивые» данные по топливоиспользованию, как в настоящее время происходит, а истинные. Это позволит увидеть и устранить проблемы на электростанции, а, следовательно, значительно увеличить прибыль.

Расчёт показателей по перерасходу топлива должен производиться только на каждом получасовом интервале. Все сменные, суточные, декадные, месячные, квартальные и годовые ТЭП (Технико-Экономические Показатели) должны получаться из получасовых значений методом накопления (суммированием, усреднением или взвешиванием), а не расчётом по формулам. Месячные расчёты не верны, т.к. для вычисления нормативных ТЭП используются нелинейные энергетические характеристики оборудования.

Рассмотрим два варианта расчёта фактических и нормативных ТЭП электростанций: 1-й вариант - расчёты ТЭП выполняются на всех периодах; 2-й вариант - расчёты ТЭП выполняются только на получасовых периодах, а на всех остальных (смена, сутки, месяц, квартал, год) ТЭП получаются накоплением.

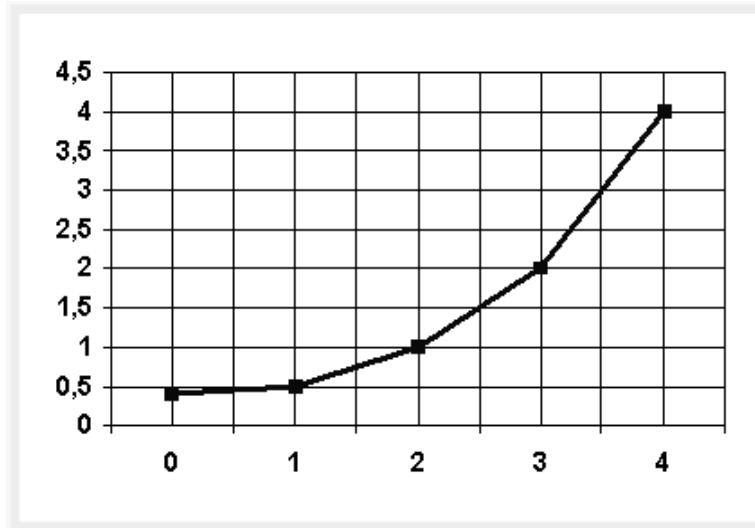
Первый вариант, который в настоящее время существует на всех электростанциях, самый неточный. И, чем больший период (месяц, квартал, год), тем большая неточность расчёта ТЭП. Это связано ещё и с нелинейными характеристиками нормативных графиков.

Второй вариант соответствует самому точному расчёту, так как динамический процесс на электростанциях по потреблению топлива и по производству электроэнергии и тепла идёт непрерывно. И поэтому, в каждый

отрезок времени расходуется определённое количество топлива на производство определённых количеств электроэнергии и тепла, как и существуют вполне определённые нормативы расхода топлива в соответствии с внешними условиями, которые постоянно меняются: день и ночь, зима и лето, температура воздуха и т.д.

Основным экономическим показателем на электростанциях является перерасход топлива, так как он определяет резерв увеличения экономичности. Но неточность определения этого показателя, который практически всегда подвергается подгонке с целью предоставления приемлемых отчётных данных для руководства Генерирующих компаний, фактически лишает их этого резерва, а, следовательно, и перспектив по увеличению прибыли.

Рассмотрим простенький пример расчёта среднеарифметического значения по обоим вариантам, используя следующий нелинейный график из последовательностей  $(x, y)$ :  $(0, 0.4), (1, 0.5), (2, 1), (3, 2), (4, 4)$ .



По первому варианту:  $Y = f((1+4)/2) = f(2.5) = 1.5$  (неверный)

По второму варианту:  $Y = (f(1)+f(4))/2 = (0.5+4)/2 = 2.25$  (верный)

Итого расхождение составляет:  $(2.25-1.5)/2.25*100 = 33\%$ , это говорит об огромной ошибке расчёта перерасхода топлива по первому варианту, существующее в настоящее время на всех электростанциях.

А сейчас представьте, что в расчётах перерасхода топлива используются сотни нелинейных нормативных графиков. И мало того, на ряде электростанций не только для расчёта нормативных ТЭП используются нормативные графики, но и для расчёта фактических ТЭП они используются. Неверные расчёты ТЭП повсеместно существуют в то время, когда говорится о необходимости увеличения экономичности электростанций. А начинать надо, в первую очередь, с достоверных расчётов ТЭП. Но на электростанциях, вместо того, чтобы искать и устранять причины болезни, используют обезболивающее (подгонку результатов расчёта).

Нами доказан методом «от противного» постоянный большой перерасход топлива на всех электростанциях вопреки их удовлетворительным месячным отчётным данным.

Метод «от противного» [51] заключается в следующем. Рассматривается полный список всевозможных ситуаций с последовательным доказательством их несостоятельности. Тот вариант, для которого этого доказательства не существует, и является истинным.

Приводим следующие возможные ситуации перерасхода топлива на протяжении всего месяца с получасовыми расчётами показателей, а этих расчётов в течение месяца около полутора тысяч.

Все величины (их 1440) по перерасходу топлива имеют значения:

- 1) все близкие к нулю;
- 2) все положительные;
- 3) все отрицательные;
- 4) часть положительные и часть отрицательные. Отрицательные - означают экономию топлива.

Технологическая ситуация на электростанции постоянно меняется: день и ночь, температура воздуха и т.д., а перерасход топлива рассчитывается, а следовательно, зависит от сотни показателей. Месячный перерасход топлива в

действительности складывается из получасовых перерасходов. Нулевое значение перерасхода топлива означает, что фактический его расход соответствует нормативному.

Электростанции всегда в месячных отчётах по топливоиспользованию показывают небольшое значение экономии или перерасхода топлива. Для подгонки этого результата существует определённое число люфтовых параметров, с помощью которых легко можно предоставить любые конечные цифры.

Раз мы имеем месячные значения около нуля, тогда в первую очередь следует рассмотреть варианты 1 и 4. Вариант 1 вообще невероятен, потому что вслепую невозможно отслеживать и устанавливать в течение месяца сотни параметров, равных нормативным значениям. Вариант 4 примерно того же порядка - невозможно абсолютно чётко компенсировать все перерасходы размерами экономии в суммарных равных их значениях.

Вариант 3 это вообще фантастика, когда в пору говорить о качестве нормативов вообще. Остается вариант 2. Таким образом, перерасход топлива за месяц получается суммированием перерасходов за каждый получас, а это очень большой резерв энергоэффективности, который электростанции невольно скрывают.

Для увеличения экономичности электростанции невозможно работать без получасовых достоверных расчётов перерасхода топлива и без оперативного поиска наилучших технологических решений.

Со стороны Генерирующих компаний следует активное возражение: у нас, мол, перерасхода топлива нет и быть не может, а напротив, на всех электростанциях постоянно присутствует его экономия. На ГРЭС и ТЭЦ за этим строго следят.

Но давайте не будем спешить и спокойно во всём разберёмся. Как говорят в зале суда: будем оперировать только фактами.

**Факт 1.** Перерасход топлива рассчитывается как разность между фактическим расходом топлива и нормативным (расчётным) расходом:  $dB = B_{\text{факт}} - B_{\text{норм}}$ . Нормативные ТЭП, включая и нормативный расход топлива, на всех электростанциях рассчитываются только в конце месяца по накопленным суточным показателям. Эти нормативные показатели традиционно нужны для заполнения месячного макета 15506-1. Следовательно: перерасход топлива за каждый день, не говоря уже о получасовом перерасходе, просто не известен.

**Факт 2.** Нормативные месячные ТЭП рассчитываются по накопленным суточным показателям. Нормативный расход топлива определяется как сумма расходов топлива на выработку электроэнергии и тепла:

$B_{\text{норм}} = (\mathcal{E} * b_{\mathcal{E}} + Q * b_Q) / 1000$ , где:

$\mathcal{E}$ ,  $Q$  - фактическая выработка (отпуск) электроэнергии и тепла (МВт\*ч, Гкал);  $b_{\mathcal{E}}$ ,  $b_Q$  - удельные расходы топлива на выработку (отпуск) электроэнергии и тепла (кг/МВт\*ч, кг/Гкал). Для расчёта удельных расходов топлива используются сотни криволинейных нормативных графиков.

Исходя из аксиомы для криволинейного графика:

$$F\left(\sum_{i=1}^n (x_i)/n\right) \neq \sum_{i=1}^n (F(x_i))/n$$

можно сделать вывод, что процедура (накопление, а затем расчёт) не равна процедуре (расчёты, а затем накопление).

Естественно, правильным будет вычисление, когда осуществляются расчёты показателей на небольших отрезках времени, а затем их накопление. Таким образом, то вычисление, которое существует в настоящее время:

посуточное накопление и месячный расчёт - в корне не верен. Следовательно: абсолютно правильным будет получение нормативных ТЭП на суточном (месячном) периоде методом интегрирования (накопления) из получасовых (минутных) расчётов.

**Факт 3.** Из теории интегрального исчисления известно, что чем меньше временные интервалы, тем точнее результат динамического процесса. Это означает, что расчёты данных за сутки и их накопление за месяц не дадут правильного результата. Следовательно: расчёты ТЭП и перерасхода топлива должны производиться только на получасовых (минутных) интервалах.

**Факт 4.** Нормативные графики, используемые в месячных расчётах ТЭП, традиционно получались методом полиномизации из натурных замеров. Но полиномы вносят искажение реального технологического процесса. Отсюда возможно и присутствует мнимая экономия топлива. Следовательно: получасовые расчёты ТЭП должны использовать натурные нормативные графики без полиномов.

**Факт 5.** Оперативный персонал, выполняя план поставки электроэнергии и тепла, может знать текущий расход топлива. А вот текущая величина перерасхода топлива ему не известна. Таким образом, в части перерасхода топлива он управляет электростанцией вслепую, т.е. заведомо неэффективно. Следовательно: на БЩУ электростанции должен быть мониторинг текущего перерасхода топлива.

**Факт 6.** Перерасход топлива допущенный за полчаса будет в дальнейшем только накапливаться. Никакая мнимая экономия (по мнению экспертов) этот перерасход в дальнейшем не компенсирует. Следовательно: если присутствует в расчётах (без подгонки) экономия топлива, то это означает, что присутствуют огни в алгоритмах расчёта ТЭП, включая и полиномы нормативных графиков.

**Факт 7.** Оперативный персонал, управляя вслепую электростанцией, не может обеспечить нулевой перерасход топлива. Например, вот перед нами суточный график перерасхода топлива. Если днём получасовые перерасходы близки к нулю, то в ночные часы они зашкаливают за 30%. Следовательно: в большом перерасходе топлива на электростанции виноват только человеческий фактор.



**Факт 8.** Для определения размера перерасхода топлива также воспользуемся суточными данными с получасовыми расчётами. Так, например, перерасход топлива за сутки равен 200 т.у.т. при фактическом расходе топлива 2474 т.у.т. Следовательно: перерасход топлива соответствует 8%. Если же для расчёта использовать натурные нормативные графики, то этот перерасход будет ещё больше. А это составляет резерв повышения энергоэффективности электростанции.

**Факт 9.** Решение вопроса оптимизации ресурсов без реализации выше перечисленных моментов является просто мифом. Все методы оптимизации, включая и ХОП-оптимизацию, основаны на нормативных графиках. Но их правильность, как указывалось выше, под вопросом. Простые прикидочные исследования использования оптимизации дали экономию топлива всего 2-3%. Следовательно: только совместное использование текущего контроля за перерасходом топлива в реальном времени с оптимизацией ресурсов дадут действительно выигрышный эффект.

**Вывод:** В современных расчётах ТЭП на всех электростанциях собраны самые негативные стороны выше перечисленных фактов. При этих условиях,

говорить о повышении энергоэффективности тепловых электростанций вообще проблематично. Выход заключается только во внедрении беззатратной технологии экономии топлива на системе Smart-MES.

Известен факт увольнения целой смены из-за допущенного большого перерасхода топлива на тепловой электростанции. Это равносильно, когда оштрафовали слепого из-за перехода им дороги в неподходящем месте. Так снабдите же зрением оперативный персонал на БЩУ, тогда не придётся по месячному факту перерасхода топлива делать плачевые выводы. Гораздо проще и дешевле, управляя электростанцией ежеминутно и каждые полчаса, контролировать текущий его перерасход.

В конце месяца на каждой электростанции заполняют макет 15506-1 из 121 показателя и направляют его в руководство Генерирующей компании. Но зачем в Генерирующей компании знать КПД каждого котла и другие сотни показателей в разрезе котлов и турбин. А вот действительно важного показателя: перерасход основного топлива - в макете 15506-1 нет [36]. Так ошибка это или умысел из-за незнания, как его точно считать? Действительно, когда составлялась методика по макету 15506-1, системы Smart-MES не было. Но сейчас-то есть!

А на всех электростанциях продолжают, как и 10 лет назад, не управлять, а слепо фиксировать неконтролируемый перерасход топлива.

Уникальная особенность тепловых электростанций заключается в том, что, вырабатывая электроэнергию и теплоэнергию, они не имеют никакой возможности их накапливать. Таким образом, электроэнергия и тепло должны тут же использоваться для коммерческих целей, т.е. за них на рынке электроэнергии и тепла Генерирующая компания должна получить деньги. Другими словами, объём выработки электроэнергии и тепла полностью определяется их спросом на рынке.

Ещё раз повторю, что электроэнергии и тепла необходимо вырабатывать ровно столько, за сколько будут уплачены деньги, а иначе это просто потери напрасно израсходованного топлива. Таким образом, определённое количество электроэнергии и тепла строго регламентируется определённым количеством топлива в соответствии с конкретной технологией самой этой электростанции.

Но парадокс всех современных тепловых электростанций заключается как раз в том, что этого то строжайшего регламента на них и не существует. Эксплуатационный персонал, управляя электростанцией для выполнения графика поставки электроэнергии и тепла, абсолютно не знает в реальном времени, сколько необходимо израсходовать топлива в каждый конкретный временной отрезок (минута, получас). Он работает вслепую, руководствуясь только своим умением и опытом.

Трагически было бы полагаться на машиниста, который управляет экспрессом без контролирующих приборов, полагаясь только на рельсы. Это все прекрасно понимают, и это даже не вызывает вопросов и сомнений.

Но почему же не понимают Генерирующие компании, что управлять сложным динамическим производством, каким является тепловая электростанция, без оперативного контроля за перерасходом топлива – это также трагически опасно как в финансовом смысле, так и в экологическом.

При производстве электроэнергии и тепла расходуется топливо, но никто не знает, сколько его используется в каждый отрезок времени – много или мало. Если нижняя граница естественным образом устанавливается необходимым количеством поставки электроэнергии и тепла, то верхняя граница ничем не контролируется, а должна контролироваться нормативами. Таким образом, сама эта технология провоцирует на бесконтрольный перерасход топлива, а, следовательно, и на бесхозяйственные и ненужные финансовые потери, которые соизмеряются по размерам с самой прибылью Генерирующей компании.

Динамика перерасхода топлива возрастает в переходные моменты – день и ночь. Следует чётко и быстро отслеживать оперативный перерасход топлива при повышении и понижении поставок электроэнергии и тепла. В настоящее же время это происходит «впотьмах» электростанции. А если сказать более грубо, то мрак и дремучесть в части реализации автоматизации расчётов ТЭП и перерасхода топлива в современных рыночных условиях на тепловых электростанциях сродни действиям заносчивого проходимца, взявшемуся гранить алмазы.

Есть точная наука – математика, которая элементарно показывает, что площадь сложного динамического процесса во времени в части перерасхода топлива должна определяться только интегральным исчислением и никак иначе, если конечно убытки имеют значение. И чем меньше интервал временных отрезков расчёта, тем выше точность. В настоящее же время для расчёта перерасхода топлива тупо используется просто площадь прямоугольника с временным интервалом в один месяц, т.е. абсолютно не учитывается динамика процесса, а это грубейшая и невежественная ошибка [46].

Получается очень странная картина, что всё время отраслевая наука заблуждалась и упорно продолжает заблуждаться в части правильного расчёта перерасхода топлива тепловыми электростанциями. И самое главное их заблуждение заключается в том, что тепловая электростанция, имея огромный процент износа оборудования, способна в отдельные временные интервалы иметь экономию топлива, т.е. каким-то чудом, работая без оперативной текущей информации, потратить топлива меньше, чем это регламентируется нормативами. Но это же просто нонсенс.

А раз этого в принципе быть не может, то получается ещё более ужасная и мрачная картина. Каждую минуту на электростанции происходит перерасход топлива, но этого никто не видит, и, следовательно, что-либо предпринять для его снижения просто невозможно. Итоговый же перерасход топлива за месяц,

естественно, складывается из минутных перерасходов. И получается в итоге он таким, каким получается, т.е. полностью зависит от воли бога.

И эта бездарная потеря половины прибыли Генерирующей компанией в виде бесконтрольного огромного перерасхода топлива стала возможна только благодаря неверным изначальным посылам отраслевой науки. Но не пора ли одуматься. Ведь излишне сожженного топлива в России хватило бы дополнительно ещё для 30 новых тепловых электростанций или легко возможно на 10% сократить объём вредных выбросов в атмосферу, которые вочные часы соответствуют 30%.

Практически на всех тепловых электростанциях существуют автоматизированные системы коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ), тепла (АСКУТ) и топлива, например: газа (АСКУГ). Ну а где автоматизированная система коммерческого учёта перерасхода топлива (АСКУПТ)? Что-то здесь идеологи электроэнергетики для рыночных условий не доработали. Ведь если размер 10%-го годового перерасхода топлива в денежном выражении равен прибыли Генерирующей компании, то это далеко не шуточки, что для средней электростанции составляет 300 миллионов рублей, а, следовательно, для средней Генерирующей компании – 4 миллиарда рублей. И это всё бездарные потери!!!

Естественно, следует ещё доказать этот факт 10%-го перерасхода топлива, но это несколько позже, а сейчас рассмотрим суть АСКУПТ, т.е. коммерческого учёта перерасхода топлива. Если системы АСКУЭ, АСКУТ, АСКУГ являются самостоятельными и независимыми системами, то АСКУПТ является полностью зависимой от этих систем, т.к. она на них базируется.

АСКУПТ в виде системы Smart-MES использует данные АСКУЭ, АСКУТ, АСКУГ и осуществляет поминутные расчёты фактических и нормативных ТЭП, результатом которых является текущий перерасход топлива. Вся аналитика выдаётся мониторингом на БЦУ для возможности

оперативного обнаружения факта этого перерасхода топлива и для своевременного вмешательства в производственный процесс. Таким образом, АСКУПТ обеспечивает оперативную технологическую обратную связь для увеличения энергоэффективности электростанций.

Ну, а сейчас о факте 10%-го перерасхода топлива. Неконтролируемый перерасход топлива, как уже говорилось выше, присутствует каждую минуту, и оттого, что существующие в настоящее время месячные расчёты показывают даже эфемерную его экономию, этот перерасход никуда не девается, а он просто ощутимо отражается на прибыли Генерирующей компании. Но почему же тогда этот самый перерасход топлива подгоняют к нулю в месячных расчётах, а явно его не показывают в отчётах? А просто потому, что в таком виде он никому не нужен. Ведь этот перерасход топлива относится к прошлому периоду и с ним уже ничего не сделать. А подгоняют потому, что нужно получить удельные расходы топлива по электроэнергии и теплу в соответствии с фактическим расходом этого топлива для планирования его закупок на следующий месяц. Таким образом, в планах заранее закладывают этот перерасход топлива.

Не будем говорить, этично или неэтично перекладывать бесхозяйственность электростанций в части наличия огромного перерасхода топлива, который беззастенчиво входит в тарифы, на потребителей электроэнергии и тепла, т.к. всё регулируется рынком. Но, похоже, что рынка то настоящего вообще нет, при котором обязательно должен быть дефицит потребителей, чтоб за него была тарифная борьба. А раз берут за любую цену, то говорить о настоящем рынке электроэнергии и тепла пока рановато.

Огромный фактический и неконтролируемый перерасход топлива не выявить существующими неверными в методическом плане месячными расчётами ТЭП. Для этого нужна система Smart-MES. С её помощью мы на средней тепловой электростанции выявили следующие объяснимые закономерности.

1) Перерасход топлива присутствует на каждом получасовом интервале, следовательно, он есть и на каждом минутном интервале. Это объясняется тем, что эксплуатационный персонал управляет электростанцией вслепую в части перерасхода топлива. А реально не возможно управлять в соответствии с нормативами, не имея текущей информации по перерасходу топлива.

2) Перерасход топлива в ночные часы значительно больше, чем в дневные. Так, ночью перерасход достигает 30%. Понятно, что в ночные часы нагрузка электростанции падает. А на самой же электростанции в это время бесконтрольно напрасно сжигается лишнее топливо, даже при общем его сокращении.

В настоящее время на всех тепловых электростанциях сложилась парадоксальная картина. Если выработка электроэнергии и тепла строго регламентируется графиками их поставки, то вот затраты топлива на их выработку абсолютно ничем не регламентируются, а должны регламентироваться нормативами в реальном времени. И вы ещё хотите сказать, что если нет ограничения по затратам топлива, то и нет его перерасхода? Вот в этом то и заключается основная глупость рыночного понимания работы электростанции.

Только автоматизированная система коммерческого учёта перерасхода топлива (АСКУПТ) способна навести порядок с бесконтрольным и с безответственным разбазариванием постоянно дорожающего топлива.

Но генерирующие компании должны будут в конце концов понять, что если они сейчас имеют прибыль в размере  $\Pi$ , а могли бы очень легко и фактически беззатратно иметь  $2*\Pi$ . Но для этого у персонала электростанции должна быть мотивация.

Мотивация – процесс создания системы условий, воздействующих на поведение человека, направляющих его в нужную для организации сторону, регулирующих его интенсивность, границы, побуждающих проявлять

добропроводность, настойчивость, старательность в деле достижения целей. Принудительная мотивация основывается на применении власти и угрозе ухудшения удовлетворения потребностей работника в случае невыполнения им соответствующих требований.

Вот высказывание в Интернете по вопросу экономии топлива: «В советское время персоналу энергосистем за экономию топлива полагались премии. Сейчас такого стимула нет, да и стимула экономить топливо при таком росте тарифов - тоже нет. Кстати, зарплата рядовых работников станций от роста тарифов не зависит и практически не растёт, остановилась на уровне 2008 года.»

Таким образом, на электростанциях топливо никто не экономит, и даже не думает экономить. Топливо расходуют столько, сколько расходуется для выполнения графика поставки электроэнергии и тепла. Мотивация экономии топлива у эксплуатационного персонала полностью отсутствует. Но самое интересное в том, что и Генерирующими компаниям то не в чём упрекнуть работников электростанции, т.к. по месячным отчётным данным на всех электростанциях перерасхода топлива нет, а есть даже его экономия, т.е. электростанции на бумаге работают полностью в соответствии с нормативами, хотя и с использованием методов подгонки.

Вот к таким неутешительным выводам загнали себя сами Генерирующие компании, упорно игнорируя необходимость реализации оперативного контроля за перерасходом топлива в реальном времени.

Но если абсолютно нет у эксплуатационного персонала мотивации и возможности экономить топливо, то почему бы ни создать для него эту мотивацию принудительно? То есть с работника можно спросить только тогда, когда чётко поставлена выполнимая задача. А в настоящее же время во всех Генерирующих компаниях задание для электростанций выглядит следующим комическим образом: Необходимо обеспечить выполнение графика поставки

электроэнергии и тепла и по возможности постараться поменьше на это потратить дорогущего топлива. Вот такая глупость присутствует на всех электростанциях!

Но это же очень легко, быстро и фактически беззатратно можно исправить. И в данном случае принудительная мотивация экономии топлива будет звучать следующим образом: Вот для вас на мониторинге каждую минуту выводится текущий перерасход топлива, и необходимо, чтобы он был всегда нулевым. Вот и всё!!! Ну, а раз чётко поставлена задача, то она без сомнения будет обязательно выполнена. И тогда исчезнет 10% перерасхода топлива, а по каждой электростанции появится дополнительная ежегодная прибыль в 300 млн. руб., маленькую часть которой можно направить на премирование особо ретивых сотрудников.

Принудительность данной мотивации ещё заключается и в том, что перерасход топлива уже становится адресным, а не как сейчас абсолютно безликий. В любой момент можно проанализировать, кто и когда допустил огромный перерасход топлива, и выяснить причину: или это халатность, или это технологический просчёт, который немедленно следует устраниить.

Таким образом, принудительная мотивация экономии топлива тепловых электростанций может дать простым и беззатратным методом резкий скачок увеличения энергоэффективности электростанций и вернуть в производственную среду дух соревнования за больший процент экономии топлива во благо Генерирующих компаний.

Другим положительным сопутствующим моментом этой принудительной мотивации становится возможность в реальном времени контролировать расчётные показатели, которые могут быть предвестниками аварийной ситуации на электростанции. Просто контролировать тысячи показаний температур и давлений человек не в состоянии. Для этого необходимо описание их связок между собой в совокупности с дискретными параметрами и с

непрерывным контролем в реальном времени, а также с выдачей заблаговременных предупреждений эксплуатационному персоналу.

В этом случае менеджменту Генерирующих компаний можно будет спать спокойно, т.к. истинный перерасход топлива полностью отсутствует, люди увлеченно работают, добиваясь стахановских результатов, возможные неисправности постоянно контролируются, не доводя электростанцию до аварии.

В данном случае принудительная мотивация экономии топлива решает сразу две важнейшие задачи: социальную и инновационную. Социальная проблема основывается на справедливом распределении премии в соответствии с результатом экономии топлива. Инновационная модернизация обеспечивает в реальном времени взаимосвязь нижнего уровня автоматизированного сбора данных с верхним уровнем принятия стратегических бизнес решений.

Инновационная Модель функционирования тепловой электростанции упрощённо выглядит следующим образом:

Топливо Факт → Пар → Электроэнергия → Топливо Норма

В данном случае, инновационность заключается в том, что в реальном времени с интервалом не более получаса рассчитывается нормативное топливо, которое сравнивается с фактическим. Этого никогда не было, и в настоящее время нет ни на одной тепловой электростанции в России. Фактический расход топлива на каждом временном интервале всегда больше или равен нормативному расходу. Задача функционирования этой Инновационной Модели заключается в том, чтобы на каждом временном интервале фактический расход топлива был близок к нормативному. В этом случае будет достигнут самый оптимальный вариант получения максимальной прибыли Генерирующими компаниями за счёт большой экономии топлива.

Здесь решение вопроса оптимизации загрузки оборудования только несколько расширяет возможности этой Модели, но никак её не подменяет. В настоящее время на тепловых электростанциях наблюдается устойчивая следующая ситуация. В дневные часы при максимальной загрузке оборудования фактический расход топлива близок к нормативному, а вочные часы при пониженной загрузке фактический расход превышает нормативный более чем на 30%. Таким образом, вочные часы энергетическая эффективность электростанций резко падает.

Нам говорят, что это происходит из-за 10 тонных котлов. Но есть же простое понятие – управление с опережением, т.е. учитывая большую инерционность энергетических котлов, необходимо снижать их загрузку несколько раньше, чем упадёт потребность в электроэнергии.

Математическая Модель электростанции представляет собой полные расчёты фактических и нормативных технико-экономических показателей (ТЭП), результатом которой являются оперативные получасовые расчёты нормативного расхода топлива. В этом случае процесс управления электростанцией выглядит следующим образом. В конце каждого получаса известен фактический расход топлива и нормативный. Дальнейшее управление при превышении фактического расхода над нормативным направлено на устранение этого расхождения при выполнении графика поставки электроэнергии и тепла. Но таким же образом этот анализ можно производить и с интервалом в одну минуту. Тогда задержка управляющего воздействия будет минимальной.

Всё это быстро реализует легко адаптивная и высокоскоростная система Smart-MES, которая содержит большой набор аналитических, оптимизационных и интеллектуальных удобных инструментов.

## 18. Опыт внедрения системы Smart-MES на ТЭЦ и ГРЭС

---

Система Smart-MES появилась как MES-Система для автоматизации управления производством электростанции в 2007 году. До этого, данная Система представляла собой Инструментальный настраиваемый программный Комплекс под названием «Технологический Офис». В 2008 году пришло осознание идеологии построения больших Систем на базе новейшей инновационной разработки «MES-T2 2007», сейчас «MES-T2 2020». Данная идеология представляет собой очень простую структуру из различного набора технологических задач в виде блоков: блок ВВОД, блок РАСЧЁТ, блок ОТЧЁТ. При этом, естественно, каждая задача, входящая в какой-либо блок, имеет свой ввод данных в экранную форму, расчёт показателей и печать отчётов, которые создаются автоматически.

Система Smart-MES вообще не имеет какого-либо фиксированного набора технологических задач. Все необходимые задачи индивидуально для каждой электростанции пишутся в виде текстовых Проектов, а вся система автоматически настраивается при компиляции этих Проектов. Для ускорения начального создания Проектов, в Комплексе есть инструментальное средство «Создатель Системы», позволяющее для конкретной электростанции сгенерировать базовую конфигурацию из расчётов фактических и нормативных ТЭП (Технико-Экономические Показатели) по методикам электроэнергетики. При компиляции Проектов также автоматически создаются DLL-программы для скоростного расчёта.

Основная задача, обеспечивающая успешное внедрение Комплекса, заключается в оптимальном распределении всех технологических задач по трём блокам: ВВОД, РАСЧЁТ, ОТЧЁТ. При этом непременно будет некоторая избыточность числа показателей. Но такое разбиение суточных и месячных задач позволяет максимально автоматизировать процесс обработки

информации. В данном случае блок ВВОД отвечает за импорт данных из других Систем нижнего уровня и за ручной ввод данных. Блок РАСЧЁТ представляет собой одну общую DLL-программу, автоматически сгенерированную из всех Проектов, предназначенных для расчётов. Блок ОТЧЁТ выполняет аналитические функции и представляет общие отчёты в различных разрезах.

В чём же было наше заблуждение на предыдущих стадиях при адаптации Комплекса ПТО (Производственно-Технический Отдел) на электростанциях? Мы просто по неопытности шли на поводу у технологов электростанций, которые нам предоставляли существующие расчёты в MS Excel и желали бы видеть результат в подобном виде. Но, если с MS Excel технологии общались десяток лет и к ней прикипели, то реализация этих же расчётов на иной системе воспринималась ими просто в штыки. Т.е. образно говоря, вместо того, чтобы система имела один вход и один выход, у нас получалось, что система имеет множество входов и множество выходов, в которых Пользователь просто запутывался. Казалось бы, всё настолько автоматизировано и всё так просто, при эксплуатации же система получалась неудачно сконфигурированной.

Поэтому порядок реализации был изменен в соответствии с выше описанными блоками.

Нами выработан свод положений, которые должны быть зафиксированы в Договоре на внедрение программного Комплекса ПТО для расчёта фактических и нормативных ТЭП электростанции на системе Smart-MES.

До сих пор, из-за нашей неопытности и непременного желания всем и во всём угодить, внедрение Комплекса ПТО проводилось при умолчании в Договоре ниже приведённых позиций, что приводило к размытым результатам и постоянным наступлениям «на грабли» при наших доброжелательных инициативах. Огромные возможности Smart-MES для реализации задач управления электростанцией, в которых можно просто утонуть при

непременном росте аппетита ПТО электростанции без финансового обеспечения, остаются без должного внимания со стороны Генерирующих компаний.

### **Обязательные пункты Договора:**

1. Заказчик должен всячески содействовать Разработчику системы.

Мы слышали следующие высказывания сотрудников ПТО: Это делать не будем, никогда, заняты, это не обязаны за низкую зарплату.

2. Заказчик предоставляет всю необходимую и достоверную информацию с реальными расчётами для контрольного примера при сдаче Комплекса ПТО.

Мы встречались с ситуацией проверки результатов расчёта на текущих данных, а не когда выданы материалы 8 месяцев назад. За это время заказчик так изменил первоначальные расчёты в MS Excel, что говорить о правильности расчётов новой системой не приходится.

3. Обучение персонала ПТО производится с первого этапа: Поставка и обследование.

Мы были озадачены нежеланием обучаться работе на Комплексе до окончательной его сдачи. Ну, а в конце на это уже нет времени.

4. Нормативные графики энергетических характеристик оборудования должны быть достоверными.

Мы увидели огромное расхождение (до 30%) утверждённых нормативных графиков с текущими результатами по макросам MS Excel.

5. Входные сигналы автоматизированных средств сбора данных должны быть достоверными.

Мы познакомились с автоматизированными средствами сбора данных, у которых текущие значения отличаются от номинальных до 4-х раз.

6. Исполнитель не несёт ответственности за неполную и недостоверную предоставленную электростанцией информацию.

Мы осознали свою беспомощность при требовании электростанцией правдивых расчётов при неверной входной информации. Нами было предложено и реализовано использование поправочных коэффициентов, прекрасно осознавая нелепость ситуации.

7. На первом этапе составляется конкретный перечень задач и отчётов без возможности дальнейших дополнений на последующих этапах.

Мы почувствовали неуёмный аппетит при осознании неограниченных возможностей Системы при мизерном финансировании.

На внедрение Программы выделяются конкретные деньги и, в основном, очень недостаточные. За конкретные деньги должна быть выполнена и конкретная работа, очень конкретная, а не вообще, вроде - должно быть реализовано всё. А это «всё» должно быть чётко оговорено в начале заключения Договора на внедрение Комплекса ПТО.

Ниже приводится обоснование полного отсутствия отличий внедрения системы Smart-MES для реализации расчётов ТЭП на любых электростанциях: ТЭЦ, ГРЭС, ГЭС и АЭС.

Выработка электроэнергии и тепла на электростанциях относится к сфере непрерывных производств, а программный Комплекс Smart-MES изначально разрабатывался для автоматизации расчётов ТЭП именно непрерывных производств, но с уклоном на электроэнергетику. А такой уклон вызван тем, что Генеральный директор Фирмы ИнформСистем Чернов В.Ф. более 10 лет непосредственно работал на атомных электростанциях в России и за рубежом.

Непрерывное производство характеризуется тем, что каждый показатель каждого оборудования рассчитывается по своей уникальной формуле, а таких показателей несколько тысяч. Этот тип задач кардинально отличается от задач типа «Склад», «Бухгалтерия» и т.п., так как не имеют понятия о выполнении однотипных операций над множеством записей, т.е. вообще нет отбора.

А сейчас рассмотрим структуру различных электростанций с единым принципом работы, т.е. воздействие двигательной энергии на турбину. Источником этой двигательной энергии является: для ТЭЦ и ГРЭС - энергетический паровой котёл, для АЭС - атомный реактор, для ГЭС - река. То есть, с точки зрения принципа «Чёрного ящика» - есть вход и есть выход, а что происходит внутри этого ящика для расчёта общестанционных ТЭП не столь важно. Естественно, расчёт ТЭП атомного реактора отличается от расчёта ТЭП энергетического котла, но и расчёты по каждому типу турбин отличаются, как и расчёты котлов зависят от типа топлива. К тому же, сочетание оборудования на всех электростанциях отличается.

Из всего выше сказанного, очевидно, что невозможно создать единую математическую модель хотя бы для какого-нибудь круга электростанций. Все электростанции, а их более 300, имеют уникальную технологию и, следовательно, свою и только свою математическую модель расчёта ТЭП работающего оборудования.

Когда Генерирующие компании попадают под обаяние крупных фирм с наличием у них якобы готовых расчётов по котлам и турбинам, то это похоже на то, когда скульптор для своего творения выбирает заранее заготовленные руки и ноги. Творческая Система должна лепиться из куска податливой глины.

В качестве талантливого скульптора и высококачественной глины в данном случае представляется система Smart-MES без каких-либо жёстко зашитых расчётов по котлам и турбинам, но с удобным и гибким инструментарием по быстрому конструированию любых уникальных систем для любой электростанции. И здесь структура и размеры не играют значения.

Коротко напомним о выше описанной реализации. Все задачи формулируются на простом МЕТА-языке в виде текстовых Проектов, а вся система автоматически настраивается с этих Проектов.

Нами определен новая длительность и структура этапов внедрения системы Smart-MES для реализации расчётов ТЭП ПТО (Комплекс ПТО) на электростанциях с общей их продолжительностью в 12 месяцев.

К ниже приведённой простой схеме внедрения Комплекса ПТО мы шли довольно долго, претерпевая, естественно, неудачи. Разработав самонастраиваемое инструментальное средство, мы полагали, что электростанции с первых минут внедрения активно примут в нём участие. Но электростанции не хотели оценивать по достоинству наши мощные инновации и оставались к ним равнодушными, что нас не могло не ставить в тупик.

Казалось бы, мы всё делаем правильно, учитывая, что я сам в атомной энергетике работал длительное время. Создали удобный и простой инструмент для технолога ПТО, но что-то мы постоянно упускаем, наверное, просто обычный человеческий фактор.

Итак, Договором предусматривается внедрение Комплекса ПТО в 4-е этапа с ниже приведенными длительностями отдельных этапов:

- 1) Поставка (покупка) системы Smart-MES и обследование (сбор информации по существующим задачам, нормативным графикам и импорту данных) - 1 месяц;
- 2) Адаптация программного Комплекса ПТО в виде отдельных задач (составление Проектов задач и заведение с оцифровкой нормативных графиков) - 5 месяцев;
- 3) Увязка всех задач ПТО в систему с импортом данных и сдача Комплекса ПТО в опытную эксплуатацию - 3 месяца;
- 4) Опытная эксплуатация Комплекса ПТО персоналом электростанции, подготовка журналов, настройка аналитики и сдача системы в промышленную эксплуатацию - 3 месяца.

Под адаптацией Комплекса ПТО к условиям конкретной электростанции понимается написание Комплекса Проектов с расчётаами фактических и нормативных ТЭП и заведение энергетических характеристик оборудования в графическом виде с их последующей оцифровкой. Вся система расчётов автоматически настраивается при компиляции этих Проектов.

Увязка задач в систему обеспечивает функционирование Комплекса ПТО с одним входом. Это значит, что автоматизированный и ручной ввод данных реализуется в одном АРМе, формируя тем самым единую основу исходных данных. Все остальные АРМы просто информационно состыкованы с этими исходными данными.

Опытная длительная эксплуатация позволит персоналу ПТО полномасштабно освоить работу на программном Комплексе, ежесуточно решая задачи ТЭП на реальных данных.

Звонят мне как-то с электростанции и задают странный вопрос: Сколько стоит ваша Программа? Я задаю встречный вопрос: Вам нужна Программа, которая только рассчитывает ТЭП или система Smart-MES, которая дополнительно к расчёту ТЭП, способствует получению прибыли в 300 миллионов рублей? Встречный мой вопрос явно поставил в тупик моего собеседника. Он видимо не ожидал услышать того, что программа ещё может и приносить прибыль. Но если Smart-MES легко позволяет получить такую огромную прибыль, то вопрос цены внедрения этой системы является вообще десятой важности.

Был у нас один случай с близлежащей Тюменской ТЭЦ-1. Нам они предложили реализовать расчеты ТЭП за 1,5 миллиона рублей, мол, больше не выделяют. К тому моменту нам необходимо было отработать MES-Систему, да к тому же ранее мы не сталкивались с ПГУ. Мы и согласились за эту мизерную сумму, как говориться, из-за спортивного интереса, учитывая, что ТЭЦ рядом. Естественно, мы легко реализовали полчасовые расчёты фактических и

нормативных ТЭП. Но вот незадача, по окончанию договора выяснилось, что предоставленные нам нормативные графики отличаются от макросов, заложенных у них в MS Excel. А входные сигналы из средств сбора данных АСКУЭ и АСКУТ вообще не соответствуют номинальным значениям. На наше же предложение, совместно довести всё до ума, т.е. исправить ограхи самой ТЭЦ, по дополнительному соглашению, не нашло понимание. Вот и повисло всё в воздухе, так и не дойдя до реального полномасштабного внедрения.

Таким образом, с 2010 года мы больше не участвуем в реализации просто пустых и никому не нужных месячных расчётов ТЭП. Мы внедряем только беззатратную технологию экономии топлива электростанций на системе Smart-MES, естественно, через оперативные расчёты ТЭП. Мы также больше не участвуем в конкурсах на автоматизацию расчётов ТЭП, если электростанции всё равно, какая программа будет внедрена. Мы сотрудничаем только с теми, кто желает внедрить именно нашу инновационную систему Smart-MES и непременно желает от этого получить максимально возможную дополнительную прибыль.

Хоть и существует пословица, что на халяву и уксус сладок, однако Генерирующие компании на халяву желают получить совсем не кислый уксус, а именно сладкую высококачественную «конфетку» для автоматизации расчётов ТЭП электростанций. Почему же процветает в электроэнергетике эта самая халявная «конфетка»? Всё элементарно просто. Финансирование выделяет Руководство, которому никакого дела нет до этой самой автоматизации расчётов ТЭП, так как в существующем её виде в настоящее время она никакой пользы не приносит, не говоря уже о прибыли. А требование, чтобы это была именно «конфетка», выдвигают сотрудники ПТО и ИТ, которые к финансам не имеют ну никакого отношения и влияния.

Вот несколько наглядных примеров из нашей неутешительной практики.

СВЕРДЛОВСКАЯ ТЭЦ. Как-то решили мы облагодетельствовать местную ТЭЦ и внедрить Комплекс ПТО на MES-Системе совершенно бесплатно. В руководстве ТЭЦ противников не было. Ну, мы быстро и реализовали расчёты нормативных ТЭП по их расчётом в MS Excel, завели нормативные графики и стали сверять результаты расчёта. Они не идут. Сделали дополнительную возможность расчёта по их полиномам, вместо реальных нормативных графиков. Расчёты пошли. Указали им, что их полиномы не соответствуют последним нормативным графикам.

Но тут нас опешил неожиданный выпад руководительницы группы учёта ПТО, которая нам заявила, что с нами прекращает все контакты из-за своей низкой зарплаты. Мы бегом к начальнику ПТО с этой новостью. На что он нам только и заявил, что, мол, скоро она перебесится, а нам следует подождать. Но нам ничего не оставалось делать, как ретироваться восвояси. И, естественно, дальнейшую данную миссию мы прекратили вообще. Наш порыв не оценили... Вот если бы ТЭЦ заплатила 10 млн.руб., то руководство обязательно проявило бы политическую волю для успешного завершения всей этой работы.

ТЮМЕНСКАЯ ТЭЦ-1. (уже говорил, но повторю) Из ПТО ТЭЦ нас уломали реализовать автоматизацию расчётов ТЭП за 1,5 млн.руб. при действующей минимальной цене в 5 млн.руб. Мы согласились, но об этом в дальнейшем сильно пожалели, т.к. ТЭЦ, которой мы пошли на неимоверные уступки и с душой взялись за дело, просто затерроризировала нас угрозами, якобы мы чего-то там не завершили.

Но мы непросто реализовали все расчёты фактических и нормативных ТЭП согласно договору и предоставленным материалам, а бесплатно провели по просьбе ТЭЦ мощнейшую модернизацию всего программного обеспечения для получасовых расчётов ТЭП в реальном времени с оперативной аналитикой, чего у нас ранее реализовано не было. Но вместо благодарности получили «по ушам» из-за вынужденной приостановки работ по вине самой же ТЭЦ.

После завершения нами работы выяснилось, что предоставленные нам нормативные графики не соответствуют макросам в Excel, а входные сигналы не соответствуют номинальным значениям. На наше предложение продолжить совместную работу для исправления недочётов самой ТЭЦ по дополнительному соглашению последовал отказ. Ну, тогда нам пришлось просто откланяться...

КАШИРСКАЯ ГРЭС. Мы выиграли конкурс «Программирование нормативно-технической документации по топливоиспользованию ОАО «Каширская ГРЭС-4» в 2006 году» на сумму 200 тыс.руб., как единственный участник, видимо таких простаков за такую мизерную сумму кроме нас не нашлось. Мы, естественно, всё реализовали в срок согласно договору на нашем программном комплексе. Но ведь это только нормативные ТЭП.

Мы пошли к директору ГРЭС и всё пояснили, что для того, чтобы система работала, дополнительно необходимы: расчёт фактических ТЭП и затрат на собственные нужды и потерю электроэнергии и тепла, что по договору совсем не предусмотрено и для этого нужен отдельный договор. Он заверил нас, что это легко решит.

Но к нашему удивлению опять был объявлен конкурс на внедрение нашего программного Комплекса «Технологический Офис». Его мы опять выиграли, но его утверждение надолго застряло в ОГК, который так и не утвердили.

РЕЗЮМЕ. Таким образом, мы больше перестали судьбу испытывать и за дешёвые контракты, естественно, не берёмся. Мы также полностью перестали участвовать в конкурсах на автоматизацию расчётов ТЭП, т.к. поняли, что электростанциям не нужен прогресс. Поняли также, что пока Генерирующими компаниям и не нужна дополнительная ежегодная прибыль в 300 миллионов рублей с каждой электростанции.

В мире существует всего две финансовые целевые функции на автоматизацию расчётов ТЭП. Первая – поменьше заплатить за эту самую автоматизацию. Вторая – побольше получить прибыли от этой автоматизации. И эти две функции не совместимы. В настоящее же время во всех Генерирующих компаниях процветает именно первая целевая функция, которая регламентируется проводимыми конкурсами. Таким образом, Генерирующие компании, решаясь на модернизацию расчётов ТЭП, о прибыли даже и не думают. Происходит это или из-за незнания возможностей софта, или из-за элементарного неверия в то, что автоматизация расчётов ТЭП способна приносить ещё и огромную прибыль.

Рассмотрим примеры этих двух вариантов с учётом их стоимости и прибыли. Первый вариант, который используется в настоящее время: стоимость  $C_1 = 3$  млн.руб., прибыль  $P_1 = 0$  млн.руб. Второй вариант на Smart-MES: стоимость  $C_2 = 10$  млн.руб., прибыль  $P_2 = 300$  млн.руб. В первом варианте взгляд сразу падает на стоимость, и при нулевой прибыли возникает естественное желание, чтобы эта стоимость была ещё меньше. Во втором же варианте взгляд падает уже на прибыль, и в данном случае размер стоимости не так уж и важен.

Приведём индексы рентабельности этих вариантов [52]. Первый вариант:  $J_1 = P_1/C_1 - 1 = 0/3 - 1 = -1$ . Второй вариант:  $J_2 = P_2/C_2 - 1 = 300/10 - 1 = 29$ . Но из теоретической экономики известно, что при  $J > 1$  инновационный проект считается экономически эффективным. В противном случае ( $J < 1$ ) проект неэффективен. В условиях жесткого дефицита средств должно отдаваться предпочтение тем инновационным решениям, для которых наиболее высок индекс рентабельности.

Вот так приехали... Оказывается согласно науки Генерирующие компании внедряют самые неэффективные проекты по автоматизации расчётов ТЭП, а высоко рентабельный проект на системе Smart-MES они пока игнорируют. Но интересно почему? В этом случае возможны только два

варианта ответа: первый – им очень хочется накормить свою карманную фирму, второй – они не верят в возможную прибыль.

Что касается прибыли, так это легко проверить. Достаточно выполнить четыре получасовых расчёта перерасхода топлива: зимой и летом, днём и ночью. Среднее значение получится в районе 10%. Но раз этот перерасход топлива полностью зависит от отсутствия текущего контроля за ним, следовательно, влияние данного неконтролируемого человеческого фактора с помощью системы Smart-MES и принудительной мотивации можно минимизировать. Вот вам и прибыль. Но есть же ещё проблемы с предупреждением аварийных ситуаций, которые легко реализуются на данной системе, а это уже дополнительная огромнейшая прибыль.

Допустим, можно возразить, что с размером прибыли в 300 млн.руб. мы несколько погорячились. А что прибыль в 30 млн.руб. это мало, чтобы проект был вполне рентабельным, ведь это всего то экономия топлива в 1%? А если принять за окупаемость проекта в один год, то стоимость рентабельного внедрения Smart-MES вполне может доходить до этих же 30 млн.руб.

Важно понять Генерирующему компаниям, что внедрение автоматизации расчётов ТЭП старого образца под новой личиной это уже просто сверх невежества, особенно в рыночных условиях, когда никто шагу не сделает без выгоды для себя. А между тем Генерирующие компании продолжают напрасно упорно налегать на реализацию этой бесприбыльной технологии.

Данную систему мы разрабатывали длительное время, т.к. искали наилучшее инновационное решение. И вот оно найдено – это Smart-MES «MES-T2 2020». Все предыдущие версии, которые мы опробовали на электростанциях, были всего лишь этапными. Согласен, что они попортили наш имидж, т.к. они фактически не везде работают и не по нашей вине. Но без издержек видимо нельзя. Ведь в нашем понимании любой этап был лучшей реализацией в своё время. Так, до реорганизации электроэнергетики мы

очередные версии под названиями «Технологический Офис» и «MES-T2 2007» опытно внедрили по сокращённой адаптационной схеме на следующих электростанциях: ТЭЦ Чепецкого механического завода, Кольская АЭС, Сосногорская ТЭЦ, Пермская ТЭЦ-9, Ангарская ТЭЦ-9, Бийская ТЭЦ, Воркутинская ТЭЦ-2, Каширская ГРЭС, Приморская ГРЭС, Свердловская ТЭЦ, Норильская ТЭЦ-1, Норильская ТЭЦ-2, Норильская ТЭЦ-3, Елабужская ТЭЦ, Тюменская ТЭЦ-1.

Очень коротко о технологии экономии топлива. Огромный перерасход топлива мы заметили при внедрении MES-Системы на Тюменской ТЭЦ-1. Причём, в дневные часы он близок к нулю, а в ночные зашкаливает за 30%. Но об этом никто не знает, т.к. ни на одной электростанции нет получасовых (тем более нет поминутных) расчётов перерасхода топлива (фактический расход – нормативный расход). Но если эксплуатационный персонал на БЦУ будет постоянно в реальном времени видеть текущую аналитику по перерасходу топлива, то у него появляется принудительная мотивация искать пути по сокращению этого перерасхода.

Умные люди сверху с апломбом заявили, что наше ТЭО (Технико-Экономическое Обоснование) это реклама. Но может быть это отчасти и так. Ведь ТЭО составляется до разработки для обоснования инвестирования, а наше ТЭО на энергосберегающую технологию составлено уже после разработки MES-Системы за счёт собственных ресурсов. Поэтому этот-то факт видимо людям сверху и непонятен. А мы вложили в разработку лучшей в мире системы Smart-MES для непрерывных производств более 100 миллионов рублей. Но мы предлагаем не систему, а технологию, которую без нашей системы реализовать не просто. Здесь мы видим полностью свою вину, раз не можем убедить менеджмент Генерирующих компаний в перспективности нашей Smart-MES.

За эти годы нами были предприняты следующие шаги в части внедрения и популяризации нашей разработки:

1. Честное участие в конкурсах. Мы несколько лет назад участвовали в 4-х конкурсах и на уровне электростанций их выигрывали. Но результаты конкурса почему-то без объяснения причин не утверждались руководством Генерирующих компаний. Объяснение здесь очень простое: Исходя из корпоративных интересов, победитель заранее видимо был намечен, но ему в честном соревновании выиграть не удалось. Нами сделан закономерный вывод: Инновации никому не нужны. Поэтому мы просто прекратили в дальнейшем участвовать в этом фарсе.

2. Снижение цены внедрения до 0. Нами была предпринята провальная попытка бесплатного внедрения MES-Системы. Мы быстро договорились с дирекцией Свердловской ТЭЦ и реализовали расчёты нормативных ТЭП. Но необходимость какое-то время двойных расчётов в их MS Excel и на новой программе для проверки её работоспособности не устроила руководительнице группы учёта ПТО, т.к. она потребовала увеличения зарплаты. Но, как заявил начальник ПТО, денег нет, и таким образом всё успешно заглохло. Поэтому мы сделали закономерный вывод, что размер цены не влияет на выбор именно нашей MES-Системы.

3. Предоставление данных о заоблачной рентабельности. Все тезисы менеджмента Генерирующих компаний о необходимости для внедрения инноваций их хорошая рентабельность являются ложью. Нами при внедрении MES-Системы заявлена рентабельность 18750%, которая в 1000 раз превышает принятые каноны индекса хорошей рентабельности. Но очереди заявок на внедрение мы не наблюдаем. Поэтому вывод: в существующих рыночных условиях в электроэнергетике действуют иные экономические законы.

4. Гарантирование многомиллиардной прибыли. Мы на цифрах доказали, что при внедрении нашей технологии экономии топлива с помощью MES-Системы дополнительная прибыль для каждой Генерирующей компании составит 5 – 20 миллиардов рублей. Но когда инвесторы крайне не довольны размерами своей прибыли, менеджмент Генерирующих компаний действует

абсолютно формально и цинично, не замечая энергосберегающих технологий, т.к. русский менталитет менеджмента чётко различает чужой и свой карманы. Поэтому при увеличении общей прибыли Генерирующей компании конкретный ИТ-менеджер ничего фактически не получит. Но раз он является единственным специалистом в этой сфере, то он вершит ИТ-политику, выгодную только для себя. Вывод: прибыль ИТ-менеджменту не нужна.

5. Мы провозгласили следующий вариант, основанный на сверхвысокой цене внедрения системы Smart-MES, при которой «откат» составляет 95%. Предположим, что цена разработки и внедрения системы Smart-MES для реализации оперативных расчётов ТЭП с целью экономии топлива свыше 10% обговаривается в размере 100 миллионов рублей. Здесь наше участие – 5 млн. руб. и услуги представителя Генерирующей компании – 95 млн.руб. А если обговорить цену в размере 200 миллионов рублей, то услуги этого представителя потянут на 190 млн.руб. А при наличии в Генерирующей компании 10 электростанций данный представитель Генерирующей компании лично сам поимеет уже около 2-х миллиардов рублей, которые легко освоить за один год.

Таким образом, все возможные варианты в нашем отечестве оказались безрезультатными.

В чём же в данном случае отличие от иных подобных существующих схем внедрения новых расчётов ТЭП? Основное и самое главное отличие заключается в том, что в настоящее время ни один расчёт ТЭП ни на одной электростанции ни в одной Генерирующей компании не приносит явную прибыль. А внедрение технологии экономии топлива на Smart-MES способно обеспечить прибыль в размере 300 миллионов рублей. Поэтому, даже если повысить стоимость внедрения до 300 млн.руб., то получится колossalный индекс рентабельности, равный 100%, чего нет при внедрении ни одной серьёзной инновации.

Наша MES-Система опробована на десятке электростанций. На нашем сайте ( [www.Inform-System.ru](http://www.Inform-System.ru) ) есть демонстрационная версия, на которой легко можно посмотреть работу MES-Системы и алгоритмы расчёта фактических и нормативных ТЭП по следующим электростанциям: Воркутинская ТЭЦ-2 «КЭС», Елабужская ТЭЦ «Татэнерго», Каширская ГРЭС «ИнтерРАО», Кольская АЭС «Росэнергоатом», Пермская ТЭЦ-9 «КЭС», Приморская ГРЭС «ДГК», Свердловская ТЭЦ «КЭС», Сосногорская ТЭЦ «КЭС», Норильская ТЭЦ-1 «НТЭК», Ангарская ТЭЦ-9 «Икрутскэнерго», ТЭЦ «Бийскэнерго», Тюменская ТЭЦ-1 «Фортум».

После скачки с нашего сайта [33] ДЕМО Constructor2012.exe и после установки посредством запуска AutoRun.exe и выбора «Комплекс ПТО» Система будет установлена в локальном варианте с BDE. Запустите «Конструктор АРМов», и программа с алгоритмами по Тюменской ТЭЦ-1 готова к расчётам. Вызовите в Меню «Аналитика» пункт «Получасовая аналитика» и увидите информацию о перерасходе топлива. В Меню «Настройка» пункт «Менеджер Систем» выберете электростанцию и установите Систему по данной электростанции.

Таким образом, при внедрении нами системы Smart-MES отрицательных результатов в принципе быть не может, т.к. я имею огромный опыт внедрения Систем на атомных электростанциях. Я в своё время внедрил Системы на 7-и энергоблоках: на Белоярской АЭС, 2-е на Игналинской АЭС и 4-е на АЭС Дукованы в Чехии. Без данных Систем эти энергоблоки в принципе не возможно запустить, и тем более не возможна их эксплуатация.

После внедрения Smart-MES при таком инновационном размахе экономии топлива и сокращении на 30% вредных выбросов в атмосферу наверняка не будет отбоя от инвесторов у этой Генерирующей компании.

В Интернете многими специалистами высказывается «крамольная» мысль, что российские корпорации сильно разочаровались в крупных

программных системах, особенно зарубежных, т.к. они не оправдали надежд на улучшение производственных показателей при полном отсутствии рентабельности. Но при социализме все знали, что любая компьютерная программа верхнего уровня, если и приносит какую-то прибыль, то только очень опосредованно. Почему же при капитализме она вдруг должна приносить прибыль? Ведь менталитет менеджмента к софту совсем не изменился. Он был и остаётся невежественным, а из-за этого и пренебрежительным.

Однако когда крупные западные ИТ-бренды предлагают свои системы и обещают заоблачную прибыль от внедрения, то им уже безоговорочно верят, т.к. у них эти системы функционируют по всему миру. Но после года эксплуатации убеждаются, что в наших условиях это просто выброшенные деньги.

На самом деле всё очень просто. Любая программа должна иметь способность оперативно реагировать на изменение производственного контекста, особенно в нашей развивающейся экономике. Но этого нет ни в одной западной программе, т.к. у них эта самая экономика уже развита, а, следовательно, и стабильна. Вот именно эта адаптивность и заложена в нашей системе Smart-MES, самоорганизация которой мгновенно учитёт в алгоритмах расчёта все новые реалии. А значит, она долго не устареет, и долго будет приносить прибыль.

Вопрос стоит именно о риске и о менталитете. Сразу скажу, что кого-либо переубедить бесперспективно, т.к. только менталитет является тормозом внедрения инноваций, а все разговоры о рисках внедрения ИТ являются не более чем отражением этой своей ментальности.

Далее вынужден несколько повториться в контексте ментальности.

Несколько лет назад мы предложили абсолютно бесплатно внедрить нашу систему на Свердловской ТЭЦ ОАО «ТГК-9» КЭС-холдинга у нас в Екатеринбурге, т.е. полностью без финансового, а, следовательно, без

основного риска. Мы все расчёты ТЭП реализовали и указали на их ошибки в расчётах. Но вместо благодарности получили «оплеуху» от руководителя группы учёта, которая отказалась дальше с нами контактировать без увеличения ей зарплаты. Начальник ПТО на это только беспомощно развёл руками. Мы естественно ретировались, а незаменимая учётчица вернулась к любимому MS Excel.

Немного раньше по просьбе ПТО Тюменской ТЭЦ-1 ОАО «Фортум» мы взялись за реализацию расчётов ТЭП по цене в 10 раз меньшей сегодняшней, т.е. при минимальном финансовом риске. Нами всё было реализовано с автоматическим вводом данных из их систем АСКУЭ и АСУТП и с получасовыми расчётами фактических и нормативных ТЭП. Но когда пришло время сдавать систему, выяснилось, что предоставленные нам энергетические характеристики оборудования неверные, а входные сигналы далеки от истины. С помощью программных «костылей» мы доказали, что с нашей стороны всё верно. Но в итоге система была заброшена, т.к. ТЭЦ отказалась продолжить работу через дополнительное соглашение для устранения станционных же ляп.

А ещё раньше мы выполняли работу для Каширской ГРЭС ОАО «ИНТЕР РАО – электрогенерация» (раньше была в ОГК-1) по программированию нормативно-технической документации по топливоиспользованию на нашей системе. Когда всё успешно сдали, то выяснилось, что девочку, которую мы обучили, на пол года из ПТО перевели в КТЦ для стажировки. Итог: система – в мусорной корзине.

Но самый анекдотичный случай был в ОАО «НТЭК» (Норильск). Они на заре развития системы закупили комплексы для 3-х ТЭЦ с целью самостоятельной адаптации. Через несколько лет снова пригласили нас для реализации десятка задач, согласно ТЗ. Мы были уверены, что у них все расчёты ТЭП уже реализованы, а нам предстоит только пройтись рукой мастера и помочь им наладить дополнительные задачи. Но по приезду к нашему ужасу оказалось, что у них вообще всё на нуле. А время у нас двоих не больше одного

месяца для 3-х ТЭЦ, которые разбросаны территориально. Нам пришлось задействовать генератор проектов фактических и нормативных ТЭП в системе и на их основе задействовать дополнительные задачи. Для качественной отладки всего комплекса мы обратились с предложением о дополнительном соглашении. На что получили бюрократический отказ и требование о необходимости всё выполнить в точности согласно ТЗ. Ну, разве ж можно так со специалистами? Нам оставалось только ответить: есть. Мы поняли это буквально и выбросили из системы 90% расчётов, составили протоколы для каждой ТЭЦ с перечнем всех задач из ТЗ, где при сдаче собирали подписи под каждой задачей протокола. На приёмной комиссии мы всё великолепно продемонстрировали и предъявили все протоколы со всех ТЭЦ, но добавили, что полной системы с расчётами 3-тех (энерго) у них нет.

С подобным менталитетом мы сталкивались ещё на двух десятках ТЭЦ, ГРЭС и АЭС.

Особенно меня поразил контакт с моей родной Белоярской АЭС, где я был в штате 4-е года при строительстве и запуске БН-600, и где я совместно с ЦНИИКА внедрял комплекс УРАН. Начальник ПТО пригласил нас продемонстрировать им нашу систему, что мы и сделали с их SQL-сервером на Oracle. Вроде всё понравилось, и претендентов иных нет. Но во время конкурсного отбора нас не пропустили из-за отсутствия допуска, зато Томский политехнический университет прошёл, похоже, вообще без опыта работы с электростанциями в части расчётов ТЭП. Но на Кольской АЭС мы также вели работу без допуска, да нам и на самой АЭС вообще присутствие не нужно, т.к. я 10 лет на них отработал и все секреты знаю. После Белоярской АЭС я внедрял системы на Игналинской АЭС (2 энергоблока) и на АЭС Дукованы (Чехия, 4 энергоблока) по просьбе Минприбора.

И где вы здесь из всего выше сказанного увидели риски? Их просто нет, а есть обычный менталитет равнодушия. А чтобы не допустить при внедрении Smart-MES подобного отношения, нами приняты следующие правила.

Все внедрения мы выполняем только сами без посредников. Перед подписанием договора мы требуем предоставить нам все постановочные материалы по расчётом ТЭП с контрольными примерами, включая входные сигналы, причём с указанием в договоре гарантий их верности. Мы выполняем только получасовые (поминутные) расчёты фактических и нормативных ТЭП с мониторингом аналитики по перерасходу топлива на БЩУ для принудительной мотивации эксплуатационного персонала на экономию этого топлива. Все сменные, суточные и месячные ТЭП для отчётов формируются только накоплением из получасовых ТЭП. После подписания нами договора и до завершения работ больше никакие материалы нами не принимаются. А все дополнения и изменения оформляются только через дополнительные соглашения.

Вот передо мной свежее Техническое Задание на закупку услуг по ранее внедренному программному комплексу (ПК) для ПТО Верхнетагильской ГРЭС ОАО «ИНТЕР РАО – Электрогенерация» в 2014 году. В ТЗ в общих требованиях сказано: п.2.1. Обеспечение устойчивого функционирования внедрённого программного обеспечения, поддержание актуальности данных и приведение алгоритмов её работы к изменяемым условиям эксплуатации, вызванных потребностью пользователей, или изменением и расширением интерфейсов взаимодействия с системой. Срок 10 месяцев.

Другими словами ранее внедрённый софт не обладает данными возможностями, а, следовательно, он и дальше не будет ими обладать. Эти закупки могут быть бесконечными, т.к. жизнь постоянно меняется.

И здесь мы видим, что повсеместно внедряются системы без возможности оперативной адаптации к новым условиям без разработчика. Если для ПК нужно 10 месяцев, то для Smart-MES потребуется несколько минут без дополнительного финансирования, т.к. всё это легко сделают сами технологии в реальном времени.

## 19. Теория аварий и Теория глобальных катастроф

---

Фирма ИнформСистем доказывает справедливость, предложенной ею, теории аварий АЭС, используя принцип аналогии с имеющейся и признанной теорией катастроф [15]. Но Теория техногенных и природных катастроф не предоставляет возможности управления развитием этих катастроф, она их только объясняет и дает возможность прогнозирования. А наша Теория аварий напротив даёт возможность по своевременному недопущению развития аварийной ситуации на АЭС и на ТЭС.

Наука определяет понятие аналогия, как сходство в свойствах или признаках. Умозаключение по аналогии – это вывод, в результате которого достигается знание, используемое для формулирования научной гипотезы. Но знания, полученные по аналогии (даже безусловной или строгой) всегда только вероятны. Их достоверность должна подтверждаться практикой.

Авария – это повреждение машины, станка, оборудования, здания, сооружения, сопровождающееся нарушением производственного процесса и связанное с опасностью для человеческих жизней. Катастрофа – это крупная авария с большими человеческими жертвами, т.е. событие с весьма трагическими последствиями. Различие между аварией и катастрофой заключается в тяжести последствий и наличии человеческих жертв.

Любая авария или катастрофа не может произойти по какой-то одной причине. Все аварии – это результат действия нескольких причин и совокупности неблагоприятных факторов. Самый частый вариант, это когда ошибки, допущенные при проектировании, взаимодействуют с ошибками, допущенными при монтаже, и усугубляются неправильной эксплуатацией.

Термины «катастрофа» и «теория катастроф» были введены Рене Томом и Кристофером Зиманом в начале 1970-х годов. Катастрофа в данном контексте

означает резкое качественное изменение объекта при плавном количественном изменении параметров, от которых он зависит. Важным достоинством Теории катастроф является то, что она не требует подробных математических моделей и может описывать ситуации не «количественно», а «качественно».

Теория катастроф применяется к исследованиям биения сердца, в геометрической и физической оптике, эмбриологии, лингвистике, психологии, экономике, гидродинамике, геологии и теории элементарных частиц, моделированию деятельности мозга и психических расстройств, восстаний заключенных в тюрьмах, поведению биржевых игроков, влиянию алкоголя на водителей транспортных средств.

А вот для АЭС теория катастроф именно для практического использования не подходит. Для этого и предложена новейшая теория аварий, как отражение теории катастроф. В теории аварий введено понятие «некорректное возмущение», которое объединяет любые технологические изменения, которые нарушают нормальный ход производства на АЭС: износ оборудования, сбой автоматики, ошибка оператора, т.е. вполне дискретные изменения. В данном случае, износ оборудования, включая и коррозию трубопроводов, должны рассматриваться в совокупности с текущей нагрузкой.

Таким образом, теория катастроф четко формулирует развитие любой катастрофы, как медленное наращивание различных количественных факторов и качественный мгновенный переход в иное состояние. Другими словами, постепенное увеличение потенциальной энергии ведет в определенной точке к скачкообразному переходу ее в кинетическую энергию.

Используя метод аналогии с теорией катастроф и то, что авария и катастрофа это родственные понятия, сформулируем теорию аварий АЭС: Аварийная ситуация посредством постепенного наращивания некорректных возмущений при наборе определенной критической их массы мгновенно переходит в разрушительную аварию.

Поэтому развитие любой аварии на любом производстве и, особенно, на АЭС обязательно имеет две фазы:

1) Появление аварийной ситуации, которая начинается с первого же некорректного возмущения и постепенно обрастает новыми этими некорректными возмущениями до создания ими некоей критической массы. Этот период может занимать сколько угодно времени вплоть до нескольких лет. Величину критической массы знать заранее просто невозможно.

2) Созданная критическая масса некорректных возмущений мгновенно приводит к разрушительной аварии, а на АЭС дополнительно с радиоактивными выбросами и к непоправимым моральным и физическим последствиям для всего общества.

Но самое страшное и ужасное здесь то, что на АЭС постоянно всегда развивается не одна, а несколько аварийных ситуаций, образуя собой определенные ветки, находящихся в разных стадиях развития. Эти ветки могут пересекаться, тогда набранные в них количества некорректных возмущений суммируются, скачкообразно тем самым, приближаясь к критической массе или сразу же её создавая.

Доказательством, что на АЭС всегда существует множество веток аварийных ситуаций, является износ всего оборудования. Никто не будет отрицать, что износ, как и коррозия, с годами отрицательно сказываются на нормальном функционировании АЭС, а значит, эти факторы являются, согласно теории аварий – некорректными возмущениями. Но износ и коррозия есть всегда, а в совокупности с нагрузками они представляют собой, по сути, зарядки различных веток аварийных ситуаций.

На АЭС для предотвращения перехода аварийной ситуации в разрушительную аварию существует многоэшелонированная защита. Она срабатывает при подходе наращивания количества некорректных возмущений к критической массе, т.е. близко к моменту возникновения разрушительной

аварии. С одной стороны, это очень хорошо, что безопасность АЭС обеспечивает надёжная защита. Но с другой стороны, успокоение надеждой только на эту защиту называется крайней беспечностью, т.к. по теории вероятности даже самые надёжные механизмы иногда подводят.

Поэтому, теория аварий дает возможность вообще развитие аварийной ситуации не доводить до крайности, т.е. до срабатывания защиты. Здесь идея очень простая. Если появившиеся некорректные возмущения оперативно выявлять и устранять, то приближение критической массы этих некорректных возмущений вообще не будет, а, следовательно, и защиты никогда не будут срабатывать. Таким образом, АЭС станет – безаварийной.

Нами разработаны аксиомы новейшей теории аварий на атомных электростанциях, на основе которой сформулирована безаварийная технология эксплуатации энергоблоков, и которая с иных позиций обеспечивает абсолютную безопасность АЭС.

«Росэнергоатом» утверждает следующее: «На всех АЭС действует система учёта, классификации и анализа событий низкого уровня (предвестников аварийных ситуаций), позволяющая заблаговременно выявлять наметившиеся негативные тенденции в обеспечении безопасности и принимать необходимые корректирующие меры».

Здесь сразу возникают вопросы: А где анализ износа оборудования и старения трубопроводов в совокупности с нагрузками, а где анализ ошибок действия оператора, а где анализ на ложное и самопроизвольное срабатывание автоматики? И все это именно в общей взаимосвязи со всеми процессами на энергоблоке. Ни на одной АЭС этого просто нет. И когда, после очередной экстренной остановки энергоблока, пишут, что выясняется первопричина аварийной ситуации, то это говорит о незнании основ теории аварий. Никакой первопричины аварии в природе не существует, а есть совокупность некорректных возмущений, достигших аварийной критической массы.

Например: разрывается трубопровод. Какая в данном случае первопричина: или повышенное давление в трубе, или большой объём ржавчины? Оказывается ни то и ни другое, а только совокупность этих факторов. Или при пожаре обычно говорят, что причина в замыкании проводки. Это категорически не верно, т.к. на самом деле причина в комплексе факторов: легко воспламеняемая среда, повышенный ток, отказ токового автомата и наличие источника огня из-за пробоя изоляции проводки.

Таким образом, знание теории аварий позволит не просто не допустить и близко разрушительную аварию, а создать вообще безаварийную технологию эксплуатации АЭС. В данном случае, как уже говорилось, некорректным возмущением назовём любое изменение, ухудшающее технологию производства: износ оборудования, ошибка оператора, ложное срабатывание и т.д.

### **Аксиомы новейшей Теории аварий:**

1) Авария состоит из двух фаз: продолжительная аварийная ситуация и скоротечная разрушительная авария. Аварийная ситуация может длиться годами, начиная с единичного некорректного возмущения. Постепенно она обрастает новыми некорректностями. Когда же их количество наберёт некую критическую массу, то аварийная ситуация переходит в разрушительную аварию. Защиты на АЭС фактически срабатывают на самом последнем этапе аварийной ситуации.

2) Никогда одно некорректное возмущение не приводит к разрушительной аварии. Для возникновения данной разрушительной аварии необходимо два и более некорректных возмущений, составляющих критическую массу. Каждая авария характеризуется своей критической массой.

3) Новое некорректное возмущение на АЭС может быть как зачатком новой аварийной ситуации, так и быть дополнением к уже имеющейся аварийной ситуации. Таким образом, на АЭС всегда существуют несколько

веток этих аварийных ситуаций, которые могут пересекаться или развиваться независимо. Критическая масса может создаваться постепенно или скачкообразно при пересечении аварийных ситуаций, когда их уже набранные массы складываются.

В настоящее время на всех АЭС полностью отсутствует диагностика начальной стадии аварийной ситуации. Поэтому кажущаяся спокойная обстановка на энергоблоке на самом деле очень опасна. Это говорит о том, что фактически весь персонал на всех атомных электростанциях, работают в условиях аварийной ситуации, т.к. износ конкретного оборудования уже является некорректным возмущением.

Теперь представьте начальную идеалистическую картину, когда на энергоблоке все нормально, т.е. абсолютно отсутствуют все некорректные возмущения. В данном случае для простоты износ оборудования учитывать не будем. И вот запускается производство. За всеми изменениями в реальном времени следит система Smart-MES, и постоянно проверяют эти изменения на корректность. При выявлении первого же некорректного возмущения система тут же сообщает на БЦУ для своевременного устранения данной некорректности.

Естественно, сразу же делается всё возможное для придания производству нормального технологического состояния. И некорректное возмущение удаляется. На энергоблоке опять нормальная спокойная производственная ситуация до появления следующей некорректности.

А теперь проанализируем это согласно теории аварий. Если все возникающие некорректные возмущения ликвидируются сразу же при их появлении, то создание критической массы некорректностей просто исключается, а, следовательно, и защиты, которые срабатывают на завершающей стадии аварийной ситуации, никогда не будут задействованы. А это значит, что энергоблок экстренно также никогда не будет останавливаться.

В данной ситуации вполне можно говорить, что функционирование АЭС стало абсолютно безопасным, т.е. просто безаварийным.

А сейчас представьте перспективы, которые сулит данная безаварийная технология АЭС. Вопросы, связанные с возможными радиоактивными выбросами остались далеко позади. Общество предпочитает всем ТЭЦ, ГРЭС и ГЭС только АЭС, как самые экологически чистые. Атомная электроэнергетика России приобрела второе дыхание, заткнув за пояс атомные технологии западных стран, особенно США.

Но в данной ситуации, возникающие бюрократические отписки, не просто демонстрируют сильную инерционность мышления атомщиков, но и своим безразличием они тормозят экономическое развитие России. Короткий смысл данных отписок заключается в том, что у нас, мол, и так всё хорошо и нам ничего не надо. А между тем атомные энергоблоки экстренно останавливаются, подвергая общество радиационной опасности, т.к. и глубоко эшелонированные защиты когда-либо могут отказать.

Есть несколько Теорий хоть как-то связанных с аварией, это: Теория надёжности, Теория безопасности, Теория риска, а вот именно Теории аварий до сих пор почему-то нет. Но ведь такая Теория, которая бы описывала сам процесс развития любых аварий, должна быть. Ведь когда известен этот механизм, то тогда с ним можно и бороться. А раз Теории аварий нет, то именно поэтому катастрофически разрушаются электростанции, нанося вред не только Генерирующему компаниям, но и России в целом.

Следующие выдержки взяты из научных статей в Интернете:

«Теория надежности оперирует со случайной величиной времени между последовательными отказами – для уникальных аварий эта величина стремиться к бесконечности (кроме того, причинами аварий выступают не только отказы техники, но и плохо формализуемые ошибки человека, и слабо предсказуемые нерасчетные внешние воздействия)» [53].

«Оптимистичные результаты ВАБ (вероятностный анализ безопасности) на ЧАЭС сыграли тогда злую успокоительную шутку. Ошибки прошлого устранились, инструменты ВАБ совершенствовались в узкоспециализированном отраслевом направлении для сокращения влияния неопределенностей. Сегодня ВАБ – признанный специализированный дополнительный инструмент оценки соответствия в атомной энергетике» [53].

«Временной цикл существования ОПО (опасный производственный объект) включает в себя как штатное функционирование, так и аварийные события. Аварии катастрофического характера в пределе могут завершать жизненный цикл ОПО. Самый грубый анализ известных опасностей аварий на ОПО указывает на предпочтительность исполнения действующих правил безопасности, полученных эмпирическим путем из трагического опыта прошлых промышленных аварий»

«Совокупность знаний, содержащихся в правилах безопасности (включая качественные индикаторы и количественные показатели), невозможно подменить результатами анализа опасностей и количественной оценки риска. Первые упорядочивают прошлое и предупреждают известные неудачи в настоящем, а вторые ищут прорехи в будущем. Приемлемый риск аварии не может служить единственным критерием безопасности объекта» [54].

Здесь приведены наиболее яркие выдержки современного состояния в научных кругах вопроса, связанного с авариями. И заметьте нигде не сказано о характере развития самой аварии. Везде авария представляется эдаким моментально возникающим разрушительным процессом. Но на самом-то деле это далеко совсем не так.

Авария как живой организм развивается постепенно, а не враз. В этом и состоит фундаментальная основная тотальная ошибка учёных, которые от своей безысходности к аварии притягивают и Теорию риска, и правила безопасности. Ведь для Чернобыльской АЭС по Теории риска аварии не

должно было быть, а она возьми да и случись. После этого учёные с апломбом заявили, что сейчас то они всё учили. Но это полнейшая ложь и чушь, как и ложь в том, что если работать строго по инструкциям, то и аварии никогда не будет.

Для наглядности описания сути аварии возьмём самый простейший пример: Взрыв дома из-за утечки газа. Всем абсолютно понятно, что для факта самого взрыва должны быть три составляющие: утечка газа, замкнутый объём и источник огня. Отсутствие любого обеспечит полную невозможность самого взрыва. Но соответствующая взрывная концентрация газа при утечке создаётся не враз, а постепенно. А за утечкой газа очень легко следить, но соответствующих датчиков в квартирах нет. Можно конечно здесь говорить и о вероятности взрыва, и об инструкциях пользованием газа, которые у всех есть и которые никто не читал, а если и читали, то давно забыли. Но чего проще для предотвращения аварий – поставить датчики с автоматическим перекрытием газа. В данном случае и Теория рисков не нужна и инструкции не нужны. А самое главное, сэкономятся миллиарды рублей от отсутствия необходимости строить новое жильё пострадавшим. А человеческие жизни вообще бесценны.

Но электростанция в миллионы раз сложнее и динамичнее рассмотренного примера. Как могут сотни человек, работая на разных участках, предусмотреть тысячи явных и неявных всевозможных ситуаций? Тем более что в настоящее время существующая конъюнктура эксплуатационного персонала на всех электростанциях «звёзд с неба не хватает». Поэтому им в помощь и должна прийти Теория аварий с соответствующей реализацией в виде системы Smart-MES.

Почему-то учёные умы считают, что если на атомных и тепловых электростанциях есть защита от аварий, то всё в порядке с этим явлением. Но они забывают про коммерческую составляющую этого факта. Любое срабатывание противоаварийных защит обязательно ведёт к финансовым потерям. Но защита может и не сработать, тогда и потери несоизмеримы. Ведь никто не будет возражать, что лучше вообще не допускать срабатывания защит.

Вот для этого то и нужна Теория аварий, надо понимать суть любой аварии, тогда и бороться с ней будет легко.

Следует чётко осознавать, что никогда одна причина какой-либо некорректности не приводит к аварии. Это чётко демонстрирует выше приведённый пример. Также следует понимать, что сама авария включает две фазы своего развития: первая – это аварийная ситуация, вторая – сама разрушительная авария. Аварийная ситуация протекает медленно и не заметно, начиная с одного фактора некорректности и постепенно обрастаая иными факторами. С достижением критической массы этих некорректностей аварийная ситуация переходит в уже видимую аварию, диагностированием и предотвращением которой и занимаются защиты.

Таким образом разрушительная авария является пороговой функцией без возможности возврата к исходным позициям, а аварийная ситуация не является такой пороговой функцией и на любом этапе её можно вернуть в нормальное состояние, т.е. не доводить ситуацию до срабатывания защит. Задача заключается только в том, чтобы в начале развития этой аварийной ситуации выявить первую некорректность и своевременно сообщить об этом для последующего её устранения без потери режима и темпа работ на электростанции.

Возьмём для убедительности ещё пример с металлическим трубопроводом. Понятно, что со временем труба неравномерно ржавеет под воздействием агрессивных сред, а, следовательно, от этого её прочность падает. Но для того, чтобы на этом трубопроводе произошла авария с его разрывом, нужны два фактора, это текущее состояние ржавеющего металла и наличие в трубопроводе давления, превышающего текущую прочность трубы. Но ведь труба ржавеет постепенно годами, следовательно, и рабочее давление необходимо постоянно снижать, тогда и не будет этих разрывов. Но за этим на электростанциях нет текущего контроля, а это же тысячи участков.

На атомных электростанциях есть (по крайней мере, в мою бытность была) функция регистрации инициативных сигналов, которые необходимы для выяснения первопричины срабатывания противоаварийных защит. Но, как правило, никаких положительных результатов она не приносила. Правда, работая в Чехословакии на АЭС Дукованы, я максимально увеличил разрешающую возможность этой функции без потери инициативных сигналов, но, однако, здесь уже не верны сами посылы. Инициативные сигналы не показывают причину начала аварийной ситуации, а информируют только о завершающей стадии, поэтому они абсолютно бесполезны для анализа и разбора полётов.

Ведь если причиной начала аварийной ситуации может быть только один некорректный параметр, то задача по предупреждению аварий должна заключаться именно в своевременной диагностике и выявлении этого сигнала. Но как это сделать никто не знает, т.к. до сих пор перед наукой такой задачи и не стояло из-за искаженного понятия самой аварии, которое они же сами и не домыслили.

Много лет назад я был на конференции по предупреждению аварий в московском институте по атомной энергетике, где этой тематикой много лет занималось огромное число учёных. И вот одна из глобальных разработок заключалась в фиксировании технологических срезов на АЭС при срабатывании противоаварийных защит, т.е. накопление базы знаний об авариях с последующим распознаванием динамических образов. Сейчас это кажется настолько смешным и нелепым, когда нам известны элементарные иные подходы к реализации этой наиважнейшей проблемы.

Рассмотрим текущее технологическое состояние электростанции и предположим, что в данный момент всё корректно, т.е. всё исправно работает. Здесь имеется в виду, что абсолютно все и дискретные, и аналоговые параметры функционируют согласно установленного регламента. Но вдруг по какой-либо причине некорректно срабатывает один параметр из нескольких

десятков тысяч. Задача заключается в оперативном диагностировании этого параметра. Но как определить его корректность?

Здесь необходимо понимать суть самого технологического процесса, а именно его запуск или остановка. Для запуска любого процесса выполняются в строгой последовательности конкретные действия, т.е. мы не можем выполнить следующий шаг пока не выполнен предыдущий, учитывая, что все ещё более предыдущие уже выполнены, а все последующие ждут своего выполнения. И если мы с этим соглашаемся, а на всех электростанциях так действительно и есть, то тогда для определения корректности срабатывания какого-либо параметра совсем нет необходимости анализировать состояние всех параметров, а вполне достаточно проверить только смежные.

В данном случае логическое условие корректности изменения параметра выглядит следующим образом:

$k_i = +K(i-1) \& -K(i+1)$ , где:

$i$  – текущий шаг,

$k$  – один текущий параметр,

$K$  – совокупность параллельных параметров,

$(+K, -K)$  – условно включено, выключено.

Таким образом, изменение параметра корректно, если все предыдущие смежные параметры включены, а все последующие смежные параметры выключены.

Здесь есть одна особенность, что для определения корректности изменения параметра логическое условие корректности одинаковое как при запуске технологического процесса, так и при его остановке. Таким образом, описав подобные логические условия для каждого параметра, легко определяется его корректность изменения.

В Интернете встретил фразу, что учёные и инженеры так и не могут понять, как же возникает авария. Но это только доказывает справедливость и

верность нашей Теории аварий, по которой следует, что для возникновения аварии необходимо несколько причин. Никогда одна причина не приведёт к аварии.

Вот произошёл взрыв боеприпасов на складе под Самарой [55]. Это также крупнейшая авария. Можно, конечно, высказать крамольную мысль, что для срочной утилизации нескольких миллионов боеприпасов с целью, например, замести следы массового хищения, элементарно сымитировали несчастный случай с самоподрывом. Или пожар в крупнейшем доме также является аварией. И смешно же затем от пожарников слышать, что причиной явилось короткое замыкание проводки. Но всё это от незнания Теории аварий, по которой следует, что для любой аварии необходимы минимум две причины или два некорректных возмущения.

Серьёзное восприятие нами созданной Теории аварий всеми государственными службами позволит совершенно по-новому взглянуть на эти разрушительные процессы и сохранить миллиарды рублей, которые необходимы для созидательной деятельности общества. Согласно этой Теории для аварии необходимы несколько некорректных возмущений, которые появляются самопроизвольно в различные периоды. И если мы своевременно ликвидируем первое возмущение, то и спасём АЭС от аварии.

На основании своего 40-летнего опыта эксплуатации ядерных энергетических установок Смутневым В.И. написана работа (Практическая культура безопасности эксплуатации АЭС) [16], которую стараются не замечать все официальные лица и организации.

В этой работе Смутнев В.И. написал следующее: «Блок АЭС - потенциально опасная сложная технологическая система, действующая по своим природным принципам и законам, которые не может ни изменить, ни отменить ни один человек в мире, какую бы высокую должность он ни занимал. Законы эти надо знать, понимать и выполнять безусловно».

В своей работе Смутнев В.И. приводит следующие основополагающие аксиомы культуры ядерной эксплуатации:

- 1) Машина (блок АЭС) взаимодействует не только (и не столько) с человеком-оператором, но с определенным управляющим сообществом.
- 2) Машина «не знает» и не может знать законов человеческого общества.
- 3) Машина представляет собой всегда абсолютно жестко детерминированную (причинно-следственную) систему.
- 4) Инструкции и правила эксплуатации блока АЭС всегда относительны (в меру относительности познания человеком законов действия машины на данный момент).
- 5) Иерархическая структура управляющего сообщества, взаимодействующего с машиной (блоком АЭС), - объективно недетерминированная система.
- 6) Оператор - человек со всеми физиологическими, психическими и социальными особенностями человека вообще.

Всё что сказано Смутневым В.И. согласуется с нашей Теорией аварий.

Для примера рассмотрим организм человека. Внутри человека постоянно происходят процессы, которые от него не зависят, и поэтому напрямую управлять ими он не в состоянии. Скажем, пищеварительный тракт, кровеносная система, дыхательные пути. Но организм при каких-либо неполадках (некорректных возмущениях) даёт человеку об этом сигнал, например, через боль. Человек может реагировать, принимая лекарство, или не реагировать. При своевременном не реагировании количество этих некорректных возмущений будет накапливаться, точно так же как на энергоблоке, и человек попадает в реанимацию, а на АЭС срабатывают защиты. Далее человек может и не выжить, а на АЭС защиты могут и не обеспечить абсолютную безопасность от радиоактивных выбросов.

Но в отличие от организма человека на современных АЭС диагностика о некорректных возмущениях полностью отсутствует. И, казалось бы, вполне

очевидным, что лучше заранее, т.е. в самом зародыше, предупреждать развитие аварийной ситуации, чем быть беспомощными свидетелями уже свершившегося факта внезапного срабатывания защит. Но ведь не секрет, что экстренное глушение реактора с интенсивным отводом теплоты, т.е. далеко нештатной ситуации, ведёт к сокращению ресурса самого реактора. А это всё огромные финансовые потери.

Как человек не должен полагаться на спасительную реанимацию, так и «Росатом» не должен довольствоваться защитами на АЭС, какими бы они не были. Если человек своевременно принимает пилюлю, то на энергоблоке также своевременно должна выявляться и устраняться некорректность возмущения в виде: износа оборудования в сочетании с нагрузками, самопроизвольного срабатывания автоматики и ошибочных действий оператора. Тогда человек спокойно без реанимации доживает до старости, а энергоблок без срабатывания защит спокойно будет функционировать до окончания срока службы.

Смутневым В.И. в своей работе отражена главная мысль, что хоть оператор и управляет процессами на энергоблоке, но он не в состоянии охватить всё многообразие внутренних процессов, а значит и не может правильно и своевременно оценить текущую ситуацию, которая незаметно для оператора претерпевает изменения. Поэтому здесь необходимо применить иной подход по контролированию во взаимосвязи абсолютно всех маломальских изменений на их корректность, также необходимо для обеспечения абсолютной безопасности АЭС направить философию взглядов именно на её безаварийность.

Всё это подвластно системе Smart-MES, которая, используя Теорию аварий и имея безграничные возможности по легчайшей адаптации к любой АЭС, может заранее выявить и своевременно сообщить о некорректных изменениях на энергоблоке, создавая тем самым благоприятную ауру вокруг АЭС. Если все некорректные возмущения будут сразу же устраняться, то они не будут накапливаться, а, следовательно, дело никогда не дойдёт до

срабатывания защит. Таким образом, со временем для обеспечения безопасности АЭС роль защит уйдёт на задний план, т.к. энергоблоки станут вообще безаварийные, а защиты будут только для перестраховки.

Ведь если предлагаемая технология предупреждения аварийных ситуаций от безопасности приводит к безаварийности АЭС, то это уже возродит совсем иное отношение общества к атомной энергетике в целом, и на международном уровне все страны предпочтут иметь только безаварийные российские АЭС.

## 20. Логика предупреждения аварий на Smart-MES

---

«Есть логика намерений и логика обстоятельств, и логика обстоятельств сильнее логики намерений» – И.В. Сталин [56]. Но есть еще и логика предупреждения этих обстоятельств.

Производственная деятельность на электростанциях использует логику намерений, а аварии на этих же электростанциях происходят в соответствии с логикой обстоятельств. Но раз логика обстоятельств сильнее логики намерений, то аварию, если ей в силу обстоятельств суждено быть, уже не остановить. И в настоящее время все средства на электростанциях ориентированы только на снижение последствий уже свершившейся аварии. Но возникает вопрос: Зачем же вообще допускать эту аварию, когда есть логика предупреждения обстоятельств, т.е. аварий?

Кстати, все предсказатели и экстрасенсы давно уже используют логику предупреждения обстоятельств. Здесь учитываются и построения планет, и знаки Зодиака, и народные приметы. Но если предсказать природную аварию довольно сложно, то предсказать современную промышленную аварию – просто элементарно. Почему же на электростанциях, которые относятся к категории опасных, особенно атомные электростанции, не используется логика предупреждения обстоятельств, а именно аварий? Да потому что, никто не знает, как это делать. А ведь у нас давно уже есть готовые решения.

Рассмотрим простенький пример. Есть три дискретных параметра «A,B,C», которые обязательно в строгом порядке следует включать и выключать, а нарушение этого порядка обуславливает аварийную ситуацию. На электростанциях сосредоточены десятки тысяч подобных дискретных параметров, и уловить одно, тем более - несколько самопроизвольных некорректных срабатываний, на первый взгляд, очень сложный вопрос, который до сих пор крупными отраслевыми институтами не решен. В данном

случае, различные ухищрения в виде дублирования, не решают проблемы по быстрому выявлению этого самопроизвольного, а значит, некорректного срабатывания. Но именно от своевременного обнаружения и зависит сам факт предупреждения аварийной ситуации, ну и, следовательно, аварии.

В данном случае предлагается очень простой алгоритм. Для обнаружения самопроизвольного срабатывания совсем не нужно анализировать весь технологический срез, т.е. взаимное состояние всех параметров. Вполне достаточно анализировать состояние только смежных параметров. Если данное состояние корректно, то все нормально, а в противном случае, это является самопроизвольным срабатыванием, а значит, является аварийной ситуацией. В данном случае подразумевается, что есть строгий и четкий регламент запуска и остановки, как отдельных участков электростанции, так и электростанции в целом. И он на самом деле есть.

А сейчас, вернемся к нашему примеру и условимся обозначать: a,b,c – выключено (начальное состояние); A,B,C – включено (конечное состояние). И опишем в скобках состояния смежных параметров при последовательном включении «a,b,c» для определения их корректности: A(b); B(A,c); C(B). Все очень просто! Теперь при выключении: A,B,C – включено (начальное состояние); a,b,c – выключено (конечное состояние). И опишем в скобках состояния смежных параметров при последовательном выключении «A,B,C» в обратном порядке для определения их корректности: c(B); b(A,c); a(b).

Здесь наблюдается интересный факт, что состояния смежных параметров абсолютно одинаковые при различных направлениях изменения конкретного дискретного параметра. А сейчас сымитируем самопроизвольное изменение параметра «B» при всех включенных и при всех выключенных параметрах. Состояния смежных параметров в данном случае в обоих вариантах будут следующие: b(A,C); B(a,c). Как мы видим, в обоих случаях отсутствует совпадение с корректным состоянием смежных параметров, которые

соответствуют:  $b(A,c)$ ;  $B(A,c)$ . Вот и выявлена аварийная ситуация, а значит и предупреждена авария!

Совместно с дискретными параметрами обязательно присутствуют и аналоговые параметры с нижней и верхней уставками. В случае выявления некорректной ситуации оператору на БЩУ выдается совет или указание к действию, или даже может быть автоматически произведено управляющее воздействие для сохранения прежней ситуации. Все это легко описывается на мета языке в текстовых проектах задач системы Smart-MES.

Таким образом, здесь стоит две задачи: как моментально среди сотни тысяч потенциальных возмущений на энергоблоке моментально выявить именно некорректное возмущение и как обучить систему осуществлять все эти действия по распознаванию аварийной ситуации. Ведь в данном случае реализации, которые используются в АСУТП, не подходят. Здесь должен быть использован принцип нейродинамического программирования распознавания динамического образа.

Анализ на корректность возмущений упрощенно выглядит следующим образом. Есть предыдущий технологический срез и текущий, в котором выявляются возмущения или изменения. При наличии данного изменения оно проверяется на корректность, например, следующим уже ранее сказанным методом.

Если мы рассмотрим направленную связанные последовательность управляющих параметров:  $A, B, C$  – то правило корректности изменения для параметра « $B$ » будет следующим:  $B=[A]\&[-C]$ , где:  $[A]$  – множество смежных уже задействованных параметров,  $[-C]$  – множество смежных еще не задействованных параметров. Здесь под параметрами понимается любое возможное возмущение.

Авария – самопроизвольное развитие технологического процесса на электростанции вопреки воле человека, которая направлена на разрушительную

деятельность. Авария всегда возникает внезапно. Авария если возникла, то её уже не предотвратить. В данном случае действия человека направлены только на снижение её последствий. Источником аварии могут быть и природные явления, и износ оборудования, и человеческий фактор.

Перед аварией всегда есть аварийная ситуация, которую если своевременно обнаружить, то можно и предотвратить саму аварию, а значит и сохранить огромные финансовые средства Генерирующей компании. Аварийная ситуация имеет длительный период своего созревания. Она развивается постепенно в отличие от самой аварии, которая уже протекает молниеносно.

Это как прутик, который вы постепенно сгибаете. Если вы прекратите его сгибать, т.е. устраните причину его сгибания, то он примет первоначальное положение и будет таким же великолепным, как прежде. Но если вы вовремя не устраните причину, то прутик элементарно, в конце концов, переломится, и тогда он уже как прутик просто не годится, а надо покупать новый прутик.

Все 300 тепловых электростанций в России с огромным износом оборудования представляют собой сооружения из многих тысяч загнутых прутиков, которые находятся далеко не в устойчивом состоянии. Таким образом, достаточно одному прутику пройти грань дозволенного сгиба и вся эта конструкция моментально обрушится. А это значит, что произошла авария электростанции с человеческими жертвами. В сухом же остатке от нерадивости и недальновидности менеджмента – Генерирующая компания разорена, а руководство в тюрьме.

Мне могут возразить, что у нас всё итак предусмотрено. На что я, как специалист в атомной и тепловой электроэнергетике, скажу, что тогда бы не было аварий и на Чернобыльской АЭС, и на Саяно-Шушенской ГЭС, и других более мелких аварий на электростанциях. Авария – это такая штука, которая может быть, а может и не быть. В данном случае ни планово-

предупредительные ремонты оборудования, ни опыт эксплуатационного персонала не помеха возникновению аварии, если уж ей суждено быть в силу стечений многих обстоятельств.

Например: На электростанции в одно и тоже время различные специалисты на различных участках по различным причинам независимо друг от друга несколько отошли от регламента. В это же самое время на нескольких технологических участках аналоговые параметры сильно приблизились к недопустимым границам. И в это же время, как назло, на нескольких трубопроводах появились свищи. К тому же, высоковольтный провод почему-то оборвался. Вот вам и аварийная ситуация. Если же вовремя не разрулить, то всё полыхнёт. Но ведь все факторы в отдельности вполне допустимы и ничего страшного. Опасность представляет совокупность этих ситуаций, которая не может контролироваться человеком, т.к. для этого нужна система Smart-MES.

Возьмём, например, опрессовку трубопровода, которая делается для определения его готовности к отопительному сезону. Но ведь независимо от этого ветхие трубопроводы разрываются в самый неподходящий момент. А мелкая авария может вызвать более крупную и уже с человеческими жертвами. На электростанциях разные ветки трубопроводов имеют свою степень износа, а, следовательно, могут гарантированно выдержать только определённые значения температуры и давления. Но человеку не под силу это постоянно контролировать.

На электростанции тысячи дискретных параметров, сигнализирующих состояние задвижек и различных выключателей. Да, имеются различные схемные блокировки. Однако, весь эксплуатационный персонал почему-то проходит серьёзное обучение на тренажёрах и проверку на вменяемость. Следовательно, защиты от «дурака» нет. А иначе, зачем нужно обучение на иной технологии. Ведь каждая электростанция из 300 – уникальная. Но чего, казалось бы, проще: сел новичок на БЩУ и стал двигать «рычаги», а Smart-MES вежливо ему подсказывает, что нужно делать и в какой

последовательности. Здесь то и любой дурак быстро научится оптимально управлять сложнейшим оборудованием.

В общем, электростанция является сложным динамическим объектом очень повышенной опасности, где эксплуатационный персонал никак не защищён. Да он и не может быть защищён. Для этого должна быть гарантия невозможности аварии. А эту гарантию может обеспечить только Smart-MES, которая способна выявить любую аварийную ситуацию и своевременно предупредить об этом для последующего её устранения.

Иновационная Smart-MES в реальном времени способна контролировать и износ оборудования, и значения расчётных величин ТЭП, и состояния дискретных параметров. Но самое главное, что всё это делается в совокупности. Основное преимущество данной системы в том, что всё это реализуется быстро и просто. В любой момент алгоритмы анализа аварийной ситуации элементарно может корректировать и наращивать сам персонал электростанции.

Для эксплуатации Smart-MES практически не нужна специальная подготовка, т.к. изначально она была ориентирована для технологов. Вся система разворачивается от нажатия одной кнопки. В этот момент текстовые проекты анализа аварийных ситуаций компилируются во все составляющие системы: меню, база данных, экранные формы, отчёты, dll-программы и т.д.

В окончательном виде Smart-MES, являясь советующей, практически способна выполнять очень много переделов от оптимизации ресурсов и прогнозирования закупок топлива до полной ликвидации перерасхода топлива и предупреждения всех аварийных ситуаций, создавая тем самым иную творческую среду функционирования электростанции.

Нас убеждают, что в России самый безопасный ядерный реактор [57], под которым расположена «кастрюля» для локализации последствий аварии [58]. Без сомнения это нужно, но как крайний страховочный механизм. Ну, а где же система гарантированного предупреждения всех аварийных ситуаций?

Все средства для обеспечения безопасности АЭС условно можно разделить на статические (пассивные) и на динамические (активные). Так вот, на всех АЭС в России используются только пассивные средства безопасности, которые спокойно ждут своего часа, чтобы сработать в нужный момент. Но по закону подлости могут и не сработать. Яркий пример – авария в московском метро [59].

Образно это можно сравнить с войной, где при пассивной защите отряд сидит в окопе и ждёт, когда нападут, а при активной защите использует разведчиков, чтобы при нападении своевременно уйти в сторону и вообще избежать столкновения. В данном случае всем понятно, что знание заранее всей ситуации всегда лучше, чем отсутствие информации. И это может обеспечить система Smart-MES. Тогда и не возникнут ситуации с внезапными остановками энергоблоков, которым подвержены все российские АЭС.

В письме №9/04/3100 от 08.07.2013 из ОАО «Концерн Росэнергоатом» сказано: «Для обеспечения безопасности АЭС применяется концепция глубоко эшелонированной защиты, основанной на применении системы физических барьеров. Для своевременного обнаружения дефектов на АЭС используются современные средства диагностики, позволяющие предотвратить отказы оборудования и недопущение их перерастания в аварии».

Почему же тогда атомные энергоблоки внезапно останавливаются, если всё на АЭС предусмотрено? Или всё-таки в Росатоме не всё в порядке? А как сделать, чтобы было всё как надо, не знают даже в ИПУ РАН (Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук).

Недавно в Москве прошло XII Всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2014) в ИПУ РАН, для которого мы подготовили два доклада: «Технология предупреждения аварийных ситуаций на атомных электростанциях с использованием MES-Системы «MES-T2 2020» и «Новая концепция самонастраиваемости MES-Системы «MES-T2 2020» для

управления любым непрерывным производством и электростанциями». При этом на стадии отбора первый доклад забраковали, а второй одобрили.

Мне было вначале невдомёк, как же можно такую важную проблему, как безопасность АЭС оставлять без внимания, а потом понял, что этой проблемой ИПУ РАН сам занимается давно и безуспешно, и конкуренты ему не нужны. Для ВСПУ-2014 учёные из ИПУ РАН по тематике АЭС подготовили три доклада: «Эволюция АСУТП АЭС для ВВЭР, проблемы, нерешенные вопросы, новые угрозы и возможные направления развития» [60], «Автоматизация атомных электростанций – опыт ИПУ РАН» [61] и «Интеграция баз данных при разработке систем верхнего (блочного) уровня АСУ ТП АЭС» [62].

Но в этих докладах ни слова не говорится о возможности создания безаварийных АЭС. Мало этого в первом докладе сказано о необходимости разработки АСУТП АЭС четвёртого поколения, и что современные программно технические средства АСУТП не годятся для АЭС. Также сказано, что необходима унификация и сокращение номенклатуры средств и программного обеспечения, повышение самодиагностики АСУТП и ее защищенности, обеспечение участия в маневренных режимах для поддержания частоты в энергосистеме, обеспечение кибербезопасности.

Вот так здорово, оказывается, кибербезопасность очень нужна, а ядерная безопасность, получается, не очень. Или ИПУ РАН просто не знает, как к ней приблизиться. Когда «Росатом» утверждает, что на всех АЭС с диагностикой всё в порядке, а ИПУ РАН заявляет обратное, но без конкретных предложений, направленных на увеличение безопасности АЭС, то вывод напрашивается только один, что проблемы есть.

В аннотации к нашему докладу сказано следующее:

Фирма ИнформСистем предлагает на проблему безопасности АЭС посмотреть несколько с другой стороны, т.е. не с конца, как сейчас, а с начала, или рассматривать не конечную стадию аварийной ситуации, когда

срабатывают защиты, а начальную стадию, когда данная аварийная ситуация еще только зарождается. Обычно, когда срабатывает защита, то по инициативным сигналам пытаются понять первопричину аварийной ситуации. Но ведь эту первопричину можно выявить заранее, не доводя процесс до срабатывания защиты. В действительности же сразу может зарождаться несколько аварийных веток, и никто об этом даже не подозревает. Когда же в какой-либо ветке некорректные возмущения наберут критическую массу, то это и означает, что уже пора бы сработать защите. Но почему же необходимо сложнейшее и опасное для всего народа производство держать в постоянном внутреннем напряжении, когда можно вообще все возникающие некорректные возмущения гасить при их появлении. А это означает, что создание критической массы некорректностей в принципе будет не возможно, а, следовательно, и защиты никогда не сработают и вынужденных остановок энергоблока не будет, но не будет и никакой опасности для народа вообще.

В выше указанном письме директор по производству и эксплуатации АЭС «Росэнергоатома» заявил, что вероятность аварии составляет 0,00001 в год на реактор. Но эта цифра вероятности аварий хороша только для конструктивных сравнений, а не для успокоения народа. Фактически же согласно теории вероятностей это звучит следующим образом. Вероятность появления разрушительной аварии атомного энергоблока с радиационными выбросами очень маленькая, но эта авария может произойти в любой момент.

Поэтому и необходима динамическая безопасность АЭС на системе Smart-MES, которая в реальном времени каждую секунду просматривает абсолютно всю ситуацию на энергоблоке, касающуюся и износа оборудования, и ложного срабатывания автоматики, и ошибок оператора. Таким образом, система действует в опережение, постоянно выискивая все некорректности, для своевременного их устранения.

Почему система Smart-MES? Потому что её самоорганизация позволяет мгновенно в реальном времени модернизировать алгоритмы диагностики.

Пора бы уж «Росатому» переходить на автоматическое управление атомными энергоблоками на АЭС, да и Генерирующими компаниям на ГРЭС и ТЭЦ. Исторически было строжайше запрещено проектировать энергоблоки с автоматическим управлением. Аргументация заключалась в том, что при аварийной ситуации человек, привыкший к бездействию, не сможет своевременно вмешаться для предотвращения развития аварии.

Понятно, что тогда не было нашей самоорганизующейся Smart-MES, не было нашей теории аварий, не было нашего алгоритма когнитивной диагностики аварийных ситуаций, да просто не было мощных компьютеров. Но сейчас-то это всё есть. Мы всё сделали за вас и для вас, уважаемые атомщики и энергетики, для современных АЭС и для «Росатома», для современных ГРЭС и ТЭЦ и для Минэнерго. Берите, пользуйтесь нашими инновациями, которые сделают любые электростанции лучшими в мире, да и проектируйте безаварийные АЭС с автоматическим управлением энергоблоков.

Но сегодняшние архаичные БЩУ с системами СИУР и СИУТ выглядят просто смешно. Ведь если внезапно срабатывают защиты и останавливается энергоблок по непонятным причинам, то возникает вопрос, а где же был этот оперативный персонал и почему допустил остановку энергоблока? Ответ очень прост. Этот персонал при аварии просто бесполезен.

На самом же деле человеческий фактор только мешает, а при работе АЭС он вообще не нужен. Всеми процессами на АЭС должны управлять компьютеры по многоагентной технологии. А у диспетчера должны быть всего две кнопки: запустить и остановить энергоблок.

## 21. Авария это проигрышная игра Человека с Природой

---

Теория Игр – это математическая теория конфликтных ситуаций [63]. Условно, назовём производственную деятельность электростанции игрой Человека с Природой. В этой игре каждая сторона желает выиграть. Человек, управляя электростанцией, стремится принести любой ценой максимальную прибыль Генерирующей компании через выработку электроэнергии и тепла, не обращая внимания на Игру противника, т.е. Природы. А Природа также желает взять своё через износ оборудования, ржавление трубопроводов, различные поломки, пробои в обмотках трансформаторов, самопроизвольные срабатывания управляющей автоматики и ошибки самого Человека.

В данной игре без Smart-MES у Человека шансов нет. В конечном счёте, всё равно выигрывает Природа и происходит авария. Когда это произойдёт, никто не знает. Но если Человек не использует Smart-MES для постоянного контроля над этой конфликтной ситуацией, то это обязательно произойдёт. В данном случае планово-предупредительные ремонты не помогут – они, возможно, лишь несколько отодвинут аварию, но могут её и приблизить.

Представим, например, трубу. Она постоянно ржавеет, ржавеет она неравномерно. Но раз она ржавеет постоянно, значит, величина возможного максимального давления в этой трубе падает постоянно. И если за этим не следить, то в конечном итоге её разорвёт. А последствия этой аварии зависят от того, где она была установлена.

Рассмотрим, как это легко можно контролировать. Примем для нового трубопровода:  $K=1$ , а для максимального рабочего давления ( $P_m$ ):  $K_p = P_i/P_m \leq 1$ , где  $P_i$  – давление в « $i$ » день после начального запуска трубопровода. Примем также условие безаварийной ситуации:  $K \cdot K_p \leq 1$ . Причём, « $K$ » каждый день увеличивается на величину:  $1/(S \cdot 365)$ , где  $S$  – продолжительность срока службы в годах. Из этого следует, что в « $i$ » день

эксплуатации трубопровода допустимое рабочее давление должно быть следующим:  $P_i = P_m / (1 + i / (S * 365))$ .

Но раз подобного постоянного контроля нет ни на одной электростанции, то чем больший износ оборудования, тем вероятность возникновения аварий разной степени только увеличивается. Износ же на многих электростанциях превышает 50%, а они работают на полную мощность. Мало того, даже на атомных электростанциях продолжается эксплуатация энергоблоков, отработавших свой плановый ресурс.

Да, комиссия дает положительное заключение на продление. Да, не хватает электроэнергии и народу надо где-то работать. Но комиссия не может знать, что делается внутри труб. И даже их контроль может не выявить дефекты, появившиеся со временем. Даже если и произойдет авария на АЭС, то за это будет расплачиваться всё Государство, но на тепловых то электростанциях авария приведёт вообще к огромным убыткам именно Генерирующих компаний. К тому же новая тенденция расширения электростанций перспективными энергоблоками ПГУ тем более требует постоянного контроля над нагрузками устаревшего оборудования.

Человек в Игре с Природой всегда проигрывает, потому что Природа не имеет понятия жалость, ей нельзя дать «на лапу», она не принимает откаты. Её можно только перехитрить постоянным контролем над ситуацией и своевременным вмешательством для замены устаревшего оборудования. Ведь появление свища на трубопроводе это одна из форм проявления начальной стадии аварии. Но бывает, что разносит всю турбину с гораздо большими последствиями, чем во время её заменить.

Природа в теории статистических решений рассматривается как некая незаинтересованная инстанция, поведение которой неизвестно, но, во всяком случае, не содержит элемента сознательного противодействия планам Человека. Однако, в условиях неопределенности с точки зрения безаварийной

оптимальной работы Человеку трудно принять обоснованное решение для максимального выигрыша. Для описания удачности применённой стратегии в теории решений вводится понятие риска. В нашем случае это риск аварии. При вычислении риска, соответствующего каждой стратегии в данных условиях, учитывается общая благоприятность для Человека данного состояния Природы. При выборе оптимальной стратегии в неизвестных условиях с известными вероятностями можно пользоваться не только средним выигрышем, но и средним риском, который, разумеется, нужно обратить в минимум.

Исходя из трёх ниже перечисленных фактов, я ставлю под сомнение абсолютную безопасность всех АЭС в России и за рубежом, на которых отсутствует безаварийная технология на системе Smart-MES.

Привожу эти факты из Интернета и из прессы, которые не требуют опровержения.

Первый факт: «7 июня 2013 года в 19:45 энергоблок №4 Ленинградской АЭС остановлен действием автоматики в штатном режиме в соответствии проектными алгоритмами. После выяснения причин срабатывания автоматики мощность энергоблока будет восстановлена» [64]; «9 июня 2013 года в 02:10 энергоблок №2 Балаковской АЭС отключен от сети действиями автоматики. Отключение энергоблока произошло в полном соответствии с проектным алгоритмом и технологическим регламентом безопасной эксплуатации» [65].

Второй факт: Основные направления деятельности ВНИИАЭС [66], перечисленные на сайте, совсем не предусматривают работу над безаварийной технологией на MES-Системе. Кроме АСУТП иные Системы не создаются.

Третий факт: В АиФ №23 5-11 июня 2013 года в статье «Надёжна, как стена» говорится: «Наши атомщики построили в Китае самую безопасную АЭС. Ещё одним объектом национальной гордости стала Тяньваньская АЭС, которая считается одной из самых надёжных и безопасных атомных

электростанций в мире». Но в этой статье ни слова не сказано о безаварийной технологии на MES-Системе, т.к. её там просто нет.

Вывод: Получается очень плачевная картина. Мы на весь мир говорим, что мы впереди планеты всей по безопасности АЭС, а рядом тут же разработанную безаварийную технологию на системе Smart-MES никто не замечает и в упор не видит. Вот вы только вдумайтесь в выше приведённую фразу: «После выяснения причин срабатывания автоматики...» Это означает, что внезапно сработала противоаварийная защита, и никто не знает почему. Но защита по теории вероятности когда-либо может и не сработать, несмотря на дублирование.

И заметьте, почему-то в атомной энергетике вообще упор делается только на безопасность, а не на безаварийность. Но это же разные подходы. Безопасность совсем не исключает сами аварии, а безаварийность в принципе исключает любые аварии. Ну, и что же надёжнее и лучше?

Сегодняшние АЭС можно сравнить с навороченным автомобилем с сотней подушек безопасности, которые не гарантируют от возможности самой аварии. Да, человек может быть спасён, но машина-то будет помята. Да, и подушки могут отказать. А теперь представьте ситуацию, что подушек безопасности нет вообще, т.к. авария или столкновение в принципе не возможны из-за опережающего предупреждения, то это же, безусловно, многократно безопаснее для всех.

Мне говорят, что от метеорита всё равно не спастись. Но так ведь можно дойти до маразма, т.к. гибнут и от сосульки.

В данном случае всё гениальное просто, и чем проще, тем лучше. Ну, куда ещё проще, если не доводить ситуацию до аварии вообще, а гасить все возмущения в момент их появления. Но их надо уметь своевременно выявлять, а это-то как раз система Smart-MES превосходно умеет делать.

Согласно нашей же теории аварий, защиты срабатывают при возникновении нескольких возмущений, которые бесконтрольно появляются в различные промежутки времени, причём это могут быть и годы, например, коррозия металла. Ещё раз сделаю на это упор, что одно возмущение никогда не приводит к срабатыванию защиты, а, следовательно, и к аварии.

Вы только вдумайтесь в суть повсеместно существующего варварского подхода к испытанию устаревших трубопроводов методом опрессовки сети теплоснабжения, т.е. для выяснения негодного участка трубы, его накачивают повышенным давлением. И что же получается на практике. Испытывают, например, километровый участок подземной трассы, а там много проржавелых мест. Но прорывает всегда один самый слабый участок. Разрывают трубу, заменяют небольшой её участок, зарывают и снова испытывают. Затем прорывает другой участок, ну, и т.д.

А чего казалось бы проще: вести учёт всех участков трубопроводов и по законам физики и химии с каждым месяцем снижать максимальное допустимое давление. Если рабочее давление больше текущего максимального, то следует или снижать рабочее давление, или менять весь участок трубы. И заметьте, в данном случае действуют два возмущения: коррозия металла и давление теплоносителя.

На АЭС же могут внезапно возникнуть сотни возмущений: износ оборудования, самопроизвольное срабатывание автоматики, ошибочные действия оперативного персонала, короткое замыкание, да и другие природные возмущения. Отследить своевременно за всем этим многообразием может только система Smart-MES.

В данном случае я ни сколько не ставлю под сомнение все прогрессивные технические решения современных АЭС. Я говорю только об одном, что можно сделать ещё лучше, что пора уже переходить от слепой защиты энергоблоков

АЭС к интеллектуальному предупреждению аварийных ситуаций на уже готовой системе Smart-MES.

Вот получается очень странная картина, что никто не скажет, что аварии это неотъемлемая часть технологии атомных, да и тепловых электростанций. Никто из верхов «Росатома» не возьмёт на себя смелость заявить, что аварии на АЭС были и всегда будут, т.к. тут же поднимется волна возмущений. Но фактически-то на практике это и происходит. Ведь сам факт срабатывания противоаварийной защиты от разрушительной аварии с огромными выбросами смертельной радиации разделяется образно долей миллиметров.

А что на Саяно-Шушенской ГЭС аварию уж нельзя было предотвратить? Да, легко. Но мы все почему-то лучше героически будем восстанавливать с использованием огромных государственных средств, чем заранее немного подумаем и решимся внедрить готовые инновации.

Ведь авария в нашей жизни это не какая-то экзотика, а обыденная категория с пороговой невозвратной функцией. Скажем, человек случайно порезал палец. Это тоже авария. Раньше повсеместно преподавали технику безопасности. Это и есть правильный подход, но в рамках АЭС строгое соблюдение персоналом регламента недостаточно из-за сложнейшей технологии. На помощь должны быть призваны интеллектуальные механизмы, заложенные в системе Smart-MES.

Казалось бы чего проще, раз уж от аварий никуда не деться, раз уж авария является неотъемлемой частью любого производства, тем более АЭС, то надо просто своевременно диагностировать развитие аварийной ситуации. Тогда все российские АЭС будут не просто безопасными, а безаварийными!

Мы по иному сформулировали вопросы, связанные с аварийностью АЭС и ввели новые понятия: внутренняя и внешняя аварии, которые являлись фактически тайной для всего общества России.

В данном случае внешняя (разрушительная) авария сопровождается радиоактивными выбросами, а внутренняя авария на АЭС характеризуется срабатыванием противоаварийных защит и экстренной остановкой энергоблока. Однако, «Росатом» никогда не использовал термин «внутренняя авария», применяя успокаивающие слова типа: произошла внеплановая остановка энергоблока, автоматика сработала в штатном режиме, уровень радиации в норме.

Но любое внезапное нарушение производственного цикла также является аварией. В данном случае совсем неважна величина этой аварии, т.к. для АЭС эта любая внутренняя авария может перерасти во внешнюю аварию с большими трагедиями. Этот зыбкий переход надёжно преграждает многоэшелонированная защита. Тогда чего бояться? Почему не говорить народу правду? Что произошла очередная авария на АЭС, защита сработала, и все пока могут спать спокойно.

Ведь при нормальной эксплуатации атомные станции не представляют опасности для персонала, населения и окружающей среды. Однако на безопасность АЭС могут влиять аварийные ситуации (инциденты) и аварии.

В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ для оценки значимости с точки зрения безопасности событий, происходящих на ядерных установках и объектах, используется Международная шкала ядерных событий ИНЕС [67]. Она оценивает все нештатные события на ядерных объектах по 8-балльной шкале. За нулевой уровень приняты события, несущественные для безопасности. Далее следуют уровни 1-й (аномалия), 2-й (инцидент), 3-й (серьезный инцидент). Уровни, начиная с четвертого, описываются как авария. 4-й – это авария без значительного риска за пределами площадки, 5-й - авария с риском за пределами площадки, 6-й - серьезная авария, 7-й - крупная авария.

Таким образом, по гlosсарию «Росатома»: Авария на АЭС – нарушение эксплуатации атомной станции, при котором произошел выход радиоактивных

веществ за предусмотренные проектом границы [68]. Под термином «Авария» понимается событие, связанное с радиационными последствиями.

Но вот значение слова «Авария» по Бизнес словарю: Выход из строя, поломка, повреждение, сбой, нарушение нормального ритма работы [69].

Странная картина получается. Например, разрыв турбины на тепловой электростанции это крупнейшая авария, а на атомной электростанции это всего лишь происшествие (нарушение) и даже не инцидент. Почему такое несоответствие? Ведь такая же авария на Саяно-Шушенской ГЭС унесла многие жизни. Почему существуют двойные стандарты в электроэнергетике для ТЭС и АЭС? Всё очень просто. Видимо, для снижения напряженности в обществе об АЭС приходиться говорить сладкую ложь.

В Отчёте по безопасности (2012 год) «Росатом» пишет: В 2011 году на АЭС в России зарегистрировано 45 нарушений. Все произошедшие нарушения в работе АЭС оцениваются по Международной шкале ядерных событий ИНЕС, как не влияющие на безопасность АЭС и не являющиеся инцидентами.

А если бы вместо 45 нарушений звучало бы – 45 внутренних аварий. Это 4-5 аварий на каждую АЭС, т.е. каждый квартал на каждой из 10-и АЭС по аварии. Или в России каждую неделю на АЭС происходят внутренние аварии. Какова была бы пища для «Зелёных»! Всё это равносильно, как обошлись с народом при аварии на Чернобыльской АЭС, который обо всём узнал в самую последнюю очередь, а для многих это уже было поздно.

Это можно сравнить с домом, квартиры в котором периодически возгораются. А пожарники всех успокаивают, что, мол, везде предусмотрены системы пожаротушения. Но жителям почему-то всё равно тревожно. А нужно-то просто сделать, чтобы квартиры в принципе не возгорались.

Так и на АЭС нужно осуществить, чтобы не было вообще внутренних аварий, тогда полностью отпадёт надобность в шкале ИНЕС. Ведь если не

будет внутренних аварий, то, следовательно, не будет и разрушительных внешних аварий. Именно тогда то народ по-настоящему сможет спать спокойно.

И для этого есть все технические возможности: и Теория аварий, и безаварийная технология эксплуатации АЭС, и легко адаптируемая система Smart-MES, но нужна политическая воля Руководства России. Ведь «Росатому» это не нужно, так как ему совсем нет смысла менять накатанные технологии.

Но «Росатом», расширяя строительство АЭС за рубежом, видимо не до конца учитывает менталитет того местного населения, которое значительно отличается от нас. Это мы можем годами терпеть невзгоды и не скажем ничего открыто. А у того местного населения авторитетов нет, особенно при контрпропаганде США. Игналинскую АЭС, которую ударно возводила Россия и я в том числе в Литве, закрыли, и никто не пикнул. А если за рубежом на АЭС, которые построила Россия, начнётся череда внутренних аварий, то Россия мгновенно потеряет мощный рынок.

На сайте «Росатома» написано следующее: АЭС Российской Федерации эксплуатируются надежно и безопасно, что подтверждается результатами регулярных проверок, как независимых органов (Ростехнадзора), так и международных организаций (ВАО АЭС и др.). За последние 5 лет на российских АЭС не зафиксировано ни одного серьезного нарушения безопасности, классифицируемого выше нулевого (минимального) уровня по международной шкале ИНЕС. По критерию надежности работы АЭС Россия вышла на второе место в мире среди стран с развитой атомной энергетикой, опередив такие развитые государства, как США, Великобритания и Германия.

Но вот маленькая незадача – не указано, а кто же на первом то месте? И оказывается – это Япония. Вот так парадокс! Страна, где самые надёжные АЭС, сейчас навсегда останется с ярлыком «Фукусима». Это говорит только об

одном, что все эти пресловутые критерии надёжности работы АЭС являются на деле полнейшей фикцией и самоуспокоением.

Но нужны ли обществу мнимые критерии надёжности, которые не несут никакой ответственности? Вполне очевидно, что обществу нужны только безаварийные технологии. И в данном случае не должно быть места корпоративным интересам и бюрократии, а именно это и наблюдается в «Росатоме», где уже на пороге отмечается предлагаемые нами безаварийные технологии на основе новейшей Теории аварий, созданной в ИнформСистем.

В Интернете распространён видеоролик «Горизонты атома от 31 августа 2013 года» [70], в котором с апломбом повествуется о новой технологии омоложения АЭС. Но если конкретнее, то эта технология касается омоложения корпуса реактора АЭС методом его отжига. Это омоложение позволяет продлить ресурс металла с 30 до 100 лет. Там же сказано, что все работающие в России АЭС - станции первого и второго поколения. Большинство из них скоро достигнет своего проектного ресурса. Поэтому, уже в 2016 году Курчатовский институт приступит к омоложению АЭС.

Всё вроде бы здорово и замечательно! Новых энергоблоков АЭС строить не нужно. Вполне достаточно омолодить старые. Но АЭС – это же не только реактор, а в основном – люди, которые невольно становятся заложниками этого самого омоложения.

Это равносильно, как старцу вместо изношенного сердца установили новое от молодого донора. Можно конечно в целях рекламы для выбивания огромного государственного финансирования провозгласить, что старца омолодили и ему продлена активная жизнь ещё на 100 лет. Но всем понятно, что, сколько отведено природой, столько он и проживёт. Ведь кроме сердца есть ещё забитые холестерином сосуды, есть прокуренные лёгкие, есть отравленная алкоголем печень, да и многое ещё, что есть состарившегося.

Так и на электростанции есть огромная масса трубопроводов и иного производственного оборудования, которое изнашивается даже раньше самого реактора. Да и сама технология производства электроэнергии и тепла устаревает. Ведь почему-то дряхлый и аварийный дом предпочитают снести и построить новый с использованием новейших технологий и материалов. А данное омоложение реакторов при однобоком подходе ориентирует в атомной отрасли вообще заморозить прогресс на многие годы.

Но в этом случае резко возрастает вероятность увеличения числа аварийных ситуаций, которые могут, в конечном счёте, привести и к разрушительной аварии с радиационными выбросами. Ведь помимо реактора есть радиационный первый контур теплообмена. А простые люди, которые от выгод АЭС ничего не имеют кроме головной боли, должны быть почему-то невольно втянутыми в сферу страшного потенциального заражения? Но здесь приоритет человека как всегда стоит на последнем месте, а должен быть на первом.

Ведь если Госпремия РФ присуждена создателям материалов для атомных реакторов и за методы продления сроков их эксплуатации, то почему-то наша безаварийная технология эксплуатации АЭС, которая позволяет вообще исключить любые аварийные ситуации, находится в полнейшем загоне. Может потому, что она затрагивает многие корпоративные интересы, т.к. полностью отпадает необходимость и в этих материалах, и в технологии продления срока эксплуатации, и в уловителе расплавленного радиоактивного топлива.

Вся сегодняшняя безопасность АЭС направлена на предотвращение попадания радиационных материалов во внешнюю среду при возникновении аварийной ситуации. С этой целью создаются особо прочные технологии. Но если исключить вообще возможность появления любых аварийных ситуаций, а, следовательно, и различного рода перегрузок, то тогда и беспокоиться будет не о чем. Да и общество по-другому будет воспринимать АЭС.

Но с другой стороны продление срока службы реактора это же благородное и выгодное дело. А вот персонал АЭС в этом случае не должен подвергаться опасности. Для этого нужно просто постоянно контролировать процесс возникновения аварийной ситуации, в результате чего вообще не должно происходить срабатывания противоаварийных защит. Поэтому АЭС должна быть безаварийной.

Таким образом, процесс продления срока службы АЭС должен быть не только со стороны омоложения реактора, но и со стороны постоянной диагностики всех некорректностей на АЭС согласно нашей Теории аварий и разработанной технологии безаварийной эксплуатации АЭС на Smart-MES.

Ведь то, что умеет наша система в части легчайшей адаптации к любой электростанции и в части высочайшей скорости расчёта для мгновенного выявления некорректного возмущения, не умеет ни одна система в мире. А это значит, что все атомные электростанции не имеют 100% защиты от появления аварийных ситуаций в любое время, которые могут возникнуть и от износа оборудования, и от ложного срабатывания автоматики, и от ошибок оператора.

Но это говорит только об одном, что при таком равнодушном отношении к проблеме предупреждения аварийных ситуаций со стороны «Росатома» и со стороны Руководства страны в целом, говорит только об одном, что все напрочь забыли уроки Чернобыля. Поэтому напомню [71].

В ночь с 25 на 26 апреля 1986 года на четвертом блоке Чернобыльской АЭС (Украина) произошла крупнейшая ядерная авария в мире, с частичным разрушением активной зоны реактора и выходом осколков деления за пределы зоны. В атмосферу было выброшено 190 тонн радиоактивных веществ. 8 из 140 тонн радиоактивного топлива реактора оказались в воздухе. Другие опасные вещества продолжали покидать реактор в результате пожара, длившегося почти две недели. Люди в Чернобыле подверглись облучению в 90 раз большему, чем при падении бомбы на Хиросиму. В результате аварии произошло

радиоактивное заражение в радиусе 30 км. Загрязнена территория площадью 160 тысяч квадратных километров. Пострадали северная часть Украины, Беларусь и запад России. Радиационному загрязнению подверглись 19 российских регионов с территорией почти 60 тысяч квадратных километров и с населением 2,6 миллиона человек.

По самым скромным подсчетам, стоимость ликвидации последствий аварии на ЧАЭС стоила Советскому Союзу свыше 300 млрд. долларов. По подсчетам правительства Белоруссии, к 2016 году расходы на ликвидацию последствий Чернобыля достигнут 235 млрд. долларов. Институт Исследования и Развития и Энергетики (бывшего СССР) рассчитал, что цена Чернобыля будет 358 млрд. долларов. Институт отметил, что эта цифра превышает стоимость всей ядерной энергии, выработанной в СССР до 1986 года.

Да, одна авария перечеркнула экономику всей атомной индустрии. Так не лучше ли потратить малость на внедрение системы Smart-MES, чем потерять всё при всегда возможной разрушительной аварии.

Но вот Аварии, которые были только в 2013 году в хронологическом порядке.

**10.01.13.** Румынская АЭС; **12.01.13.** Павлодарская ТЭЦ-3; **12.01.13.** Кольская АЭС; **18.01.13.** Ростовская АЭС; **21.01.13.** Калининская АЭС; **14.02.13.** Ростовская АЭС; **25.02.13.** Пакистанская HUBCO; **29.03.13.** Углегорская ТЭС; **05.04.13.** Балаковская АЭС; **07.06.13.** Ленинградская АЭС; **09.06.13.** Балаковская АЭС; **24.06.13.** Французская АЭС; **05.07.13.** Южнокорейская АЭС; **04.08.13.** АЭС Алабамы США; **06.08.13.** АЭС Чехии; **11.09.13.** Ленинградская АЭС; **29.09.13.** Белоярская АЭС; **26.10.13.** Украинская АЭС; **26.10.13.** Словенская АЭС; **12.11.13.** Американская АЭС; **24.11.13.** Кольская АЭС; **25.11.13.** Калининская АЭС; **10.12.13.** Курская АЭС.

Мы видим, что аварии, как бы официальные структуры их не называли, происходят и будут происходить в дальнейшем, пока не будут предприняты серьёзные меры по предупреждению аварийных ситуаций на АЭС и на ТЭС.

Можно сделать ещё один неутешительный вывод, что состояние атомной и тепловой электроэнергетической отраслей во всех уголках мира в части современного предупреждения аварийных ситуаций находится на отсталом уровне.

Со стороны очень смешно наблюдать данное зазеркалье высшего руководства Великой России. Им самим провозглашены важнейшие направления для финансирования проектов: атомная электроэнергетика, безопасность, энергоэффективность, информационные технологии. И вот мы на всех уровнях предлагаем инновационный комплексный Проект по этим направлениям, который к тому же уже разработан на 100% без госфинансирования. Но нас Министерства отсылают к венчурным фондам, мол, там бродите с протянутой рукой. А ведь нам финансирование не нужно, нам требуется только признание.

И самое главное, что подобных разработок и близко нет в огромных закромах необъятной Родины. Так, безаварийная технология эксплуатации АЭС это что-то вообще умопомрачительное, которое напрочь меняет все существующие взгляды на ядерную безопасность. А технология создания самоорганизующихся ИТ-Систем позволила бы России занять вообще мировое лидерство в промышленном ИТ. Но и технология экономии топлива ТЭС также является вообще новейшим подходом к экономии энергоресурсов.

## 22. Smart-MES как виртуальная Модель любой электростанции

---

«Фирма ИнформСистем» разработала инновационную Систему Smart-MES «MES-T2 2020» для реализации технологии экономии топлива и для увеличения энергоэффективности тепловых электростанций, и которая является виртуальной Моделью ТЭЦ, ГРЭС и АЭС.

Виртуальная Модель не ставит целью просто отобразить реальные ресурсы электростанции в программные объекты. Её цель шире: создать виртуальную среду типизированных объектов (котлоагрегаты, турбоагрегаты и другие), манипулируя которыми, можно сделать управление реальными объектами значительно более эффективным. Таким образом, привязка бизнес-процессов к виртуальным объектам дает гибкость в манипулировании ресурсами электростанции.

Следовательно, автоматизация на базе виртуальной Модели предполагает создание виртуального пространства, в котором представлены типовые объекты электростанции и типовые операции над ними. Схема автоматизации отражает типовую схему, наиболее полно отвечающую, специфике конкретной электростанции. Но она не зависит от конкретики объектов, задействованных в производстве электроэнергии и тепла.

В простейшем виде познакомиться с виртуальной Моделью можно с помощью Создателя Системы. Так на форме в отдельных строках по энергетическим и водогрейным котлам, и по турбоагрегатам указываются для каждой единицы оборудования его марка и станционный номер. После этого нажимается кнопка и через несколько секунд вы получаете полностью готовую Систему, адаптированную для конкретной электростанции. Данная Система позволяет производить минутные, получасовые, суточные и месячные расчёты фактических и нормативных ТЭП в реальном времени с автоматическим или с ручным вводом исходных данных.

Главными инновационными особенностями получаемой виртуальной Модели электростанции являются наилегчайшая адаптивность и наивысшая скорость выполнения расчётов. С огромной уверенностью можно сказать, что адаптивность легче, как и скорость расчётов быстрее реализовать просто не возможно. Здесь нами достигнут экстремум невероятных вершин, покорить которые удалось только нам. Все зарубежные разработки данного плана на порядок хуже по своей реализации.

Зачем же нужна сверх легчайшая адаптивность? Все технологические задачи оформляются на простом МЕТА языке в виде текстовых Проектов, которые с помощью встроенного инструментального средства «Конструктор Проектов» сам Технолог без программистов и без специальных знаний может легко корректировать или создавать новые без ограничений. Подготовленные Проекты, при нажатии на одну кнопку, компилируются. В результате, все изменения или новые задачи автоматически встраиваются в создаваемую или в существующую Систему, обеспечивая надёжное её функционирование.

Но если новые изменения в алгоритмы задач так легко и без ущерба надёжности реализуются, то это значит, что виртуальная Модель всегда будет строго соответствовать фактической технологии на электростанции, а, следовательно, и будет приносить наибольшую экономическую выгоду.

Зачем же нужна сверх высочайшая скорость? Общий расчёт всех фактических и нормативных ТЭП, включающий 20000 исходных и промежуточных показателей, выполняется менее одной секунды. Поэтому на данной Виртуальной Модели можно всего за одну минуту рассчитать до 100 различных технологических конфигураций и выбрать наиболее оптимальный вариант с позиции экономии топлива.

Ниже приведены основные положения и принципы виртуальной Модели Smart-MES.

## **Основные положения концепции Виртуальной Модели (ВМ).**

1. ВМ – как технологическая схема. Виртуальная Модель электростанции – это система программных элементов (объектов), отражающая типовую технологию работ в рамках конкретной электростанции. ВМ, по сути, вводит новый уровень управления электростанцией, основанный на информационных технологиях управления.
2. ВМ – как инструмент автоматизации. ВМ создается бизнес-аналитиками, как инструмент оптимизации процесса автоматизации данной электростанции.
3. ВМ – как схема учета. Операции над виртуальными объектами позволяют представить весь жизненный цикл реальных объектов: планирование, создание, использование, реконструкцию, ремонт.
4. ВМ – как модель эффективного управления. ВМ в качестве Модели описывает все бизнес-процессы электростанции, с точки зрения автоматизации информационных потоков, которые являются основой управления этих бизнес-процессов.
5. ВМ – как средство оптимизации. Манипулирование виртуальными объектами подразумевает, в конечном счете, управление реальными ресурсами электростанции, только опосредованно. Но именно эта дистанция и позволяет рассчитывать варианты жизненного цикла электростанции и сравнивать эти варианты между собой, в поисках оптимального варианта.

## **Основные принципы Виртуальной Модели.**

1. Принцип информационной достаточности. При полном отсутствии информации о конкретной электростанции построение ее Модели невозможно. Существует некоторый критический уровень априорных сведений о расчётах фактических и нормативных ТЭП (уровень информационной достаточности), при достижении которого может быть построена ее адекватная Модель.

2. Принцип осуществимости. Виртуальная Модель обеспечивает достижение поставленной цели исследования с вероятностью, существенно отличающейся от нуля, и за конечное время.

3. Принцип множественности моделей. Данный принцип является ключевым. Речь идет о том, что Модель отражает в первую очередь те свойства реальной электростанции, которые влияют на выбранный показатель эффективности. Соответственно, при использовании любой конкретной Модели познаются лишь некоторые стороны реальности. Для более полного ее исследования необходим ряд Моделей, позволяющих с разных сторон и с разной степенью детальности отражать рассматриваемый процесс. Например: Расчет фактических и нормативных ТЭП, Предупреждение аварийных ситуаций и т.д.

4. Принцип агрегирования. В большинстве случаев электростанцию можно представить состоящей из агрегатов, для адекватного математического описания которых оказываются пригодными некоторые стандартные математические схемы. Принцип агрегирования позволяет, кроме того, достаточно гибко перестраивать Модель в зависимости от задач исследования.

5. Принцип параметризации. В ряде случаев моделируемая электростанция имеет в своем составе некоторые относительно изолированные подсистемы, характеризующиеся определенным параметром, в том числе векторным. Такие подсистемы можно заменять в Модели соответствующими числовыми величинами, а не описывать процесс их функционирования. При необходимости зависимость значений этих величин от ситуации может задаваться в виде таблицы, графика или аналитического выражения (формулы). Принцип параметризации позволяет сократить объем и продолжительность моделирования.

Таким образом, Система Smart-MES как виртуальная Модель электростанции это новейшее слово в информационных технологиях, которое

может вывести всю электроэнергетику России на передовые позиции и сделать её более привлекательной для инвесторов.

## ***Инновационная Модель электростанций***

Инновационная Модель функционирования тепловой электростанции упрощённо выглядит следующим образом:

Топливо Факт → Пар → Электроэнергия → Топливо Норма

В данном случае, инновационность заключается в том, что в реальном времени с интервалом не более получаса рассчитывается нормативное топливо, которое сравнивается с фактическим. Этого никогда не было, и в настоящее время нет ни на одной тепловой электростанции в России. Фактический расход топлива на каждом временном интервале всегда больше или равен нормативному расходу. Задача функционирования этой Инновационной Модели заключается в том, чтобы на каждом временном интервале фактический расход топлива был близок к нормативному. В этом случае будет достигнут самый оптимальный вариант получения максимальной прибыли Генерирующими компаниями за счёт большой экономии топлива.

Здесь решение вопроса оптимизации загрузки оборудования только несколько расширяет возможности этой Модели, но никак её не подменяет. В настоящее время на тепловых электростанциях наблюдается устойчивая следующая ситуация. В дневные часы при максимальной загрузке оборудования фактический расход топлива близок к нормативному, а вочные часы при пониженной загрузке фактический расход превышает нормативный более чем на 30%. Таким образом, вочные часы энергетическая эффективность электростанций резко падает.

Нам говорят, что это происходит из-за 10 тонных котлов. Но есть же простое понятие – управление с опережением, т.е. учитывая большую инерционность энергетических котлов, необходимо снижать их загрузку

несколько раньше, чем упадёт потребность в электроэнергии. Всё это можно легко сделать только с помощью Системы Smat-MES.

Математическая Модель электростанции представляет собой полные расчёты фактических и нормативных технико-экономических показателей (ТЭП), результатом которой являются оперативные получасовые расчёты нормативного расхода топлива. В этом случае процесс управления электростанцией выглядит следующим образом. В конце каждого получаса известен фактический расход топлива и нормативный. Дальнейшее управление при превышении фактического расхода над нормативным направлено на устранение этого расхождения при выполнении графика поставки электроэнергии и тепла. Но таким же образом этот анализ можно производить и с интервалом в одну минуту. Тогда задержка управляющего воздействия будет минимальной.

Всё это быстро реализует легко адаптивная и высокоскоростная Smart-MES, которая содержит большой набор аналитических, оптимизационных и интеллектуальных удобных инструментов.

Нас часто спрашивают, что, мол, какая Модель у вас реализована? Но само понятие «Модель» – очень широкое, т.е. от физического конструирования до математического формулирования. Поэтому данный вопрос просто безграмотен и попахивает напыщенным академизмом, в основе которого – пустота. В данном случае наш ответ прост – у нас вообще нет никакой Модели. Но на другом конце провода сразу же ощущается недоумение с помешательством. Как же можно автоматизировать расчёты ТЭП электростанции, не имея Модели? И все наши дальнейшие рассуждения по поводу Самоорганизующейся Системы вообще тонут в пучине дремучего непонимания элементарных посылов в отношении текстового описания Проектов технологических задач.

Многие, естественно, суроно и с огромным негодованием возмущаются, что, мол, зачем изобретать велосипед, когда на всех электростанциях давно есть АРМ ПТО, который великолепно рассчитывает ТЭП. И, в данном случае, совсем неважно, что эти месячные расчёты нормативных ТЭП в корне методологически не верны. И не верны они по причине криволинейности множества нормативных графиков. И совсем неважно, что эти месячные расчёты ТЭП легко и повсеместно подгоняются, чтобы нормативный расход топлива был равен фактическому расходу. И совсем неважно, что этот АРМ ПТО не приносит совсем никакой прибыли Генерирующему компаниям, а только вводит в заблуждение тем, что предоставляет искаженную картину о мнимом благополучии электростанции.

Но ведь всегда лучше горькая, но правда! И разве плохо, если эксплуатационный персонал в реальном времени будет иметь сравнительную текущую информацию о фактическом и нормативном расходе топлива, чтобы с открытыми глазами не транжирить его бесхозяйственно?

В современных же рыночных условиях для Генерирующих компаний данная Инновационная Модель функционирования электростанций является лучшим выходом, чтобы быстро поправить своё финансовое состояние без каких-либо капитальных затрат.

### ***Моделирование процесса перерасхода топлива***

Тепловая электростанция вырабатывает электроэнергию и теплоэнергию в соответствии с графиком их поставки. Этим процессом управляет эксплуатационный персонал. Таким образом, вырабатываемая электроэнергия ( $\mathcal{E}$ ) и тепло ( $Q$ ) являются функциями от времени.

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}(t); Q = q(t); \text{ где } t - \text{интервал времени (минута, получас)}$$

Фактический (Вфакт) и нормативный (Внорм) расходы топлива зависят от необходимой выработки электроэнергии и тепла. Причём, фактический

расход топлива дополнительно включает в себя и человеческий фактор  $H = h(t)$ , который также является функцией от времени.

$$B_{\text{факт}} = F_{\phi}[\mathcal{E}, Q, H] = F_{\phi}[\mathcal{E}(t), q(t), h(t)]$$

$$B_{\text{норм}} = F_{\text{н}}[\mathcal{E}, Q] = F_{\text{н}}[\mathcal{E}(t), q(t)]$$

Перерасход топлива – это разность между фактическим и нормативным расходами топлива.

$$B_{\text{пер}} = B_{\text{факт}} - B_{\text{норм}} = F_{\phi}[\mathcal{E}(t), q(t), h(t)] - F_{\text{н}}[\mathcal{E}(t), q(t)]$$

Суммарный перерасход топлива на месячном интервале определяется интегральным исчислением.

$$B_{\text{пер}}^{\text{м}} = \text{ИНТЕГРАЛ} \{F_{\phi}[\mathcal{E}(t), q(t), h(t)] - F_{\text{н}}[\mathcal{E}(t), q(t)]\} dt \text{ или}$$

$$B_{\text{пер}}^{\text{м}} = \text{ИНТЕГРАЛ} \{F_{\phi}[\mathcal{E}(t), q(t), h(t)]\} dt - \text{ИНТЕГРАЛ} \{F_{\text{н}}[\mathcal{E}(t), q(t)]\} dt$$

Теперь рассмотрим два крайних варианта фактического расхода топлива при максимальной и минимальной нагрузке электростанции. При максимальной нагрузке электростанции фактический расход топлива соответствует нормативному, т.к. в этом случае существует строго регламентированный режим максимальной загрузки котлов и турбин с известным расходом топлива. При минимальной нагрузке электростанции значительно расширяется диапазон возможных вариантов расхода топлива, который полностью зависит от человеческого фактора, управляемого загрузкой оборудования.

Если при максимальной загрузке оборудования фактический расход топлива равен нормативному, то, следовательно, перерасход топлива равен нулю при полном отсутствии влияния человеческого фактора.

$$B_{\text{пер}} = B_{\text{факт}} - B_{\text{норм}} = F_{\phi}[\mathcal{E}(t), q(t), 0] - F_{\text{н}}[\mathcal{E}(t), q(t)] = 0$$

Тогда при этих условиях смело можно записать:

$$F_{\Phi}[\vartheta(t), q(t), 0] = F_{\text{H}}[\vartheta(t), q(t)]$$

Но человеческий фактор отражает только субъективность выбора технологического управления и не влияет на сам алгоритм расчёта ТЭП. Таким образом, следует:

$$F_{\Phi}[\vartheta(t), q(t), 0] = F_{\text{H}}[\vartheta(t), q(t)] = F[\vartheta(t), q(t)]$$

А перерасход топлива выглядит так:

$$B_{\text{пер}} = B_{\text{факт}} - B_{\text{норм}} = F[\vartheta(t), q(t), h(t)] - F[\vartheta(t), q(t)]$$

А сейчас зададимся вопросом: возможен ли в принципе отрицательный перерасход топлива или иными словами – экономия топлива?

$$F[\vartheta(t), q(t), h(t)] < F[\vartheta(t), q(t)] ???$$

Любой здравомыслящий безусловно скажет согласно зависимости, что этого не может быть, т.к. человеческий фактор отрицательным быть не может, а все остальные составляющие функций одинаковые.

Таким образом:

$$F[\vartheta(t), q(t), h(t)] > F[\vartheta(t), q(t)]$$

Следовательно, при нагрузке электростанции меньше максимальной всегда присутствует перерасход топлива.

$$B_{\text{пер}} = B_{\text{факт}} - B_{\text{норм}} = F_{\Phi}[\vartheta(t), q(t), h(t)] - F_{\text{H}}[\vartheta(t), q(t)] > 0$$

Напрашивается естественный вывод: чтобы минимизировать перерасход топлива, следует минимизировать влияние человеческого фактора, т.е. максимально сузить диапазон принимаемых им решений по расходу топлива. В настоящее время в предполагаемом диапазоне человек для выбора пользуется естественным нормальным вероятностным законом распределения. Если

приближенно сказать, то человек интуитивно выбирает середину диапазона, размер которого никому не известен.

Из этого следует, что ночью при меньшей нагрузке электростанции в каждые полчаса всегда происходит больший перерасход топлива, чем днём за эти же полчаса, когда нагрузка возрастает. И в этом случае совсем не играет роли квалификации эксплуатационного персонала, т.к. он в части текущего перерасхода топлива управляет электростанцией просто вслепую.

Скажем, вы идёте в магазин и всегда платите за товар столько, сколько он стоит. А теперь представьте, что в магазин идёт слепой и он не видит, сколько денег он даёт продавцу. Если вы даёте меньшую сумму, чем цена товара, то продавец, естественно, скажет вам, что этого мало. Если же вы даёте большую сумму, то жуликоватый продавец об этом не скажет, а просто отдаст вам товар, а разницу положит себе в карман.

Тепловая же электростанция в настоящее время выглядит в части расхода топлива просто заклятым жуликом со странным принципом – ни себе и ни людям. Мало того, что она беззастенчиво и бесполезно забирает разницу излишнего топлива, но и цена в виде нормативного расхода топлива заранее не известна. А эту разницу топлива она не кладёт себе в карман, а просто выбрасывает в атмосферу, её загрязняя. Ну, а генерирующая компания между тем лишается половины прибыли.

Почему же с этим положением вещей до сих пор приходится мериться умнейшему менеджменту генерирующих компаний? Да потому что невозможно объять необъятное. Да потому что он воспитан в постоянной лжи об отсутствии на тепловых электростанциях огромного перерасхода топлива. И в этом полностью лежит вина и на МИНЭНЕРГО РФ и на отраслевой науке, которые и сейчас глухи и слепы.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. №2446-р утверждена Государственная программа Российской Федерации

«Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», ответственным исполнителем которой является Министерство энергетики Российской Федерации. Но в подпрограмме «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электроэнергетике» нет даже намёка о необходимости оперативного учёта перерасхода топлива.

А ведь предлагаемая нами Технология увеличения энергоэффективности электростанций позволяет практически беззатратно и быстро снизить расход топлива на всех тепловых электростанциях на 10% и, следовательно, на столько же сократить вредные выбросы в атмосферу.

Письмо №13 от 22.01.2011 по этому вопросу нами направлено Министру энергетики РФ Шматко С.И. Результат, естественно, будет нулевым. Вот такая в нашей стране модернизация... Нам уж умные люди советуют: ищите инвесторов за рубежом. Но нам инвестиции то не нужны. Современнейшая Технология нами уже разработана, инновационная Smart-MES для любой электростанции ОГК и ТГК нами уже разработана. Мы готовы к быстрой практической реализации!

### ***Математическая Модель электростанции***

Мы сделали неожиданное заключение, что разработанная нами Система Smart-MES является универсальной математической Моделью любой Электростанции. И данная математическая Модель использует принципы «чёрного ящика» и декартовой системы координат.

Сама электростанция, с точки зрения математической Модели, представляет собой «чёрный ящик» со входами: топливо, вода, и с выходами: электроэнергия, тепло. Электростанция включает котлы и турбины, которые также представляют собой «чёрные ящики» со своими входами и выходами. Таким образом, Математическая Модель Электростанции состоит из совокупности взаимоувязанных «чёрных ящиков». По принципу «чёрного

ящика» нас не интересуют сложные динамические процессы, происходящие внутри него, а интересуют только входы, выходы и зависимости между ними.

Математическая Модель Электростанции Smart-MES увязывает «чёрные ящики» однотипного оборудования в группы в декартовой системе координат, где по оси абсцисс располагаются эти «чёрные ящики» или объекты, а по оси ординат входные и выходные технологические показатели. Это даёт возможность в МЕТА описании зависимостей между показателями их однократное использование для всех объектов, что резко упрощает настройку математической Модели для конкретной Электростанции. Обозначение показателя состоит из координат  $Y$  и  $X$ . Это позволяет легко оперировать расчётами в декартовой системе координат.

Хранение всех технологических показателей осуществляется в единой информационной базе данных за разные временные интервалы: минута, получас, сутки, месяц. Стыковка различных групповых «чёрных ящиков» осуществляется через эту же информационную базу данных.

Математическая Модель Электростанции состоит из двух частей: статической и динамической. Статическая часть - это среда, в которой формируется и функционирует математическая Модель. Динамическая часть - это текстовое МЕТА описание зависимостей показателей, которое даёт начало жизни математической Модели посредством компиляции.

Математическая Модель Электростанции Smart-MES с лёгкостью допускает свою модификацию и неограниченное развитие без внесения изменений в статическую часть. Достаточно скорректировать текстовое описание и выполнить компиляцию. Вся математическая Модель в этом случае будет модифицирована без потери технологической информации.

Математическая Модель Электростанции Smart-MES позволяет оперативно вести расчёты ТЭП с целью увеличения энергоэффективности с использованием оптимизации ресурсов, сопровождать испытания оборудования

и выполнять задачи по предупреждению аварийных ситуаций. Данная математическая Модель также с успехом может быть использована на уровне ТГК и ОГК.

## ***Динамическая Модель электростанции***

Модель электростанции это набор математических формул, отражающий технологический процесс от входа (топливо) до выхода (тепловая и электрическая энергия). Чем точнее Модель, т.е. чем больше технологических факторов (потери, расходы на собственные нужды) она учитывает, тем лучше она отражает реальное производство.

Динамическая Модель должна оперативно учитывать все технологические изменения.

Теперь представьте, что эти изменения реализуются автоматически самой Системой. Тогда можно говорить о самоорганизации и о самообучаемости.

Безусловно, это фантастика! Но эту фантастику при желании ОГК и ТГК на Системе Smart-MES легко можно реализовать.

Утверждать это можно с большой уверенностью, исходя из конструктивных особенностей Smart-MES, которая включает два элемента: статическая часть - пустой исполнительный модуль (программа «Конструктор АРМов») и динамическая часть - текстовое описание задач в виде Проектов. Вся Система автоматически настраивается с этих текстовых Проектов.

Теперь, посредством обратной связи автоматически внеся изменение в текст Проекта и выполнив автоматическую настройку, это изменение будет внесено в DLL-программы расчёта. Вот вам и самообучаемая Модель.

Чем динамичнее Модель электростанции, тем она точнее отражает технологические, а значит и экономические составляющие.

Оперативное прогнозирование и планирование с помощью динамической Модели на Системе Smart-MES обеспечит электростанциям наилучшие экономические показатели по сравнению с другими статическими системами.

Вот лишь некоторые НОУ-ХАУ Инновационной Системы Smart-MES:

- 1) Описание АРМа (набор технологических задач) на простом человеческом МЕТА языке 4-го поколения в виде текстового Проекта;
- 2) Автоматическая настройка всей Системы расчётов с текстового Проекта;
- 3) Автоматическое создание расчётных DLL-программ;
- 4) Автоматическая настройка работы Приложения Клиент/Сервер по 3-х звенной структуре с любым SQL-Сервером.

## 23. Парадигма Самоорганизующейся инновационной Smart-MES

---

---

Под самоорганизацией понимается необратимый процесс, приводящий в результате кооперативного взаимодействия подсистем к образованию более эффективных структур с позиции компьютерной системы. Использование феномена самоорганизации является необходимым условием поддержания конкурентоспособности системы и создания новых конкурентных преимуществ. Сам же феномен самоорганизации нашей системы является необычным явлением и очень редким фактом, т.е. это то, что трудно постичь.

Таким образом, способность ИТ-систем усложнять свою собственную структуру называется самоорганизацией. Фирма ИнформСистем разработала революционную технологию создания таких самоорганизующихся ИТ-систем, которая может быть использована для разработки систем любого уровня: ERP, MES, SCADA.

Самоорганизация привносит в систему новое качество. Например, Smart-MES в результате самоорганизации легко может рассчитать 1000 задач с 500000 показателей всего за 10 сек. То же самое количество задач без самоорганизации будет рассчитываться около двух часов, т.е. где-то в 500 раз дольше.

Самоорганизующаяся система Smart-MES представляет самоорганизацию второй степени. Но можно создать самоорганизацию и третьей степени, это когда мультиагентная система состоит из самоорганизующихся систем второй степени. Здесь первая степень производит самонастройку и легчайшую адаптивность, вторая степень обеспечивает величайшую скорость расчётов, третья – позволяет самостоятельное функционирование системы без участия человека.

Однако, наука «Синергетика» утверждает, что самоорганизующихся ИТ-систем в природе быть не может, т.к. парадигма самоорганизации к ИТ не имеет

отношения. Но ИТ-учёные давно заявляют, что будущее именно за самоорганизующимися системами. Вот только не понятно, почему именно будущее? Что там будет иная элементная ИТ-база или мозги у ИТ-разработчиков будут значительно лучше?

Складывается такое впечатление, что ИТ-учёные насмотрелись на западный софт, который всегда был в огромном авторитете, и делают этот странный вывод о недосягаемости самоорганизации в ИТ. А уже созданную самоорганизующуюся систему Smart-MES не допускают к практическому использованию, дабы не разрушить миф о невозможности этой самоорганизации. Кому это выгодно? Понятно, что ИТ-монополистам. Ведь если данной системе дать жизнь, то она быстро залатает множество дыр, и монополистам будет очень тоскливо из-за отсутствия бездонной кормушки.

А сейчас о парадигме самоорганизации. Справедливости ради следует заметить, что в самоорганизации этой «самости» нет и быть не может – это просто игра слов. Самоорганизация заключается лишь в том, что развитие происходит в точке бифуркации – и субъективно кажется, что оно «само». Хотя в ней постоянно присутствуют объективные процессы. Таким образом, в природе никакой самоорганизации нет, как и нет любых иных «само», а есть процесс связи с исчезновением одного и рождением другого явления. Но условно это называется – самоорганизация.

По определению Г. Хакена [6], самоорганизация – спонтанное образование высокоупорядоченных структур из зародышей или даже хаоса, спонтанный переход от неупорядоченного состояния к упорядоченному за счет совместного, кооперативного (синхронного) действия многих подсистем. Самоорганизация выступает как источник эволюции систем, так как она служит началом процесса возникновения качественно новых и более сложных структур в развитии системы.

А сейчас те же слова применительно к Smart-MES. Самоорганизация системы – «спонтанное» образование высокоупорядоченных структур машинного кода из текстового неупорядоченного описания задач за счёт совместного действия многих подсистем EXE-модуля. Самоорганизация Smart-MES выступает как источник эволюции системы, так как она служит началом процесса возникновения качественно новых и более сложных структур в развитии системы, что обеспечивает легчайшую адаптивность и высочайшую скорость расчётов.

Как видим, практически тоже самое. Таким образом, я легко применил общие принципы самоорганизации к нашей ИТ-системе. Ведь если и в природе нет самоорганизации, а есть условность, означающая определённый процесс развития, то я вполне волен применить данный термин к ИТ-системе, тем более что единого суждения в среде учёных об этой самоорганизации вообще нет.

С другой стороны, есть разработанная система Smart-MES. Но как коротко охарактеризовать её возможности? Для этого должен быть соответствующий тезаурус, а его то как раз и нет, т.к. наша система в данном классе – единственная. Все понятия: самонастраиваемая, самоадаптируемая, самоконфигурируемая, самоконтролируемая, самовосстановляемая, самомасштабируемая – являются неполным отражением возможности системы. По этой причине и вводится термин «Самоорганизующаяся система», тем более что при поверхностном сравнении с парадигмой самоорганизации, есть много общего.

Достижения России всецело зависят от новых технологий, от их моделирования и прогнозирования как в масштабе отдельного предприятия, так и в масштабе всей России. И всё это доступно самоорганизующейся системе Smart-MES.

Но это проверить быстро невозможно, а поверить очень трудно из-за устоявшегося менталитета пренебрежения к отечественным ИТ-разработкам. Но эта ситуация всё равно когда-либо изменится.

Smart-MES - это система управления производством, которая связывает воедино все бизнес-процессы с производственными процессами предприятия, оперативно предоставляя объективную и подробную информацию руководству компании. Методология построения Smart-MES ориентирована на лёгкую реализацию любых алгоритмов в любом количестве без программистов. Она содержит полную совокупность современных возможностей. Это и текстовые проекты технологических задач, и самонастройка всей системы, и самоорганизация в соответствии с текущим контекстом, и аналитика, и графика, и оптимизация. И все это возможно в любой конфигурации клиент-сервер.

Система Smart-MES изначально не ориентирована на решение каких-либо конкретных задач, но в ней заложены в виде EXE-модуля все предпосылки для будущей конкретной реализации. EXE-модуль приобретает способность решать конкретные задачи, обучаясь за несколько секунд. EXE-модуль включает средства настройки и средства функционирования по результатам этой настройки [1].

Настройка осуществляется в процессе преобразования текстовых проектов задач, структура которых очень простая и состоит из описания колонок и строк таблицы. Одна таблица соответствует одной задаче с набором алгоритмов расчета с экранной формой и отчетом.

При компиляции проектов автоматически создаются все базы данных, экранные формы, расчётные DLL программы, отчёты. Для того, чтобы система была адаптирована и могла функционировать на конкретной электростанции, кроме EXE-модуля и текстовых проектов ничего больше не надо. Если в процессе функционирования системы необходимо внести изменение или

дополнение, то корректируется текстовый проект и запускается компиляция на функционирующей системе. В этом случае все изменения встанут на свои места без потери текущей технологической информации. Особое достоинство данной технологии еще и в том, что она предоставляет абсолютную программную надежность при любом количестве реализуемых технологических алгоритмов расчёта для любого производства.

Система условно состоит из базиса и надстройки. Базис – это исполнительный EXE-модуль, который не имеет технологической начинки. Надстройка – это текстовые проекты технологических задач. Базис всегда неизменен, т. к. является прерогативой разработчика. Надстройка подвержена постоянным изменениям и является прерогативой технологов для развития производственных задач. Текстовые проекты технологических задач определяют область их использования и обеспечивают реальное функционирование EXE-модуля.

Концепция самоорганизации разработанной системы Smart-MES на много лет опережает современное мировоззрение построения других MES-систем.

Технология создания самоорганизующихся IT-систем обязательно должна включать пять этапов:

- 1) перевод постановки задачи на метаязык технолога;
- 2) преобразование метаязыка на макроязык (самонастройка);
- 3) преобразование всех задач на макроязыке в одну задачу (самоорганизация);
- 4) преобразование единой задачи на язык программирования;
- 5) преобразование языка программирования в результирующий машинный код.

Первый этап происходит при участии человека, а все остальные выполняются автоматически. Далее подробнее о каждом этапе.

## 1) Перевод постановки задачи на метаязык технолога.

В данном случае используется инструментальное средство (Конструктор текстовых проектов) для оперирования шаблонами с целью максимального облегчения набора алгоритмов технологических задач, которые представляются в табличном виде. Например: колонки обозначают типы оборудования и итог, а строки – показатели.

## 2) Преобразование метаязыка на макроязык.

Данный этап производит полную самонастройку системы. В результате автоматически формируются все элементы: базы данных, справочники, меню задач, экранные формы, расчёты на макроязыке и отчёты. Данный этап необходим для отладки алгоритмов в режиме интерпретации, т.к. на последующих этапах она не возможна. Здесь каждой клетке экранной формы ставится в соответствие алгоритм расчёта данного показателя.

## 3) Преобразование всех задач на макроязыке в одну задачу.

Этот этап производит самоорганизацию системы. Все таблицы отдельных задач особым образом соединяются в одну большую таблицу с переформатированием адресации во всех алгоритмах расчёта показателей, создавая одну общую задачу со сложнейшей структурой.

## 4) Преобразование единой задачи на язык программирования.

Во время этого преобразования ликвидируются все множественные рекурсии, в результате чего процесс полного расчёта происходит за один проход сверху вниз. На данном этапе в качестве языка программирования может быть любой язык: Паскаль, Си и др. В системе Smart-MES используется Паскаль.

## 5) Преобразование языка программирования в результирующий машинный код.

Здесь используется соответствующий транслятор с используемого языка программирования. В результате получается программа DLL, которая используется в качестве сервера приложений.

Игнорирование любого из перечисленных этапов не даст желаемый результат истинной самоорганизации системы с возможностью адаптации для конкретного производства и высокой скорости расчетов.

Для реализации самоорганизующейся системы необходимы два уникальных языка верхнего и нижнего уровней системы. Язык верхнего уровня, или инженерный метаязык, необходим технологиям для формулирования алгоритма задачи. Он максимально приближен к естественному языку. Язык нижнего уровня, или макроязык, необходим для интерпретационной отладки алгоритмов.

Дополнительно к самоорганизующейся системе может быть использован диспетчер контекста, который постоянно будет анализировать текущий производственный контекст и в случае необходимости автоматически внесёт изменения в текстовые проекты технологических задач, т.е. выполнит первый этап и запустит самоорганизацию всей системы. Так система начнёт адаптироваться ко всем изменениям без участия человека.

Но если эти отдельные самоорганизующиеся системы представить в качестве агентов с взаимными связями по особым протоколам, то получится самоорганизующаяся мультиагентная система.

Основная цель любой самоорганизации является достижение конструктивных экстремумов каких-либо аспектов. В противном случае эта самая самоорганизация природе была бы и не нужна. Ведь именно в результате самоорганизации происходит развитие всего. Поэтому, когда учёные в области ИТ присваивают различные отличительные характеристики самоорганизующимся системам, то это можно лишь воспринять, как их гипотетическое мироощущение. Ведь они вживую не видели ни одной

самоорганизующейся программной системы, т.к. очень далеки от них в практическом плане.

Когда я связался с одним из учёных патриархов по самоорганизующимся системам и заявил ему, что мы уже давно разработали эту самую самоорганизующуюся систему, то реакция была очень далека от ожидаемой. Я по наивности думал, что учёный, который написал массу статей на эту тему, порадуется за простых российских инженеров, которые в этом плане обогнали саму США, и пожелает узнать, как мы сумели дойти до жизни такой. Но этот учёный лишь встал в позу недосягаемости и засыпал придуманными критериями.

Я, естественно, не счёл нужным чего-либо доказывать. Ведь, казалось бы, когда на весах с одной стороны находится голая придуманная теория, а с другой – готовая работающая система, то, безусловно, система должна бы перетягивать. Но оказывается это не так. Везде действуют свои корпоративные интересы, а не интересы России. Иначе наша перспективнейшая система более 3-х лет не пылилась бы на полке, а была бы давно нарасхват в электроэнергетике.

А сейчас непосредственно о самоорганизующейся Smart-MES. Вот ответьте на такой вопрос. Когда система в исходном состоянии ничего не умеет делать и вдруг после обучения всё умеет. Когда система не имеет в составе ни одной реально действующей задачи, не имеет базу данных, не имеет экранные формы, не имеет отчёты, не имеет ни одного реализованного алгоритма технологической задачи, а после компиляции текста на инженерном языке, всё появляется. То это самоорганизация или нет?

Мне говорят, что это элементарная работа алгоритма преобразования текста в составляющие системы. Не спорю. А кто сказал, что у биологических систем самоорганизация происходит без алгоритмов? Ведь если нет алгоритма,

то нет и экстремума самой цели самоорганизации, следовательно, нет и самоорганизации. Другое дело, что эти алгоритмы составлены самой природой.

Таким образом, экстремумами цели самоорганизации Smart-MES являются: минимизация действий технолога при адаптации системы к конкретным производственным условиям и максимизация скорости расчёта технологических алгоритмов. И эти экстремумы в системе не просто легко достигаются, а имеют такие значения, которые превзойти просто не возможно.

Минимизация действий технолога обеспечивается встроенным инструментальным средством «Конструктор проектов» технологических задач в текстовом виде. Каждая задача на инженерном языке формулируется в табличном виде, с которым и взаимодействует человек. Отдельно описывается содержание колонок таблицы и её строки. Все алгоритмы конструируются из шаблонов. Обозначение показателей имеют привычное для технологов написание с верхними и нижними индексами.

Максимизация скорости расчёта обеспечивается четырёх кратным преобразованием постановки задачи в исполнительный машинный код. Здесь следует особо остановиться на оптимизации машинного кода по принципу одного прохода сверху вниз. Например, когда решается задача в MS Excel, то всегда бывает, что аргументы в верхних клетках рассчитываются ниже. Таким образом, существует необходимость многократного прохода таблицы. В нашем же случае это не происходит, т.к. в момент преобразования в машинный код порядок вычисления меняется для будущего однократного прохода.

Основным конкурентным преимуществом феномена самоорганизации Smart-MES является практически мгновенный переход математической модели электростанции или иного предприятия от ситуации «как есть» к ситуации «как должно быть». Это изменение происходит в темпе функционирования самой системы и фактически при минимальном участии человека. Феномен самоорганизации обеспечивает безграничное развитие системы в части

технологического функционала, который может быть использован как на уровне электростанций во всех цехах, так и на уровне Генерирующих и Сетевых компаний.

А теперь представьте ситуацию, когда система сама реагирует на изменение текущего контекста и мгновенно запускает самоорганизацию. В данном случае эффект контекста может иметь обширное влияние на маркетинговые и потребительские решения особенно в рыночных условиях неопределенности.

Вообще-то, данный феномен самоорганизации, когда вся огромная система в любой конфигурации разворачивается из обычного текста нажатием одной кнопки или, если хотите, голосовым сигналом, на самом деле трудно постичь. Может именно по этой причине менеджмент Генерирующих компаний не решается привлечь данную систему для оперативного учёта перерасхода топлива на электростанциях. ИТ-менеджменту, видимо, пока проще оперировать существующими западными технологиями, которые уже давно не в лидерах.

Подобный феномен самоорганизации системы позволяет вообще отказаться от разработки различных программ. И в данном случае тысячи программистов будут вынуждены перейти в иные сферы, например, в большем масштабе плодить игрушки и учебные пособия. Всю же производственную сферу легко перекроет самоорганизующаяся система. Ведь для того, чтобы обеспечить любые оперативные расчёты в любом количестве и любой сложности на любом предприятии, достаточно это отразить в тексте. И больше ничего не надо. Всё остальное сделает самоорганизация этой системы.

И самое главное, самоорганизация не вносит новые ошибки в новую сформированную систему, т.к. она оперирует с новой мета информацией, а основной хребетный скелет системы остаётся неизменным. Этим гарантируется абсолютная надёжность производственной системы.

## 24. Концепция динамической адаптации Smart-MES

---

---

В пензенской статье «Методы адаптации и поколения развития программного обеспечения» [13], говорится: «Ни разработка более мощных языков программирования и объектных библиотек, ни использование Case-средств проектирования и создания программных систем, к сожалению, не дали ожидаемого эффекта на фоне грандиозных возможностей современных компьютеров и компьютерных сетей вследствие пассивности программно-технических систем и слабой модифицируемости создаваемого программного обеспечения (ПО)».

Но фирма ИнформСистем уже давно разработала Инновационную Динамичную Самоорганизующуюся Smart-MES.

Получается очень странная картина, когда учёные констатируют о сильном отставании развития ПО, то мы это самое ПО уже создали. Так в сборнике материалов третьей международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2009)» опубликована наша статья «Автоматизированная система управления производством электростанции MES-T2 2007» [2], в которой освещены вопросы полной самонастройки Smart-MES. А это в корне опровергает пассивность ПО и его слабую модифицируемость.

В пензенской статье приводятся следующие поколения развития ПО:

- 1) ПО под ключ;
- 2) ПО с установкой и инсталляцией;
- 3) ПО со встроенными средствами доработки;
- 4) ПО на основе проектирования, и самонастраивающееся ПО;
- 5) Самоорганизующееся ПО.

В этой статье сказано, что «существенно повысить качество и срок эксплуатации с принципиальным снижением трудоемкости и затрат на создание и сопровождение систем позволяет только самоорганизующееся ПО. Самоорганизующимся является ПО, способное длительное (потенциально бесконечное) время быть адекватным внешней среде на основе адаптации к изменениям внешней среды (решаемым задачам, объектам взаимодействия) и внутренней организации системы (объему данных, их размещению и т. д.)».

А сейчас покажем, что наша система Smart-MES полностью соответствует именно самоорганизующемуся ПО, согласно приведённых в пензенской статье принципиально новых свойств. При этом за десятилетие своего становления данная система прошла все перечисленные пять поколений развития ПО от «под ключ» до «Самоорганизующейся». И так:

1) «Самоорганизующаяся система должна являться автономной, активной, интенсивной, и способной самостоятельно функционировать в определенной изменяющейся среде».

Автономная система (АС) должна иметь собственную цель – как можно более длительное существование, что требует её приспособления (адаптации) и выживания в изменяющейся среде. Одним из важнейших условий выживания АС является выполнение ею определенной полезной функции для внешней среды.

Наша Smart-MES внешне состоит из EXE-файла (Конструктор АРМов) и набора текстовых описаний – Проектов технологических задач. Конструктор, как новорождённое дитя, в части технологического функционала абсолютно пуст, т.е. для выполнения конкретной полезной работы его следует обучить. Процесс обучения, как и человека, происходит через текст. Обучение Конструктора осуществляется в реальном времени в темпе выполнения им полезной работы и происходит постоянно, как и человека. В настоящее время сфера деятельности Smart-MES распространяется на непрерывные

производства, но эти же принципы обучения могут быть заложены в создание системы и для дискретных производств.

2) «Самоорганизующаяся система должна быть открытой на всех уровнях организации: структурном, функциональном, интерфейсном и организации данных».

По определению, принятому Комитетом IEEE POSIX 1003.0, открытой информационной системой называется система, которая реализует открытые спецификации на интерфейсы, сервисы (услуги среды) и поддерживаемые форматы данных. Основные свойства открытых систем: расширяемость, масштабируемость, переносимость, интероперабельность, способность к интеграции, высокая готовность.

Наша Smart-MES обладает всеми этими свойствами. В ней используются стандартные интерфейсы доступа к базам данных, полностью отсутствуют ограничения на количество и размерность технологических задач. Она выполняет взаимодействие, как с нижним уровнем сбора данных, так и с верхним уровнем бизнес-процессов. В Smart-MES все сервисы настраиваются после обучения её для конкретного использования.

3) «Самоорганизующаяся система должна функционировать преимущественно на основе собственной цели и внутренних потребностей с учетом неспецифических воздействий внешней среды».

Потребность - это надобность в каком-либо благе. Благом для системы является наличие её корректной постоянной работоспособности. Это как у человека основная цель – быть сытым и здоровым.

Наша Smart-MES, используя текущую ZIP-архивацию, в случае сбоя по какой-либо причине она сама автоматически себя восстанавливает, как происходит регенерация у живых организмов. В данном случае ей даже не страшна глобальная порча или удаление всех баз данных и настроек.

4) «Самоорганизующаяся система должна обеспечивать корректность и высокий уровень надежности и эффективности функционирования в изменяющейся среде».

Наша Smart-MES, как было уже сказано выше, в исходном положении состоит из двух философских элементов: базис (EXE) и надстройка (Текст). Базис – программный скелет или сущность информационной системы. Надстройка – совокупность алгоритмов на инженерном языке, порожденных базисом и активно влияющих на него. Другими словами, EXE-модуль готовит Текст, по этому Тексту, она формирует базы данных и шаблоны экранной формы и отчётов, а также DLL-программы для расчётов, и, используя это окружение, EXE-модуль функционирует для выполнения производственных задач.

Таким образом, EXE-модуль является полностью прерогативой Разработчика и к конкретному технологическому объекту не имеет отношения. Текст же наоборот является прерогативой Пользователя, который на инженерном языке формулирует технологические задачи для конкретного объекта. Этим достигается независимое постоянное развитие системного и технологического функционалов, что и обеспечивает высочайший уровень надёжности и эффективности Smart-MES.

5) «Самоорганизующаяся система должна обеспечивать взаимодействие с внешней средой на семантическом уровне и предоставлять простой интерфейс взаимодействия, скрывающий от внешней среды высокую внутреннюю сложность системы».

Наша Smart-MES обеспечивает наиболее приближенный к реальности язык формулирования технологических задач в табличном виде. Отдельно описывается содержание колонок (Оборудование) и строк (Показатели). Описание строк включает: обозначение, единицу измерения, наименование и

алгоритм расчёта. Обозначение показателя пишется в естественном виде: Рп – давление пара. Алгоритм расчёта записывается в обычном виде:  $N_i = \dot{\mathcal{E}}_i / t_i$ .

6) «Самоорганизующаяся система должна иметь способность с течением времени предоставлять внешней среде (пользователям) все более широкие возможности по решению задач, организации и обработке данных».

Наша Smart-MES постоянно развивается путём выпуска новых версий. Поэтому, для приобретения нового системного функционала Пользователям достаточно просто заменить EXE-файл. Текст же позволяет самим Пользователям без ограничений увеличивать технологический функционал.

7) «Самоорганизующаяся система должна иметь способность возникать и формироваться естественным путем без участия программистов и разработчиков».

Наша Smart-MES позволяет создание большой работающей системы от нажатия одной кнопки. В этом случае при компиляции Текста автоматически создаются все составляющие: базы данных, справочники, меню, экранные формы, отчёты, DLL-программы и Сервер приложений.

Однако, в пензенской статье делается странный вывод, что «в настоящее время практически нет программных систем, у которых достаточно четко проявлялись бы указанные свойства. Таким образом, создание программных систем данного класса является делом будущего и, возможно, ознаменует собой третью революцию в области ПО».

Так вот, к сведению всех учёных и, особенно, в области информатики, третья революция в области ПО давно уже свершилась, и она ознаменовалась рождением Инновационной Динамичной Самоорганизующейся Системы Smart-MES «MES-T2 2020». Жаль, что в научных кругах досадно пропустили этот факт.

Мы достигли невозможного, т.е. двойного скоростного, казалось бы, взаимоисключающего эффекта: при адаптации Системы для любой электростанции и при решении любых задач ТЭП.

Как известно, эти две конфликтующие проблемы ещё никому не удавалось уладить. Это, как вода и лёд. Эта среда или жидкая, или твёрдая. Но мы смогли эту среду сделать одновременно и жидкой, и твёрдой.

Так, если Система для расчёта ТЭП легко адаптируемая к различным электростанциям, то она имеет низкую скорость решения задач из-за интерпретационного механизма расчёта. Высокую скорость выполнения имеют задачи, реализованные «в лоб», т.е. без возможности гибкой адаптации. Этот факт специалистам давно известен.

Но наша система Smart-MES и легко адаптируемая, и высокоскоростная.

То, что нам удалось реализовать инновационными средствами, полностью переворачивает всё ранее существующее мировоззрение о больших информационных и управляющих Системах. Эти наши инновации ещё в полной мере не осознаны.

Возможно, для этого есть объективные причины. В данном случае, для выбора программной реализации решающую роль, в первую очередь, играет величина ИТ-компании и её имидж, а не инновации.

## 25. Smart-MES как Супер-САПР Самоорганизующихся Систем

---

Фирма ИнформСистем разработанную и апробированную ею систему Smart-MES представила как САПР (система автоматизированного проектирования) для быстрой генерации больших самоорганизующихся систем для промышленности. Именно данная система легко реализует любые математические модели с целью увеличения прибыли и с целью оптимального прогнозного развития предприятия. Именно данная система может быть задействована в мультиагентной технологии для реализации когнитивных функций управления любой промышленной компанией. Именно данная система позволит максимально приблизиться к реализации интеллектуальных возможностей за счёт своей легчайшей адаптивности и высочайшей скорости расчёта.

Казалось бы, САПР предназначен для автоматизации проектирования объектов, но программа это тот же самый объект. Данный САПР Smart-MES легко справится с любыми расчётными задачами и с любыми математическими моделями, особенно для предприятий с непрерывным характером производства.

Данный САПР генерирует именно самоорганизующиеся системы, которых в природе кроме нашей Smart-MES больше нет. Любой САПР предназначен для поиска наилучшего решения методом проб и ошибок. Поэтому ни одну иную систему нельзя отнести к САПР, т.к. она не позволяет моментально реализовывать множество вариантов ПО. Система же Smart-MES за счёт своей самоорганизации напротив легко это позволяет.

САПР Smart-MES позволяет генерировать самоорганизующиеся системы для реализации любых динамических экономико-технологических математических моделей в любом количестве и любого объёма для любых предприятий любой промышленности, включая оборонную. При этом сразу же

следует заметить, что 1000 задач в среднем по 500 показателей за счёт сверхскорости Smart-MES рассчитываются всего за 10 секунд, что при моделировании сложных динамических объектов просто бесценно.

Самоорганизующаяся система сама для себя создаёт все структурные составляющие, которые позволяют ей функционировать в конкретном предназначении. С этой целью система состоит из базового EXE-модуля и надстроек в виде текстовых проектов. EXE-модуль конструирует эти надстройки и по ним выполняет двойную бифуркацию (качественная перестройка), создавая автоматически все элементы большой системы: базы данных, экранные формы, отчёты, расчётные DLL-программы.

Почему же именно данное открытое ПО САПР Smart-MES способно быстро решить многие проблемы? Во-первых, данная технология самоорганизации уже нами реализована и имеется готовый работающий прототип. Во-вторых, повторить самостоятельно реализацию данной технологии практически не возможно, т.к. у нас на это ушло итерационное десятилетие проб и ошибок. В-третьих, для повторения данной технологии необходимо быть полностью свободным от западной IT-парадигмы, которая и близко не создаёт предпосылки для самоорганизации, но таких специалистов единицы и они все у нас. В-четвёртых, только самоорганизующиеся системы в современной рыночной экономике способны обеспечить производственный прогресс посредством мгновенной адаптивности к постоянно изменяющимся условиям. В-пятых, для развития технологического функционала в системе программисты не нужны. В-шестых, САПР позволит на конкретном предприятии генерировать множество самонастраивающихся систем.

Что же позволит открытое ПО САПР Smart-MES? Во-первых, можно бесплатно воспользоваться готовым ПО (программное обеспечение) и самостоятельно реализовывать у себя на предприятии различные технологические и экономические расчёты в любом объёме и использовать их в интерактивном режиме или в режиме реального времени с элементами

оптимизации и с аналитикой. А также реализовать функционирование системы в любой многопользовательской конфигурации. Но для этого необходимы хорошие инструкции и обучение. Во-вторых, можно бесплатно воспользоваться нашими исходными текстами и творчески их переработать, обеспечив тем самым дальнейшее развитие ПО с уже достигнутого уровня. Но для этого необходимы подробные описания всех подпрограмм системы и обучение.

Что же в настоящее время мешает данному перспективному ПО САПР Smart-MES проявиться на свете? Как всегда мешает равнодушие и невежество чиновников, которые очень далеки от ИТ, а экспертам в ИТ мешает зашоренность из-за западной ИТ-парадигмы, основанной на SQL (язык структурированных запросов). И то, и другое можно побороть только на высшем уровне при желании что-то поменять в современных условиях.

Вот вы только вообразите, какую мощь даёт САПР. Ему предоставляем пакет заранее подготовленных текстовых проектов технологических задач, а после нажатия на одну кнопочку вся огромная система автоматически разворачивается и оживает. Ему подсовываем другой пакет, и он рядом разворачивает иную систему. Данных систем может быть сколько угодно. И на всё это требуется всего-то несколько секунд. Система абсолютно не боится ни вирусов, ни жесточайшего вмешательства дилетанта, т.к. выявив некорректность, она самостоятельно себя восстанавливает.

Но самое главное в том, что России предоставляется исторический шанс занять лидирующие позиции в ИТ по созданию самоорганизующихся систем для промышленности, или этот шанс будет потерян. Реализация самоорганизации в ИТ это совсем иное мировоззрение, которое необходимо прививать с вузов, чтобы специалисты для ИТ не дублировали западные технологии и не работали бы по их канонам, а создавали бы свою отечественную ИТ-индустрию, основанную на принципах самоорганизации. На Западе над данной проблемой давно работают, но безуспешно из-за неверно выбранной парадигмы. То, что нам случайно удалось решить данную проблему, это большая удача именно для

России, и не воспользоваться этим означает элементарное вредительство и предательство интересов России, особенно в условиях противостояния с Западом.

Следует понять одно, что прогресс в ИТ неумолим, но вопрос лишь в том, кто его возглавит: Россия или Запад. Сейчас у России есть все возможности воспользоваться нашими наработками и распространить наш опыт во все отрасли промышленности, но самое главное в оборонную промышленность, где создаётся новое оружие. Для каждого вида оружия и для каждой стратегии необходимы быстро реализуемые самоорганизующиеся математические модели. А САПР Smart-MES легко это обеспечит без традиционного программирования, без кучи системных глюков, с невиданной скоростью расчётов и с легчайшей адаптивностью к новым условиям.

Любая совокупность математических зависимостей, привязанная к экономике или к технологии, является моделью. Но для реального функционирования модели необходима программа, которая или используется готовая, или специально разрабатывается. Но в наше прогрессивное время создавать новую программу это полнейший маразм, когда для этого есть мощный инструментарий Smart-MES. Почему же эти программы всё-таки до сих пор разрабатываются с привлечением огромного штата программистов? Да потому, что менеджмент наивно верит, что они создадут программу лучше системы Smart-MES.

Но это не реально, и вот почему. Любая модель – это лишь приближенное описание объекта, т.к. идентичную копию в виде виртуальной модели создать просто не возможно, но можно с помощью бесконечных итераций к ней приблизиться. А для этого инструментарий должен быть самоорганизующимся, так как необходимо обеспечивать легчайшую адаптивность и высочайшую скорость выполнения расчётов. Но подобных самоорганизующихся систем, кроме нами созданной Smart-MES, в мире нет. А на её создание ушло десятилетие работы лучших программистов Екатеринбурга.

В данном случае платформа не имеет значение, т.к. в большей степени здесь говорим не о конкретной программной реализации, а о принципах, которые легко могут использоваться в различных иных платформах. Данная же реализация в виде системы Smart-MES «MES-T2 2020» может рассматриваться как готовый работающий прототип или образец.

Ещё раз замечу, что сделать лучше нашей системы нельзя (здесь не имеется в виду пользовательский интерфейс или иные примочки), т.к. у нас итак достигнута самая легчайшая адаптация и самая высочайшая скорость расчёта. Приблизиться к нашим возможностям, наверное, реально, но зачем тратить на это массу усилий, когда нас всё равно не догнать, да и проще использовать нашу готовую систему и технологию в масштабе всей России, включая оборонку.

Теперь о нашей адаптации. При такой легчайшей адаптации замысел технолога без участия программистов моментально претворяется в работающий софт. Необходимые текущие изменения в алгоритмы расчёта или добавление новых задач мгновенно реализуются в темпе функционирования системы без потери текущих технологических данных. Для конструирования текстового проекта задач используются готовые шаблоны, а сам инженерный язык технолога доступен даже школьнику. Понятийная строка в проекте состоит из тривиальных составляющих: обозначение показателя, наименование, единица измерения и алгоритм расчёта, при этом все показатели в алгоритме имеют привычные для технологов обозначения. Куда ещё проще?

В процессе самоорганизации системы, которой даёт начало человек либо иной механизм, встречаются две точки бифуркации, в которых происходит изменение структуры от простого к сложному и от хаоса к упорядоченности. В первой точке бифуркации осуществляется самонастройка всей системы, т.е. преобразование текстовых проектов во все составляющие системы: базы данных, экранные формы, отчёты, интерпретационные расчёты и др. Во второй

точке бифуркации интерпретационные расчёты множества задач преобразуются в одну задачу в машинных кодах с их оптимизацией.

В данном случае максимально возможная скорость расчёта осуществляется формированием одной программы на DLL (динамически подключаемая библиотека) для всех задач без лишних анализов с одним проходом сверху вниз. Вручную такую огромнейшую программу, включающую миллионы показателей, написать просто не возможно, но если и удастся, то её оперативная коррекция будет вообще не реальна. У нас же она генерируется автоматически.

Модели нужны для улучшения текущего функционирования предприятий с целью увеличения производительности и прибыли и для прогнозного их развития. А, следовательно, и для прогресса всей России. И для этого лучше всего подходит уже разработанная самоорганизующаяся система Smart-MES. Но, к сожалению, парадигма существующего IT-сообщества в России не позволяет инакомыслящим высовываться.

Парадигма – это то, что объединяет IT-сообщество. В настоящее время при очень длительном влиянии западной парадигмы на умы IT-сообщества привело к стагнации и загниванию данной парадигмы. А новой российской IT-парадигмы для промышленности нет. Но этой парадигмой могла бы быть технология создания самоорганизующихся систем.

В нашей стране на нужды IT для миллиона предприятий в промышленности, в научной сфере и в оборонке ежегодно явно и неявно тратятся триллионные суммы, а могла бы Россия на это тратить в тысячи раз меньше, использовав открытое самоорганизующееся ПО. Вот и был бы быстрый всеобщий прогресс. И программисты не множили бы идеологически устаревшее западное ПО, а развивали своё отечественное. И мы не просто бы догнали США, а через неё легко бы перепрыгнули.

САПР Smart-MES содержит развитый системный функционал от различных методов оптимизации (динамическое программирование, симплексный метод и др.) до всевозможной аналитики. Сгенерированные системы могут функционировать в различных конфигурациях клиент-сервер с трёхзвенной структурой с SQL-Сервером и без него. В данном случае сервер приложений генерируется автоматически. Имеется свой графический векторный редактор для формирования схем древовидной структуры. В наличии имеется также возможность размещения расчётов и аналитики в Интернете. В данном случае SQL-Приложение и WEB-Приложение настраиваются автоматически.

Для образного представления САПР Smart-MES удачно подходят философские понятия: базис и надстройка. В данном случае базис представлен EXE-Модулем, а надстройка – текстовыми проектами задач. Базис создаёт надстройку, а надстройка определяет Базис и его функционирование.

Таким образом, технология самоорганизующихся систем знаменует собой революционный переворот, который вполне может вывести Россию из ИТ-кризиса.

Но пока у нас в России прогресс просто топчется на месте из-за глобальной коррупции и из-за абсолютного нежелания руководства России пойти навстречу неизвестным новаторам. Ярким примером может служить уже порядочно запылившаяся уникальная инновационная система Smart-MES. А таких примеров многие тысячи. Ведь самое ужасное то, что гениальная разработка может быть просто на веки потеряна для будущих поколений.

В своей книге «Инновационная экономика (Дорожная карта 2040)» [5] Святослав Мартынов пишет: «И поводы для тревоги есть:

1. Немногие люди – носители сакральных знаний уже не молоды и учеников среднего возраста нет или почти нет.

2. Великий замысел может реализовать только квалифицированная команда (в идеале уже с опытом неких достижений).

3. Внедрение глобальных инноваций возможно лишь при непротивлении национальных элит».

В настоящее же время эти самые национальные элиты просто стараются не замечать уже совершенного нами революционного переворота в сфере ИТ.

Но с другой стороны зададимся простым вопросом, а как же национальным элитам выявить эту самую гениальную разработку? Как им выделить рациональное зерно из горы мусора? Но это определить можно только на уровне экспертов. А вот этих то экспертов как раз нет и быть не может. Потому что если такие эксперты были бы, то российская экономика давно была бы уже впереди планеты всей. Ведь настоящие эксперты давно уже из-за равнодушия чиновников укатили в США и успешно работают на дядю Сэма. А те, кто себя относят к экспертам, т.е. те, кто выносит заключение, являются просто приближенными к власти и не более того.

В народе бытует мнение, что стоящая инновация самостоятельно себе дорогу пробьёт. В противном случае – она не стоящая. В правительстве считают, что инвесторы сами определят, что им выгодно. Но давайте не будем путать «железо» с софтом. Если инновационное устройство обязано приносить прибыль, то ИТ напрямую – никогда. Поэтому надеяться на инвесторов в продвижении перспективного ИТ бесполезно.

Здесь сознательно опускаются все разговоры о конструктивных особенностях САПР Smart-MES, т.к. они бесполезны. На любой мой аргумент в ответ услышу тысячу отрицаний. Критика важна и очень необходима, когда она предметна. Например, никто из ИТ-специалистов толком не разъяснит необходимость БД SQL? Ведь если ИТ-процесс можно осуществить значительно лучше без этих SQL, то, казалось бы, о чём говорить? Ах, нет! Западные каноны ещё долго будут рулить сознанием отечественных ИТ-специалистов.

## 26. Структура и инновационные возможности Smart-MES

---

Логическая структура системы Smart-MES состоит из двух частей. Первой части соответствует конструктор АРМов (автоматизированное рабочее место). Конструктор всегда один для любых приложений, это EXE-файл. Второй части соответствуют приложения, это шаблоны с открытым кодом для их дальнейшего развития и изменения, поскольку каждое приложение уникально. В Конструкторе описываются модели информационных объектов. Все, что мы описали в Конструкторе, реализуется в приложениях. Мы можем корректировать все, что описали в Конструкторе – изменения мгновенно через компиляцию появятся в приложениях без перепрограммирования.

Конструктивно Smart-MES включает четыре составляющие: Конструктор АРМов, SQL-приложение, Графический редактор, WEB-приложение [2]. Основным является Конструктор АРМов. SQL-приложение и WEB-приложение работают по его настройкам. Система Smart-MES не имеет своих средств сбора данных непосредственно с датчиков, а осуществляет их импорт из существующих на электростанции автоматизированных средств нижнего уровня: АСУТП, АСКУЭ (электроэнергия), АСКУТ (тепло), АСКУГ (газ) и др. При отсутствии каких-либо исходных данных используется ручной суточный ввод с последующей трансформацией данных на уровень минутных расчетов.

Конструктор АРМов осуществляет полную адаптацию Smart-MES к условиям конкретной электростанции и может эксплуатироваться в многопользовательской конфигурации клиент-сервер без SQL БД (базы данных). В этом случае конструктор АРМов выполняет две функции: как рабочее место администратора системы для внесения всевозможных коррекций и как клиент с множеством функций. В данном случае есть одна очень важная особенность: используется клиент-сервер трехзвенной структуры. Подобной конфигурации без SQL БД не может быть ни в одной другой системе, это наше

ноу-хай. Преимуществами такой конфигурации клиент-сервер являются: отсутствие SQL БД, высокая скорость расчета, огромное число аналитики и другие возможности.

Конфигурация клиент-сервер трехзвенной структуры без SQL БД – это новое слово в развитии информационных технологий. В то время, когда все поголовно перешли на клиент-сервер с западными SQL БД, мы предоставили неограниченные возможности нашей конфигурации клиент-сервер с прямым доступом к БД без использования медлительного SQL-языка. В нашем случае имеется сервер информационных баз данных, сервер приложений и «толстый» клиент. Все расчеты выполняет сервер приложений на DLL-программе.

SQL-приложение, реализующее конфигурацию клиент-сервер с SQL БД, включает SQL-сервер, «тонкий» клиент и сервер приложений на DLL-программе. В данном случае SQL-сервер используется тот, который предпочитает электростанция. В начале функционирования на SQL-сервер закачиваются из Конструктора АРМов все настройки и базы данных, и система Smart-MES в конфигурации клиент-сервер с SQL БД готова к работе.

Графический редактор нами был разработан как самостоятельный программный продукт для создания архивных тепловых и электрических схем иерархической структуры в векторном формате с возможностью представления динамической информации (Свидетельство Роспатента № 2002610180 о государственной регистрации программы для ЭВМ, 2002 г.). При создании системы Smart-MES графический редактор был в неё интегрирован.

WEB-приложение является экзотическим программным продуктом. Он позволяет размещать в Интернете все расчёты ТЭП с ручным вводом исходных данных и с аналитикой.

Такая многосторонняя реализация системы Smart-MES позволяет удовлетворить многие потребности Генерирующей компании для экономии топлива с целью увеличения энергоэффективности электростанций и

значительно повысить ее привлекательность для инвесторов. В этой же системе легко реализуются задачи по предупреждению всех аварийных ситуаций.

Программа тогда будет полезной на электростанциях, когда она способна быстро адаптироваться ко всем изменениям. Но ведь даже простые расчёты ТЭП не всегда имеют прозрачную реализацию, не говоря уже о постоянных изменениях в технологии самой электростанции.

Процесс же составления расчёта в текстовом проекте в системе Smart-MES и отладка этих расчетов выполняется легко. В расчётах все показатели имеют обозначения, привычные для технологов, и все алгоритмы расчётов можно легко сопровождать. Изменения в технологические задачи могут легко вноситься самими технологами электростанций.

Нами разработана теория математического моделирования любых ТЭЦ, ГРЭС, ГЭС, АЭС и она реализована на практике в виде инновационной самоорганизующейся системы Smart-MES для расчёта ТЭП и управления производством электростанции с минимизацией перерасхода топлива.

Теория моделирования состоит несколько основных Постулатов, направленных на осуществление функционирования полной математической модели электростанции, включающей оперативные расчёты фактических и нормативных ТЭП с возможностью оптимизации ресурсов методом динамического программирования.

**Постулат 1.** Обозначение всех технологических показателей должно быть в виде: <Показатель>[<Объект><Номер>]. Показатель - это обычное инженерное буквенное написание технологического параметра. Объект - это условное обозначение Котла<К>, Турбины<Т> и т.д. Номер - это станционный номер оборудования. Например: Qк\_бр\уг[K8] - Выработка тепла котлом №8 на угле и газе, Этці\сн[T5] - Расход э/э на СН ТЦ т/а №5. Все расчётные алгоритмы должны формулироваться с использованием этих обозначений показателей. Например:  $Q_{к\_бр} = [D_{оп} \cdot y^* [i_{пп} - i_{пв}] + D_{пр} \cdot y^* [i_{кв} - i_{пв}]] * 10^{-3} + Q_{отоп}$ .

**Постулат 2.** Все технологические расчёты должны оформляться в виде текстового Проекта. Проект задачи должен состоять из двух основных частей: Объекты и Показатели. Объекты - это описание колонок экранных и расчётных таблиц. Показатели - это описание строк экранных и расчётных таблиц в виде: Обозначение, Единица измерения, Наименование и Алгоритм расчёта.

**Постулат 3.** Вся система должна автоматически настраиваться при компиляции текстовых Проектов задач. То есть, должны автоматически генерироваться базы данных, экранные и расчётные таблицы, отчёты и проводник задач. Исполнительный Модуль должен оставаться неизменным и должен функционировать по настройкам системы.

**Постулат 4.** По сгенерированным расчётным таблицам должна автоматически создаваться DLL-программа с оптимизацией кода для общего расчёта получасовых, суточных и месячных задач. В DLL-программе весь расчёт должен производиться за один проход сверху вниз. Динамическая оптимизация многовариантности должна производиться на этой DLL-программе.

**Постулат 5.** Все нормативные графики работы оборудования должны вводиться в графическом виде и автоматически оцифровываться для использования их в расчётах.

**Постулат 6.** Все технологические алгоритмы в математической модели должны соответствовать текущим расчётам ПТО электростанции, выполненных, например, в MS Excel.

Система Smart-MES имеет несколько инструментов оптимизации ресурсов электростанции.

Необходимость оптимизации ТЭП на электростанциях определяется наличием многовариантности принятия управляющего технологического решения эксплуатационным персоналом. Перед электростанцией стоит,

казалось бы, простая задача: Выполнить план поставки электроэнергии и тепла на существующем работающем оборудовании при минимуме затрат топлива. В настоящее время до сих пор эту задачу пытается выполнять человек без оперативного учёта перерасхода топлива, т.е. абсолютно впопыхах. Из этого следует, что главенствующая целевая функция по минимизации расхода топлива абсолютно не выполняется.

Здесь следует отметить, что и наличие мощной оптимизации не решает данной проблемы без текущего учёта перерасхода топлива на получасовых интервалах. Оптимизация в данном случае говорит, как надо сделать, а учёт показывает, что же в результате управления получилось, т.е. учёт является обратной связью. Но в настоящее время нет этой обратной связи, следовательно, и нет оптимального управления. А с другой стороны даже при учёте перерасхода топлива, но при отсутствии оптимизации также не может быть этого оптимального управления. Получается очень мрачная картина сегодняшнего дня: нет ни оптимизации ресурсов, ни учёта перерасхода топлива. Отметим также, что учёт перерасхода топлива – это получасовые расчёты разности фактического расхода топлива и нормативного расхода в реальном времени с предоставлением мониторинговой аналитики на БЩУ.

А сейчас об инструментах оптимизации ТЭП подробнее. Существует два подхода к оптимизации: участковая и общая. Участковая оптимизация рассматривает только часть оборудования без увязки с другой частью, например, оптимизация загрузки турбин. Общая оптимизация оперирует сразу всей моделью электростанции. Безусловно, общая оптимизация наиболее правильно определяет наилучшее решение, т.к. рассматривает все процессы во взаимосвязи. В системе Smart-MES реализована именно общая оптимизация.

К инструментам оптимизации можно отнести: Линейную оптимизацию на симплексном методе, Динамическую оптимизацию и ХОП оптимизацию.

**Линейная оптимизация.** Задача для данной оптимизации представляет собой систему линейных уравнений и целевую функцию. Данная задача не существует где-то в стороне, а непосредственно включается в математическую модель электростанции. Кстати, таких задач линейной оптимизации в расчётах может быть сколько угодно, объединённых в единую модель электростанции для оперативного расчёта в реальном времени фактических и нормативных ТЭП. Все эти системы линейных уравнений решаются модернизированным симплекс-методом, который обязательно приводит к конкретному решению.

**Динамическая оптимизация.** Данная оптимизация хотя и не присутствует в самом теле математической модели электростанции, но оперирует именно всей этой моделью. Динамический оптимизатор содержит данные определяющих факторов, для которых задаются возможные минимальные и максимальные значения, и данные минимаксной стратегии, для которых также задаются минимальные или максимальные значения с ранжированием их по приоритету. Суть динамической оптимизации заключается в том, что для всех определяющих факторов попеременно с определённым шагом задаются значения от минимального до максимального и рассчитываются результирующие показатели на полной модели с их фиксацией. Таким образом, проверяются все сочетания определяющих факторов. Вторым этапом является выбор оптимального варианта из всего многообразия в соответствии с минимаксной стратегией.

**ХОП оптимизация.** Данный вид оптимизации также оперирует с полной моделью электростанции. И в этом, и в выше описанных вариантах модель электростанции представляет собой полный набор расчётов фактических и нормативных ТЭП. ХОП (Характеристика Относительных Приростов) это график дифференциалов показателя ( $dy/dx$ ) от минимального до максимального значения ( $x$ ), а оптимизация это определение экстремума этого графика. Формулируется же задача следующим образом: Найти такое распределение

ресурсов, при котором для увеличения мощности электроэнергии на определённую величину потребуется наименьшее увеличение затрат топлива.

Инновационная Smart-MES по всем этим видам оптимизации имеет настраиваемые инструменты, т.е. они не реализованы «в лоб», а могут легко изменяться в процессе эксплуатации.

Но следует особо остановиться на долях влияния на экономию топлива оптимизации ресурсов и учёта перерасхода топлива. Так, оптимизация ресурсов может дать экономию топлива всего в 3%, а учёт перерасхода топлива имеет возможность сэкономить более 10% топлива. Здесь вырисовывается интересная картина, что при реализации оптимизации ресурсов и без учёта перерасхода топлива даже эти 3% можно и не достичь, т.к. всё может съесть бесконтрольный перерасход топлива. А вот, совместная реализация и учёта перерасхода топлива, и оптимизации ресурсов легко даст экономию топлива более 13%.

### **Спецификация инструментального программного комплекса Smart-MES:**

1) Профессиональный Комплекс ПТО - версия 6.x, в составе:

- \* Конструктор АРМов (Автоматизированное Рабочее Место)
  - Создатель Системы для любой электростанции
  - Конструктор Проектов с автоматической настройкой Комплекса
  - Обработка нормативных графиков по оборудованию
  - Импорт данных из АСКУЭ, Excel, dBase, Access, SQL-сервера
  - Экспорт данных в Excel и Word для произвольных отчётов
  - Конструктор для подготовки посуточных и помесячных журналов
  - Дизайнер отчётов, генератор композиционных отчётов
  - Расчет показателей по сменам, суткам, месяцам и расчёт за произвольный период
  - Обзор Показателей с цифровой и графической аналитикой

- Агент Безопасности (Предупреждение Аварийных Ситуаций)
  - Испытание оборудования и Режимная карта по оборудованию
  - Динамический Оптимизатор с минимаксной стратегией
  - Построитель ХОП (Характеристика Относительных Приростов)
  - Оперативные Журналы с графической аналитикой
  - Оперативный Мониторинг и Прогнозы
  - Экспресс - Анализ
- \* Обработка диаграммных лент с помощью сканера
- \* Агент по Предупреждению Аварийных Ситуаций в реальном времени
- \* Менеджер Архивов баз данных, проектов, настроек и др. файлов
- \* Примеры: свыше 150 Проектов с 3000 нормативными графиками
- \* Документация (Книга 2005, 2006 в электронном виде, книга 2007 в печатном виде)

## 2) Приложение Клиент/Сервер 2 - версия 7.x

Использует настройки Конструктора АРМов версии 6.x

- \* Работает по трёхзвенной структуре с SQL – Серверами: Oracle, MS SQL Server, Sybase, SQLBase, Interbase, MySQL и другими

## 3) WEB - Приложение для Интернет - версия 7.x:

Использует настройки Конструктора АРМов версии 6.x

- \* Подготовка БД и настроек для размещения на IIS WEB – Сервер
- \* CGI – скрипт (выполнение расчёта в Интернете)

## 4) Графическая система "ТЭС-Граф" - версия 5.x:

- \* Графический редактор для Мониторинга Показателей ТЭП
- \* Примеры: около 400 схем и формуларов по КТЦ, ЭЦ и ХЦ

## 27. Интеллектуальность Самоорганизующейся Smart-MES

---

Интеллектуальная система способна синтезировать цель, принимать решение к действию, обеспечивать действие для достижения цели, прогнозировать значения параметров результата действия и сопоставлять их с фактическими данными, образуя обратную связь, корректировать цель или управление. Для этого она обладает запасом знаний и располагает методами решения задач.

Производственная деятельность в Генерирующей компании содержит два основных процесса.

- 1) Обеспечение выработки электроэнергии и тепла каждой электростанцией в соответствии с их графиком поставки при нулевом перерасходе топлива. Нами доказано, что оптимизация ресурсов в данном процессе играет меньшую роль, чем ликвидация элементарного человеческого фактора в перерасходе топлива, которая может быть достигнута только получасовыми расчётами фактических и нормативных ТЭП в реальном времени с мониторингом перерасхода топлива на БЦУ.
- 2) Прогнозирование закупки топлива для каждой электростанции в соответствии с планами поставки электроэнергии и тепла. В данном случае для снижения штрафных санкций следует точно рассчитать размеры необходимого топлива с разбивкой по календарному графику.

Производственный процесс электростанции описывается следующим образом:

$$B = f(\mathcal{E}, Q), \quad (1)$$

где:  $B$  – количество топлива, т.у.т.;

$\mathcal{E}$  – количество электроэнергии, МВт·ч;

$Q$  – количество тепла, Гкал.

При оптимальном производственном процессе и при нулевом перерасходе топлива каждой паре ( $\mathcal{E}$ ,  $Q$ ) на получасовом отрезке соответствует строго определенное количество топлива ( $B$ ).

Имея базу знаний с набором различных сочетаний ( $\mathcal{E}$ ,  $Q$ ,  $B$ ) за получасовые интервалы и план поставки ( $\mathcal{E}$ ,  $Q$ ), система Smart-MES мгновенно рассчитает ( $B$ ) за любой период. В данном случае удельные расходы топлива и другие сложные расчёты для планирования и прогнозирования вообще не нужны.

То же самое касается и текущего производственного процесса. Также по базе знаний, но с иным набором сочетаний ( $\mathcal{E}$ ,  $Q$ ,  $Ri$ ) по графику поставки ( $\mathcal{E}$ ,  $Q$ ) система выберет оптимальный набор режимов работы оборудования ( $Ri$  – тепловые нагрузки котлов, электрические нагрузки турбоагрегатов и др.) В данном случае нет необходимости решать оптимизационные задачи по загрузке оборудования и не требуются высококвалифицированные технологии для управления электростанцией. Достаточно только в реальном времени с помощью Smart-MES контролировать перерасход топлива.

Обучение или формирование базы знаний Smart-MES происходит в текущем производственном процессе. На получасовых интервалах при нулевом перерасходе топлива и при оптимальной загрузке оборудования производится фиксирование данного среза ( $\mathcal{E}$ ,  $Q$ ,  $B$ ,  $Ri$ ) в базе знаний. Для полного цикла обучения системы, естественно, потребуется один год из-за различных сезонных потребностей электроэнергии и тепла.

На практике процесс управления электростанцией с использованием Smart-MES выглядит следующим образом. На БЩУ электростанции мониторинг Smart-MES представляет в реальном времени графики и значения минутных и получасовых перерасходов топлива. Если присутствует минутный перерасход топлива, то оперативно вносятся изменения в производственный процесс. Если отсутствует на получасовом отрезке перерасход топлива, и

данный производственный срез отсутствует в базе знаний системы, то он автоматически записывается в базу. Перечень технологических параметров среза заранее настраивается. В переходных режимах (день, ночь) процесс фиксирования среза также производится после установки нулевого значения перерасхода топлива.

При переходе из одной производственной ситуации в другую (изменение необходимого количества выработки электроэнергии и тепла) из базы знаний в мониторинге Smart-MES выводится несколько советующих вариантов среза (набор технологических параметров) оперативному персоналу БЦУ с целью облегчения быстрого принятия управляющего воздействия. Если подходящего варианта нет, то запускается динамический оптимизатор для поиска оптимальной загрузки оборудования. В процессе обучения необходимость пользоваться оптимизатором постепенно сократится.

Таким образом, интеллектуальная Smart-MES, используя график поставки электроэнергии и тепла, с помощью базы знаний безошибочно будет подсказывать наилучшие решения в конкретных производственных ситуациях, а мониторинг текущего перерасхода топлива в реальном времени будет способствовать его экономии. А это уже наивысший уровень организации управления электростанцией.

Электростанция работает энергоэффективно, когда фактический перерасход топлива за каждый получас и, следовательно, за месяц, полностью отсутствует. Сейчас ни на одной электростанции не известен точный фактический перерасход топлива, который должен получаться только интегральным исчислением из получасовых ТЭП [4]. А тот перерасход топлива, который фигурирует в месячных отчетах, далек от действительности, т.к. месячные расчёты перерасхода топлива производятся по неверным методикам, включая искаженные нормативные графики полиномами. При этом перерасход топлива не следует путать с его пережогом, который диктуется технологией.

Почему-то, когда речь заходит о программном обеспечении для расчёта ТЭП электростанций, то вопрос о необходимости наличия интеллектуальных возможностей даже не рассматривается. Поэтому на всех электростанциях существуют бездарные и методологически неверные расчёты ТЭП, которые не только не приносят никакой пользы и прибыли, а наносят явный вред, скрывая огромные резервы увеличения энергоэффективности ТЭЦ и ГРЭС.

Каждый скажет, что без навигатора можно обойтись, если конечно хорошо знаешь местность. А если не знаешь? А если слепой? А если не подозреваешь, где пробки, а нужно срочно? Так вот система Smart-MES на электростанции это тот же навигатор. Таким образом, система снабжает эксплуатационный персонал интеллектуальным дополнительным зрением, без которого сейчас он просто орудует в потьме со свечкой в руках.

Понятие «интеллект» и учёные, да и неучёные трактуют все по-своему. Чёткого единого определения нет, да и быть не может. Если нет даже ясного понимания, как мыслит сам человек. Обычно говорят, что этот учёный обладает большим интеллектом, т.к. он очень много знает. А вот про рабочего алкаша так не скажут, хотя он обеспечил своими рационализациями благополучие завода. Но если нет конкретного определения интеллекта для человека, то его тем более не может быть и для системы.

Не будем здесь приводить всё многообразие высказываний на тему интеллекта вообще и искусственного в частности. А выскажу своё лаконичное определение: Интеллект характеризуется наличием динамической памяти знаний у системы. Вы только понаблюдайте за тигром, как он готовится к нападению. Ну, разве ж это из-за отсутствия интеллекта? Да, у каждого он свой, у кого-то больший или меньший. Но это всё равно интеллект.

Интеллект человека условно подразделяется на поведенческий и на созидательный. Поведенческий интеллект ориентирован на обслуживание самого себя, а созидательный на обслуживание других. Поведенческий

интеллект является базой для созидающего интеллекта. Интеллект обязательно включает три составляющих: базу знаний (память), обучение и использование. В этом случае обучение происходит постоянно.

А сейчас докажем, что Smart-MES обладает интеллектом. Для этого у неё должны быть все составляющие интеллекта, как у человека, т.е. должно быть наличие поведенческого и созидающего механизма, причём каждый должен иметь базу знаний, и иметь возможность обучения и использования этих знаний в реальном времени.

Поведенческий механизм Smart-MES включает адаптационный аппарат, основанный на компиляции текстовых проектов технологических задач для формирования базы знаний алгоритмов расчёта и всех настроек. Это и есть обучение Smart-MES для выполнения различных поведенческих функций: формирование экранных форм и отчётов, выполнение расчётов и аналитики. Такое обучение происходит в процессе функционирования Smart-MES. Этим достигается полное постоянное тождество математической модели реальному производственному процессу на электростанции.

Созидающий механизм Smart-MES включает аппарат формирования базы знаний получасовых технологических срезов режимов оборудования с заданными параметрами выработки электроэнергии и тепла при нулевом перерасходе топлива. Автоматическое обучение и предоставление оптимальных режимов оборудования осуществляется в реальном времени. Здесь созидающий механизм базируется на поведенческом механизме Smart-MES.

Как видим, эта конструкция Smart-MES полностью соответствует конструкции интеллекта человека. Следовательно, Smart-MES обладает интеллектом. Возражение, что интеллект человека создаёт нечто новое, т.е. обладает творчеством, также легко парируется. Только здесь следует учесть

одну тонкость, что композитор, обучаемый музыке, может сочинять в основном различную, но музыку, а никак не проектировать заводы.

Творчество Smart-MES заключается в том, что она, используя базу знаний о технологических срезах, может точно прогнозировать объёмы необходимого топлива за любой период. Никакими расчётами такую точность не осилить. Это полностью творчество самой Smart-MES. Здесь, как и в музыке, могут быть удачные варианты и не очень.

А сейчас насчёт инновационного прорыва. Как уже было сказано, что в настоящее время на всех электростанциях всех Генерирующих компаний эксплуатационный персонал в части колоссального перерасхода топлива управляет этими электростанциями вслепую, обеспечивая самый нерациональный расход топлива. Необходимо ли им экономить топливо или совсем не нужно выполнять директивы Президента РФ по увеличению энергоэффективности электростанций это уже на совести менеджмента Генерирующих компаний.

Но Smart-MES за счёт своего интеллекта способна создать условия для полной ликвидации повсеместно существующего огромного перерасхода топлива. Игнорирование данного факта наносит вред не только инвесторам, не только имиджу Минэнерго РФ, но и всей России в целом.

Однако, в письме из Департамента оперативного контроля и управления в электроэнергетике Минэнерго России №10-2382 от 22.10.2013 за подписью Заместителя директора Бобылева П.М. говорится, что для внедрения разработанных технологий на MES-Системе «MES-T2 2020» следует участвовать в тендерах. Так же сообщается, что Минэнерго согласно Закону №135-ФЗ не имеет права осуществлять действия, нарушающие условия конкуренции.

Таким образом, Минэнерго, ответственное за экономию энергоресурсов, просто элементарно самоустранилось от признания наличие разработанной

интеллектуальной инновационной технологии экономии топлива на тепловых электростанциях, которая легко может воспрепятствовать дальнейшему бесконтрольному растранижираванию топлива, размеры которого эквивалентны ежегодным потерям в 100 миллиардов рублей.

Вопрос же с тендером звучит просто смешно, т.к. интеллект по недоразумению приравняли к болтам и гайкам. Это равносильно, как если бы в прошлом между различными счётами с костяшками объявили бы тендер. А тут предстал перед ними всеми современный компьютер. Так его просто забросали бы костяшками из-за дремучести. Нет уж, лучше мы терпеливо подождём, когда нас вежливо пригласят для осуществления инновационного прорыва.

Ну и зачем вообще интеллект нужен в расчётах ТЭП? Вопрос странный, но законный. Например, вы какого специалиста предпочтёте принять к себе на работу: с интеллектом или без? И здесь возникает иной вопрос: Переплата за интеллект оправдана или нет? Наверное, дворнику за особый интеллект никто переплачивать и не будет. Но неужели менеджмент Генерирующих компаний действительно считает, что автоматизации расчётов ТЭП электростанций место только на дальних задворках? А не пора ли ценнейший инструментарий, каким являются правильные и оперативные расчёты ТЭП, включая и перерасход топлива, использовать во благо для получения дополнительной прибыли. Вот тут то без интеллекта не обойтись.

Интеллект обязательно оперирует с памятью. В нашем случае, если при определённом составе работающего оборудования и плане поставки электроэнергии и тепла единожды с помощью различных оптимизационных механизмов и высокой квалификации эксперта, были установлены наилучшие режимы работы оборудования при нулевом перерасходе топлива, то при подобной ситуации, зачем же повторно длительно искать это лучшее решение? Не проще ли его просто извлечь из памяти?

А теперь представьте, что для всевозможных производственных ситуаций в памяти со временем накопилась вся информация об оптимальной загрузке ресурсов, тогда этот высококвалифицированный эксперт для рутинного оперативного управления электростанцией просто уже не нужен, и он может быть использован в ином качестве на высшем уровне. А электростанция успешно будет продолжать функционировать с максимальной энергоэффективностью. С использованием этой же памяти тогда уже просто будет элементарно достоверно прогнозировать и закупку топлива на любой период.

Мы говорим, что внедрим систему Smart-MES с интеллектом. Нам отвечают, что нас устраивает MS Excel с подгонкой результатов. Мы говорим, что на электростанции очень большой перерасход топлива и доказываем это. Нам отвечают, что вы не технологии и в этом не разбираетесь. Мы говорим, что Генерирующие компании с помощью нашей системы смогут легко увеличить ежегодную прибыль с каждой электростанции на 300 миллионов рублей. Нам отвечают, что все электростанции различные и этого просто быть не может. В общем, полнейший диссонанс! А в это время на электростанциях упорно клепают разработки с идеологией позавчерашнего дня.

Вот вы зайдите на любую электростанцию и спросите какова величина текущего перерасхода топлива, например, с начала месяца с разбивкой по дням и по получасам? Ни один специалист этого не скажет, т.к. просто этот учёт традиционно не ведётся. И так по всей России. Эксплуатационный персонал в части текущего перерасхода топлива управляет электростанцией просто вслепую. А весь этот перерасход скрытно включается в тарифы. В месячных же отчётах фигурирует не огромный перерасход топлива, а его экономия, вследствие элементарной подгонки.

Естественно, это убогое мировоззрение быстро не поменяется, т.к. оно внедрялось в умы многими годами совместно с MS Excel, который этого просто не умел, и не будет уметь.

В научных кругах идёт негласное соревнование в части понятийного определения интеллектуальности и самоорганизации для компьютерных программных систем, но которых с наличием у них этой интеллектуальности и самоорганизации в природе ещё нет, кроме нашей Smart-MES.

Но я – инженер позволю себе поспорить с учёными и напрочь опровергнуть их определения, которые ими рассматриваются в оторванности друг от друга. Я же интеллектуальность и самоорганизацию рассматриваю только в тесной взаимосвязи и считаю, что без интеллектуальности нет самоорганизации, а без самоорганизации нет интеллектуальности. Поэтому, если есть самоорганизация, то есть и интеллектуальность.

Приведу определения интеллекта и самоорганизации из Википедии. Интеллект – качество психики, состоящее из способности адаптироваться к новым ситуациям, способности к обучению на основе опыта, пониманию и применению абстрактных концепций и использованию своих знаний для управления окружающей средой. Самоорганизация – процесс упорядочения элементов одного уровня в системе за счёт внутренних факторов, без внешнего специфического воздействия. Но разве же способность адаптироваться и процесс упорядочения не одного и того же порядка?

Скажем, взрослый человек, безусловно, обладает интеллектом и самоорганизацией, а вот младенец ими не обладает. И для того, что бы он обладал ими, его надо долго учить. Но в младенце уже заложены механизмы восприятия этого учения. В результате обучения и самоорганизации появляется интеллект.

Почему-то вводится понятие - искусственный интеллект, когда нет естественного интеллекта, т.к. интеллект это приобретённые свойства мозга, т.е. механизма, способного запоминать и оперировать этими знаниями. И в данном случае нет никакой разницы или это биологический мозг, или это

компьютер с программой, способной обучаться. Поэтому наличие термина «Искусственный интеллект» это самая основная ошибка учёного мира.

Ведь ещё никто не доказал, что если компьютерную систему обучать 20 лет так же, как младенца, и вложить в неё столько же динамической информации, то она не будет способна создавать нечто новое.

А сейчас приведу лишь два из множества туманных определений учёных:

1) В книге «Информодинамика или Путь к Миру открытых систем» [14] сказано: «Интеллект – это, прежде всего, процесс. Когда знание перестает быть процессом, а контекст предопределён – интеллект исчезает».

Но как же интеллект может исчезать? Ведь он или есть, или его нет. Другое дело, что можно говорить об уровне и качестве интеллекта, т.к. у всего живого, если был процесс обучения, то интеллект обязательно есть, и он никуда не исчезает. Также и у информационных систем, можно говорить только об уровне интеллекта.

2) В лекции «Информация и самоорганизация систем» сказано: «Система является самоорганизующейся, если она без целенаправленного воздействия извне обретает информационную или функциональную структуру. Пример. Одна макроструктура (лед) при нагревании переходит в другую макроструктуру (жидкость) с совершенно другими свойствами».

Вот так здорово! Элементарную физику приравняли к самоорганизации. Но без интеллекта не может быть самоорганизации. А это всего лишь естественные физические, биологические и прочие процессы на уровне микро- и макромира.

В общем, каждый учёный в своей диссертации и в своих статьях старается преподнести новый понятийный материал, касающийся интеллектуальности и самоорганизации компьютерных информационных систем, причём в отрыве друг от друга. Но как можно давать эти понятия, не

имея у себя за спиной ни малейшего опыта разработки подобных систем. Ведь страшны не сами понятия, а те финансируемые Государством направления, которые возглавляют эти учёные, придавая неверный вектор развитию информационных технологий. А это сродни диверсии, т.к. из-за этого отечественная ИТ-наука топчется на месте.

Получается очень странная картина, что эти все доктора и кандидаты наук нас ИТ-разработчиков с огромнейшим опытом поучают, как надо разрабатывать систему, и какая система считается интеллектуальной, а какая самоорганизующейся.

Вернёмся снова к младенцу и представим, что его 20 лет держали в замкнутом пространстве и только кормили. И что его биологический мозг будет что-то соображать? Абсолютно нет. Поэтому, в основе интеллектуальности и самоорганизации лежит обучение. Так, когда же появляется эта самая интеллектуальность? Она появляется сразу же после первых уроков обучения, когда биологический или искусственный мозг начинает получать информацию, когда его внутренние механизмы самоорганизации эту информацию укладывает по полочкам, когда появляется обратная реакция по результатам этого обучения.

Поэтому учёным следует не муссировать бесполезные определения искусственного интеллекта, а ввести количественные понятийные его меры. Например: Младенец, Дитя, Школьник, Студент, Инженер, Учёный, Академик. И всем сразу станет ясно, что, допустим, данная система обладает интеллектом Школьника. Ведь почему-то в компьютерной графике давно ушли от двухцветного представления мира, т.е. чёрное и белое. И это дало резкий прорыв в развитии. А в таком важном деле, как информатизация, наука застряла именно только в этих рамках – есть интеллект или нет интеллекта.

Ведь если система имеет возможность обучаться, то ей подвластны уровни интеллекта большие, чем у человека. Вот скажем, если человек

обучился на инженера-горняка, то можно его быстро переобучить на инженера-архитектора? Да, никогда. А вот систему можно.

Именно такой и является наша Интеллектуальная Самоорганизующаяся Система Smart-MES. Она, как и человек, обучается через Текст. В исходном состоянии – это младенец, но через несколько секунд после обучения она уже обладает интеллектом. При необходимости она снова мгновенно может стать младенцем и быть готовым к восприятию иного интеллекта.

Внутренний машинный код интеллекта Smart-MES после обучения заранее абсолютно не известен, т.к. она его создаёт сама посредством самоорганизации. Ограничений по уровню обучения система не имеет. В неё может быть заложен Текст любого размера. Пока наша система ориентирована для непрерывных производств. Но по данной технологии самоорганизации очень легко создать Smart-MES и для дискретных производств.

## 28. Самоорганизующаяся Smart-MES - венец Информодинамики

---

---

Не слишком ли эта заявка на венец самонадеянна и не попахивает ли здесь обычным авантюризмом и невежеством, и даже неким обывательским пренебрежением к новейшей науке «Информодинамика»? Совсем нет. Дело в том, что Smart-MES разрабатывалась своим чередом, даже не подозревая, что параллельно формируется новейшая наука.

Вот передо мной Книга – «Информодинамика или Путь к Миру открытых систем» [14], которая посвящена становлению основ новой науки «Информодинамика». В Главе 8. «Инженерия систем интеллектуальной направленности» приводятся две системы: «qWord» и «Текрам», как образцы достижения Информодинамики. Отметим, что эти системы разработаны для дискретных производств.

Но если система Smart-MES, которая изначально создавалась для электростанций и для непрерывных производств, имеет методологически лучшую реализацию, то это и есть венец. Здесь следует сказать, что некоторые вопросы, которые в Книге обозначаются как вообще не выполнимыми, в нашей Smart-MES давно и успешно реализованы. Ниже коротко рассматриваются отдельные выдержки из Книги и приводится сравнение с нашей системой.

### 1) Книга - часть 8.1. Три основных подхода.

«Подходы, связанные с проектированием сложной информационной системы на универсальном алгоритмическом языке того или иного уровня, мы рассматривать не будем. Это исходя из заведомой громоздкости получаемых решений, их слишком явного кибернетического уровня и известной проблемы невозможности сколько-нибудь эффективной коррекции структур информационных баз при проектировочном подходе, неизбежном для языков.»

В Smart-MES, напротив, очень эффективно осуществляется коррекция структур БД на основе инженерного МЕТА языка текстового Проекта технологических задач. Коррекция структур баз данных, которая может быть вызвана расширением технологического функционала системы, производится в любой момент без потери технологической информации.

2) Книга - часть 8.3. Второй подход. Идеология инструментальной системы.

«Не менее интересной и с практической, и с теоретической точки зрения представляется инструментальная система qWord как реализация технологии открытых систем управления данными. Одно из главных положений qWord-технологии – полная интеграция инструментальной и прикладной систем в единое целое.»

В Smart-MES инструментальная и прикладная части системы конструктивно расположены в одном исполнительном модуле Constructor\_ARM.exe, который предназначен для комплектации рабочей станции администратора, ответственного за коррекцию алгоритмов технологических задач, в конфигурации клиент-сервер, но и может выполнять функции рабочих станций технологов в конфигурации клиент-сервер. SQL-приложение конфигурации клиент-сервер и WEB-приложение работают по настройкам, создающимся в Constructor\_ARM.exe.

3) Книга - часть 8.3.6. Инструментальная концепция – технология qWord.

«Отметим только, что это не компилятор, qWord породил систему и постоянно сопутствует ей – поддерживает процесс ее существования. Вообще CRR подход требует наличия интерпретатора, иначе получится все тот же объектный подход, неизбежно вытекающий из компиляции. qWord фактически является виртуальной машиной.»

Наша Smart-MES содержит и компилятор, и интерпретатор. В результате компиляции текстовых Проектов технологических задач создаются все базы данных, все настройки для формирования экранных форм и отчётов, все расчётные таблицы для работы интерпретатора и DLL-программы для выполнения расчётов без интерпретации. Интерпретатор используется только на этапе отладки технологических расчётов. Вся работа компиляции без создания DLL-программ занимает несколько секунд. В данном случае наличие Конструктора Проектов технологических задач и их компиляция с созданием всей информационной среды системы является явным преимуществом Smart-MES.

4) «Характерно, что сломать структуру системы никакими действиями пользователя просто невозможно, правда можно добиться очень высокой степени ее неэффективности, да и это будет весьма трудно. Здесь мы получаем качественно другой инструмент для работы с информацией и другую технологию не только в разработке, но и в подходе к использованию ИС.»

Вопрос в сломке структуры в Smart-MES вообще не стоит, т.к. вся структура оперативно создается при компиляции Проектов с восстановлением данных из БД предыдущих расчётов.

5) Книга - часть 8.3.8. Проблемы саморазвивающихся баз.

«С появлением первых прикладных продуктов инструментальной технологии появился и соблазн обучить систему естественному языку человека, используя тот же инструментарий и технологию. А затраты, и очевидно – немалые, окупятся эффективностью работы приложений. Однако здесь все и кончилось не начавшись.»

Но в Smart-MES всё это успешно и превосходно решено. Таким образом, позадачные постановки технологов в формате: Обозначение показателя, Единица измерения, Наименование показателя, Алгоритм расчёта показателя – точно также и заносятся в текстовые Проекты задач с помощью Конструктора

Проектов, который входит в состав исполнительного модуля Constructor\_ARM.exe. Причём, алгоритм расчёта составляется в обычном инженерном виде с использованием привычных технологий обозначений показателей.

6) «Кроме всего прочего, оказался исключительно важным достаточно неожиданный, но всеобщий факт. Начиная с некоторого и весьма небольшого уровня полной автоматизированности и естественности интерфейса, пользователь перестает думать не только о логике данных, но и о логике ПС, т.е. внешней логической модели и о логике своей собственной работы. Получается, что проще и гораздо эффективнее все же заставить пользователя усвоить необходимый минимум системной грамоты для блага его собственной деятельности.»

В нашей Smart-MES всё выполнено гармонично и понятно для технологов. Человек лучше мыслит и оперирует понятием – таблица. В нашем случае одна таблица соответствует одной подзадаче, где колонка обозначает конкретное оборудование, а строка – технико-экономический показатель этого оборудования.

7) Книга - часть 8.3.9. Почему в Cache'-технологии?

«Все что можно в Cache'-технологии возможно и в других технологиях, но только если Конструктор Системы сумеет преодолеть все капканы и ловушки, построение которых является неотъемлемой частью более богатых языков.»

Наша Smart-MES не использует Cache'-технологию, т.к. она ей просто не нужна, но все вопросы решены при использовании богатого МЕТА языка. Естественно, это далось не сразу, и другим пройти наш путь просто не возможно, т.к. для этого нужны наш предшествующий опыт и наши мозги.

8) «Если у кого-то есть желание преодолевать трудности – преодолевайте. Получится (при успехе такой борьбы) может быть и лучше в каких-то аспектах, а, в общем, то же самое, но очень и очень даже не дешево. Теперь, возвращаясь к первому подходу, можно ответить на вопрос, чем Cache'-технология лучше какой-либо другой для работы с открытыми (т.е. реальными) системами? Вот этим самым отсутствием необходимости преодолевать трудности и лучше.»

Перед окончательной разработкой Smart-MES «MES-T2 2020» нами были разработаны Программные Комплексы «Технологический Офис», «MES-T2 2007», «MES-T2 2010». Это не было стремление достичь какого-то наперёд заданного результата. Это просто было творческое инновационное созидание. И когда говорят, что Cache'-технология лучше какой-либо другой для работы с открытыми системами, то я скажу, что это совсем некорректное высказывание. И пример этому, наша Smart-MES.

#### 9) Книга - часть 8.5. Самосовершенствование ИСУ.

«Системы обладают возможностью развиваться, менять свою структуру вслед за изменением проблемной области и совокупностью задач, что, по-видимому, куда важнее всех вместе взятых хитростей и специфических приемов в системах ИИ, особенно если говорить о реальных, а не игрушечных ситуациях, шахматных, логических и т.п. формально сконструированных средах обитания системы.»

Наша Smart-MES сразу создавалась с необходимостью максимальной настройки абсолютно всех элементов системы для электростанций. Но что-то конкретное, свойственное только электростанции, в ядре системы совсем нет. Поэтому Smart-MES легко может быть использована для любых непрерывных производств: электроэнергетика, химическая промышленность, нефтегазовая промышленность, металлургия и т.д. Но она совсем не предназначена для дискретных производств, для складов и для бухгалтерии.

10) «В перечисленных системах сам механизм развития структуры системы явно вырисовывается только в случае множественного взаимодействия активных компонентов – как системных, так и пользователей, т.е. хорошо идентифицируется только в больших и сложных системах.»

В нашей Smart-MES механизм развития структуры задействован с самого начала адаптации данного программного Комплекса к конкретной реализации. Таким образом, в начале Комплекс представляется просто пустым, т.е. абсолютно ничего нет ни баз данных, ни экранных форм, ни отчётов. И всё это автоматически начинает создаваться после компиляции первого текстового Проекта задачи. При составлении новых Проектов вся система Smart-MES бесконечно может увеличиваться.

11) «Во всех рассмотренных случаях явно и четко проявляется естественная структура, организующая саму систему. Над слоем статических данных возникает иерархия из трех виртуальных машин управления иерархией данных. Напомним, это: а) собственно модель данных (МД), т.е. реализация механизма В\*-деревьев, отображение данных на физические структуры памяти; б) модель метаданных (абстрактная МД), то, что в Cache' называется ТММД; с) генератор абстрактной МД. Для того, чтобы эта система виртуальных машин могла создавать сама себя, требуется четвертый слой надстройки – виртуальная инструментальная машина, которая нужна для самосоздания как инструментального слоя, так и приложений.»

Наша Smart-MES все эти слои моделей также имеет с той лишь разницей, что не используется механизм В\*-деревьев и не используется Cache'. Ведь всё гениальное – просто. И у нас внешняя пользовательская сторона системы выглядит настолько простой, и настолько же сложной представляется её внутреннее содержание, но оно не для пользователей.

12) «Поскольку буквально одна и та же иерархия виртуальных машин возникает из совершенно различных концепций, естественно возникает

предположение, что такое устройство высокоорганизованных информационных систем не следствие какого-то подхода или подходов, но следствие такого устройства самого явления, феномена информации.»

С этим можно полностью согласиться! Мы, разрабатывая свою Smart-MES и абсолютно не зная основа «Информодинамика», пришли к тем же результатам, что и другие разработчики систем иной направленности. В данном случае, видимо, возникает всеобщая необходимость появления именно Самоорганизующихся Интеллектуальных Систем.

### 13) Книга - часть 12.6.2. Деструкция при метризации данных

«Как мы уже говорили выше, специалисты по теории управления и сами все знают, программисты-практики, создающие и сопровождающие информационные системы тоже сами знают – надо просто подправить модель данных и реструктуризировать БД своими собственными руками, а еще лучше – чем-нибудь адаптивно-алгоритмическим. И назвать все это системой, основанной на знаниях или интеллектуальной.»

В данном случае следует признать, что мы и есть такие программисты-практики, которые разработали лучшую в мире Самоорганизующуюся Инновационную Систему Smart-MES для электростанций. Об её технических и интеллектуальных возможностях можно говорить долго. Но остановлюсь только на некоторых. Расчёт 20000 показателей с уникальными алгоритмами расчёта с использованием 300 нормативных графиков производится менее чем за 1 секунду. Внесение любых изменений в структуру и алгоритмы расчётов осуществляется за 5 секунд. Интеллектуальный механизм способен в Базе Знаний автоматически регистрировать технологические срезы электростанции с нулевым перерасходом топлива и советовать эксплуатационному персоналу оптимальные варианты загрузки оборудования.

Уникальность инновационной системы Smart-MES заключается в том, что она состоит из огромного набора НОУ-ХАУ:

- 1) Описание АРМа (автоматизированное рабочее место - набор технологических задач) на простом человеческом МЕТА языке 4-го поколения в виде текстового Проекта;
- 2) Автоматическая настройка всей Системы расчётов с текстового описания АРМа, т.е. автоматическое создание Проводника АРМов, Меню задач, Информационных баз данных, Экранных таблиц и Отчетов;
- 3) Автоматическое создание расчётных DLL-программ и SQL-Сервера Приложения;
- 4) Автоматическая оцифровка нормативных графиков энергетических характеристик оборудования любой сложности;
- 5) Скоростная отладка расчётов Показателей по их цифровым значениям;
- 6) Реализация оптимизационных задач модернизированным Симплекс-методом;
- 7) Автоматическая настройка работы Приложения Клиент/Сервер по 3-х звенной структуре с любым SQL-Сервером (MS SQLServer, Oracle, Interbase, MySQL, Informix, Sybase, SQLBase, PostgreSQL);
- 8) Автоматическая настройка работы WEB-Приложения для Интернета на IIS WEB-Сервере;
- 9) Динамическое моделирование работы электростанции и оптимизация ресурсов по минимаксной стратегии с переменным числом оптимизируемых факторов;
- 10) Автоматическое построение ХОП (характеристика относительных приростов) на реальной модели электростанции.

Особую роль в Smart-MES играют два момента: DLL-расчёты и Самонастройка Комплекса для любых электростанций: ТЭЦ, ГРЭС, ПГУ, ГЭС, АЭС; а также для любых непрерывных производств.

## 29. Мультиагентность Самоорганизующейся системы Smart-MES

---

---

Мультиагентные системы и многопроцессорные компьютеры призваны увеличить возможности информационных технологий. Но если компьютеры, включая даже гаджеты, уже все стали многопроцессорными, то мультиагентных систем для промышленных производств практически нет. Почему? Да потому что программные агенты должны быть самоорганизующимися, а этого никто в мире делать не умеет. Но нам случайно удалось решить данную проблему.

Вы только представьте множество «мёртвых» одинаковых программных агентов, которые ещё ничего делать не умеют. И вот они начинают оживать, беря с «полочки» для себя задание, т.е. набор текстовых проектов, и посредством самоорганизации мгновенно обучаются навыкам. Они переговариваются между собой по протоколу: «первый, первый, я второй, взял на себя функции учёта» или «всем, всем, меня подбили, берите на себя мои функции управления». В соответствии с текущим производственным контекстом агенты самостоятельно оперативно могут менять свои навыки. При этом агент сам себя «убивает» и с «полочки» берёт очередное задание для самоорганизации и снова готов к действию.

Такую мультиагентную систему не возможно разрушить, т.к. подобно Змею Горынычу, у которого при отрубании головы вырастает новая, так и у системы в случае гибели одного агента, его место занимает другой. Какую функцию выполняет тот или иной агент никто вне системы не знает. В данном случае происходит двухуровневая самоорганизация: на уровне самого агента и на уровне всей системы.

Агентом (лат. *agere*) считается всё, что действует. Но предполагается, что компьютерные агенты обладают некоторыми другими атрибутами, которые отличаются от обычных компьютерных программ [8]. Такими как: способность

функционировать под автономным управлением, воспринимать свою среду, существовать в течение продолжительного периода времени, адаптироваться к изменениям и обладать способностью взять на себя достижение целей, поставленных другими. Рациональным агентом называется агент, который действует таким образом, чтобы можно было достичь наилучшего результата или, в условиях неопределенности, наилучшего ожидаемого результата.

Мультиагентные технологии позволяют решать проблемы, для которых характерны частые и непредсказуемые изменения и имеют место сложные зависимости между элементами. В отличие от традиционных систем, в которых решение находится с помощью централизованных, последовательных и детерминированных алгоритмов, в мультиагентных системах решение достигается в результате распределенного взаимодействия множества агентов – автономных программных объектов, нацеленных на поиск, возможно, не столько оптимального, сколько наиболее адекватного и актуального решения на каждый момент времени.

Таким образом, одно и тоже ПО Smart-MES используется в качестве агентов для котлов, для турбин, для отпуска тепла и для отпуска электроэнергии, для учёта потерь и для учёта собственных нужд, для химводоподготовки, для станционных фактических ТЭП и для нормативных ТЭП. Здесь данные агенты не подменяют существующие АСУТП, а их дополняют. Эти агенты могут контролировать состояние трубопроводов и износ оборудования, и многое другое. Все агенты между собой связаны протоколами постоянного обмена. Все агенты работают параллельно в реальном времени и все в комплексе нацелены для достижения максимальной прибыли от производства электроэнергии и тепла.

При этом я не буду утверждать, что данная мультиагентная система сразу же решит все проблемы электростанций, но она позволит генерирующим компаниям быть впереди планеты всей.

Вот передо мной монография об интеллектуальных агентах Стюарта Рассела и Питера Норвига [9]. В данной книге представлены все современные достижения и изложены идеи, ставшие стимулом к развитию искусственного интеллекта как науки проектирования рациональных агентов. В данной книге сказано, что искусственный интеллект – это не магия и не научная фантастика, а сплав методов науки, техники и математики.

Таким образом, наука об интеллектуальных агентах есть, современные гигагерцовые и гигабайтные компьютеры есть, самоорганизующаяся система Smart-MES есть. Остаётся совсем немного, а именно, реализовать этот сплав, например, в среде электроэнергетики.

Ведь хотим мы этого или нет, прогресс по мультиагентным технологиям уже не остановить, но можно легко оказаться на его обочине, теряя при этом многомilliардные прибыли от отсутствия интеллектуального управления электростанциями. Я помню, как 20 лет назад тяжело продвигались идеи ПГУ, а сейчас они стали, чуть ли не панацеей энергоэффективности. Но многие годы для повышения экономики России бездарно упущены.

На портале «SmartGrid энергетика будущего» под руководством «ФСК ЕЭС» полным ходом идёт обсуждение вопросов внедрения мультиагентных систем управления для интеллектуальных сетей.

В статье «Применение мультиагентных систем в электроэнергетике» [10], сказано: «Начало разработок специализированных экспертных систем и искусственных нейронных сетей стало обращением электроэнергетики к области искусственного интеллекта. Следующим шагом в этом направлении могут стать мультиагентные (или многоагентные) системы (МАК). От перехода к интеллектуальным сетям (Smart Grid) ожидают потока информации, следующего за потоком энергии».

Ну, неужели генерирующие компании допустят, чтобы сети были интеллектуальными, а электростанции так и остались бы в «лаптях».

Создание мультиагентных систем для промышленности, к сожалению, до сих пор остаётся прерогативой лишь учёных, т.к. для этого необходимы агенты с самоорганизацией, а их нет. Даже для Запада мультиагентная технология для промышленности является экзотикой.

А между тем, Фирма ИнформСистем разработала и апробировала самоорганизующуюся систему Smart-MES, которая может быть задействована в мультиагентной технологии для реализации когнитивных функций управления любой электростанцией и любым промышленным предприятием.

Правда, в «ФСК ЕЭС» планируется разработка и внедрение мультиагентной системы, у которой продекларированы функции самоорганизации. Но сказать – одно, а реально сделать – это совсем другое. И здесь не помогут ни огромные государственные вложения, ни огромная команда разработчиков. В результате это наверняка будет псевдо мультиагентная система, состоящая из «хромых» агентов.

Нам на реализацию данной самоорганизующейся системы понадобилось 10 лет, в результате которых были разработаны семь поколений ПО, а их мы разрабатывали, не представляя финальной части, и абсолютно в отрыве от изысканий учёных. В результате только последнее поколение стало апофеозом самоорганизации в ИТ. Создать подобную систему, зная наши принципы самоорганизации, сейчас можно значительно быстрее, но их надо знать. Здесь не играют роли ни платформа, ни язык программирования, ни база данных. Создать без нас нечто подобное или даже лучшее, наверное, можно. Но чудес не бывает.

Например, вспомним Теслу. Он утверждал, что в конденсаторе, состоящем из земли и верхних слоёв атмосферы, сосредоточено энергии в тысячи раз превышающие все потребности электроэнергии в мире, и что каждый может по его технологии её использовать сколько угодно. Не нужны ни электростанции, ни электросети. Но монополисты США все его наработки

уничтожили. А сейчас никто повторить их не может. А раз так, то это выдаётся просто за блеф.

И я дерзну заявить, что наша технология самоорганизации ПО сродни технологии получения энергии из воздуха у Теслы. Только у Теслы она знаменовала революцию в энергетике, а у нас в ИТ. А отношение к ним монополистов и государства точно такое же, т.е. прискорбно недальновидное.

Спрашивается, чем отличаются агенты от сервисов, или другими словами: зачем нужна мультиагентная система?

Вот простой пример. Для выработки важнейшего государственного решения собираются две команды. В первой (сервисы) привлечены эксперты только из одной корпорации, а во второй (агенты) – из разных корпораций. И как вы думаете, у какой команды оказалось наилучшее и более взвешенное решение? Естественно, у второй, т.к. данная команда не ограничивалась устоявшимися принципами только одной корпорации.

Таким образом, во-первых, сервисы используют детерминированные алгоритмы, а агенты работают в условиях неполноты информации и поэтому пользуются интуицией. Во-вторых, над сервисами стоит управляющий арбитр, который координирует их работу, а над агентами арбитра нет, и они функционируют абсолютно самостоятельно. В-третьих, каждый сервис имеет четкое предназначение, а для агента это не принципиально, т.к. он может выполнять любые задания, обладая самоорганизацией и самообучением.

А теперь об управлении электростанцией. Всем абсолютно понятно, что человек управляет электростанцией намного хуже, чем автоматическая система с элементами интеллекта. Хотя человек и пользуется интуицией, но он не в состоянии оперировать тысячами факторов в условиях неопределённости, обеспечивая при этом выполнение ежесуточного графика поставки электроэнергии и тепла при минимуме затрат и при отсутствии при этом

аварии. Другими словами, основная цель управления электростанцией это обеспечение максимальной прибыли.

Обычная автоматическая система в условиях постоянно меняющегося рынка электроэнергии это не потянет, т.к. в данном случае следует принимать не оптимальные решения, а наилучшие именно в данный момент с учётом всех факторов риска.

Дело в том, что производство электроэнергии и тепла настолько уникально из-за невозможности их накапливания. Другими словами, если выработано электроэнергии и тепла больше, чем за него оплачено, то это просто выброшенные деньги, потраченные на бесполезно перерасходованное топливо. Но многотонные энергетические котлы имеют большую инерционность, а это означает, что если и прекращена поставка топлива, но острый пар ещё какое-то время будет бесполезно вырабатываться. Поэтому в управлении должен использоваться принцип интуитивного опережающего воздействия, что человек обеспечить не в состоянии.

Здесь следует понимать, что на электростанции есть множество участков, которыми необходимо управлять во взаимосвязи, и для этого должно быть задействовано множество агентов, которые способны взять на себя управление любым участком, при этом количество участков и количество агентов могут не совпадать. В данном случае агенты оперативно используют принципы взаимовыручки.

Выше говорилось об интуиции, которой, как и человек, должны обладать программные агенты. Но разве ж это возможно? Интуиция – непосредственное постижение истины без логического анализа, основанное на предшествующем опыте. Но подсознательно человек в условиях неопределённости оперирует вероятностными методами, которые и выдаются за интуицию.

В агенте для этого может использоваться теорема Байеса [11]:

$$P(A|B) = P(B|A) \cdot P(A) / P(B), \text{ где}$$

$P(A|B)$  – вероятность гипотезы А при наступлении события В;

$P(B|A)$  – вероятность наступления события В при истинности гипотезы А;

$P(A)$  – априорная вероятность гипотезы А;

$P(B)$  – вероятность наступления события В.

Это простое уравнение лежит в основе всех современных систем искусственного интеллекта для вероятностного или интуитивного вывода. Правило Байеса позволяет вычислять неизвестные вероятности из известных условных вероятностей.

Неопределенность возникает на электростанциях и по причине экономии усилий, и из-за отсутствия знаний. Неопределенности нельзя избежать в сложных и динамичных производствах. Наличие неопределенности означает, что многие упрощения, возможные в дедуктивном логическом выводе, становятся больше не допустимыми.

Агент на электростанции может рассчитывать вероятности ненаблюдаемых объектов и использовать их для принятия лучших решений по сравнению с теми, которые принимает простой логический сервис.

Энергопрорыв, объявленный ОАО «ФСК ЕЭС» в электроэнергетике, в части ИТ предполагает использование нетрадиционных подходов, т.к. если они обычные, то никакого прорыва быть не может, а без инновационных ИТ энергопрорыв не более чем видимость.

«ФСК ЕЭС» второй год проводит Всероссийский конкурс «Энергопрорыв», с целью привлечения прорывных проектов в области интеллектуальной энергетики, призванный объединить усилия и знания представителей разных областей науки и техники для создания энергетики будущего. Но энергетика будущего предполагает использование ИТ будущего.

Но что же фактически имеет «ФСК ЕЭС» по результатам конкурса за 2014 год? На конкурс было подано 270 проектов, из них с ИТ связаны 67, что

составляет 25%. Финалистами стали 12 проектов, из них с ИТ связаны 9, что составляет 75%. Казалось бы, наблюдается хорошая тенденция в сторону ИТ. Также заметим, что среди всех проектов, вообще не связанных с ИТ, удостоились внимания всего лишь 1,5%. Это говорит о том, что вектор «Энергопрорыва» действительно направлен в сторону интеллектуальной энергетики, которая естественно возможна только с интеллектуальными ИТ.

Кстати, среди 9-и финалистов в области ИТ, оказался и наш проект: Самоорганизующаяся информационная Система Smart-MES «MES-T2 2020». Остальные 8 проектов связаны с мониторингом, с тренажерами и с диагностикой. Здесь замечу, что только наш единственный проект максимально приближен к реализации интеллектуальности в энергетике, но он не занял призового места.

Казалось бы, наблюдается абсолютный нонсенс. «Энергопрорыв» в поисках интеллектуальности и мультиагентности эту самую перспективнейшую интеллектуальность и мультиагентность отвергает, приравняв их к «болтам и гайкам». Почему? И этому есть объяснение.

Всех специалистов в электроэнергетике условно можно разделить на две группы. К первой группе относятся производственники и технологии, которые далеки от ИТ. Ко второй группе относятся специалисты ИТ, которые далеки от электроэнергетической технологии. Здесь сразу следует отметить, что все специалисты ИТ в России выучились по западным идеологиям в ИТ, т.к. отечественных просто нет.

И вот комиссии на суд преподносится российская инновационная ИТ-система, реализованная не по западным канонам. Естественно, мнение в данном случае в силу своей компетенции могут иметь только ИТ-специалисты. Но эта система им чужда, т.к. они не видят в ней привычных западных терминов и брендов. В данном случае, без сомнения вердикт может быть только отрицательным.

## 30. Новейшее понимание Smart-MES для ТЭЦ и ГРЭС

---

В России функционируют более 300 электростанций, которые распределены между Генерирующими компаниями и территориально разбросаны. Все ТЭЦ и ГРЭС разные по технологии и составу оборудования. Электростанции относятся к категории непрерывного производства, т.е. каждую минуту для выработки электроэнергии и тепла сжигается определенное количество топлива. Общим для всех электростанций является подход технологов к их управлению, т.е. технологии условно работают с технологическими срезами, которые диктуются планом поставки электроэнергии и тепла в конкретные промежутки времени суток и с учётом их реализуемости.

Эти срезы отличаются по длительности и по числу участвующих в управлении параметров в зависимости от состава работающего оборудования. Но можно выделить общий принцип управления. На электростанции существуют стабильные и переходные процессы. Для стабильных и медленно меняющихся процессов можно принять длительность среза в полчаса, а для переходных процессов – одна минута.

Целью функционирования Генерирующей компании и электростанции является прибыль. Величина прибыли находится в прямой зависимости от качества выполнения плана поставки электроэнергии и тепла, от затрат топлива и безаварийности.

При управлении выработкой электроэнергии и тепла следует добиваться нулевого перерасхода топлива в каждом текущем срезе при оптимизации загрузки оборудования. Иными словами, для каждого выработанного количества электроэнергии и тепла существуют расчётные нормативные затраты топлива, и его фактические затраты не должны превышать эти нормативы. Для этого система решает следующие технологические задачи:

## **1) Автоматизированный ввод данных из существующих средств сбора информации.**

На каждой из 300 электростанций имеются свои средства сбора данных с датчиков давления и температуры и со счётчиков электроэнергии: АСКУЭ, АСКУТ, АСКУГ (автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии, тепла, газа), АСУТП, «Пчела», «Дельта» и другие. Они все имеют разных разработчиков, различную идеологию и свои базы данных. Интервалы опроса датчиков – от нескольких секунд. Поэтому из всех этих баз данных нужно собрать необходимую информацию в единую базу с восстановлением недостающих сигналов в необходимые отрезки времени – минута или полчаса.

## **2) Ручной ввод суточных и месячных данных.**

Месячный ввод данных используется для заведения плановых показателей для месячных задач. Суточный ввод используется для недостающих исходных параметров автоматизированного ввода и для условно-постоянных показателей. В этом случае суточные значения трансформируются в получасовые и минутные базы данных. А при необходимости для большей достоверности они могут обрабатываться регрессионными зависимостями вместе с параметрами, по которым присутствуют датчики.

## **3) Расчет ТЭП (технико-экономические показатели) оборудования и электростанции в целом.**

Все технологические задачи оформляются в виде текстовых проектов на простом инженерном метаязыке технолога с помощью инструментального средства «Конструктор проектов» [3], где алгоритмы формируются с помощью шаблонов. Проект включает два основных описания задачи в табличном виде: описание колонок со станционными номерами однотипного оборудования (котел, турбина) и описание строк с исходными и расчётными показателями

этого оборудования в следующем виде: обозначение, единица измерения, наименование, алгоритм расчёта.

После компиляции проектов автоматически создаются базы данных, экранные формы, отчёты и расчётные DLL-программы. В результате полный расчёт ТЭП (расчет фактических и нормативных ТЭП, отпуск тепла, затраты на собственные нужды и потери электроэнергии и тепла) любой электростанции выполняется менее 1 секунды.

#### **4) Мониторинг текущего перерасхода топлива и других показателей на БЩУ (блочный щит управления).**

Затраты топлива составляют более 50 % в себестоимости электроэнергии и тепла, поэтому минимизация этих затрат является основной целевой функцией управления производством электростанции. Только ликвидация неконтролируемого в настоящее время перерасхода топлива даст экономию в размере более 10 % его затрат.

Перерасход топлива выявляется в результате полного расчёта ТЭП. Постоянный мониторинг текущего перерасхода топлива на БЩУ создаёт принудительную мотивацию эксплуатационного персонала в экономии топлива. При отсутствии мониторинга любой высококвалифицированный персонал допускает перерасход топлива на каждом технологическом срезе, т. к. он об этом перерасходе ничего не знает.

Перерасход топлива за месяц суммируется из всех перерасходов в каждом срезе. Существующие в настоящее время месячные и суточные расчёты перерасхода топлива методологически неверны из-за криволинейности нормативных графиков. Игнорирование этого ведёт к сокрытию резерва увеличения энергоэффективности электростанций.

#### **5) Выработка рекомендаций по оптимальной загрузке основного оборудования.**

Здесь имеется несколько подходов оптимизации: симплексный метод решения системы линейных уравнений, метод динамической оптимизации на полной модели электростанции с минимаксной стратегией, метод ХОП (характеристика относительных приростов) оптимизации. Следует отметить, что решение системы линейных уравнений реализуется как обычная технологическая задача на текстовом проекте.

#### **6) Расчёт необходимого прогнозного количества топлива.**

Для расчёта прогнозного количества топлива обычно используются удельные затраты топлива на выработку электроэнергии и тепла. Но есть более точный метод расчёта, который использует информацию о технологических срезах в базе знаний при нулевом перерасходе топлива. Для этого достаточно задать планируемый график поставки электроэнергии и тепла, а также сведения о работающем оборудовании.

#### **7) Анализ и выявление ложных срабатываний сигналов и ошибок оператора при аварийных ситуациях.**

В данном случае с минимальным интервалом автоматизированного ввода данных сравнивается текущее состояние дискретных параметров с предыдущим. При выявлении изменения анализируется его корректность. В случае некорректности выдается сообщение на БЩУ. Дополнительно могут быть задействованы и аналоговые параметры. Алгоритмы корректности описываются также в текстовых проектах аналогично технологическим задачам.

#### **8) Представление ретро- и текущей аналитики исходных и расчётных показателей.**

Для аналитики представлено множество инструментов: обзор показателей с настройкой для других аналитических инструментов, оперативный журнал, оперативный мониторинг, экспресс-анализ с возможностью построения

иерархических схем без графического редактора. При вызове аналитики из экранной формы автоматически формируется журнал по заданному показателю для всех единиц конкретного оборудования и выводится график. Аналитику можно просматривать в разрезе получасов за сутки, в разрезе суток за месяц, в разрезе месяцев за год, а также в разрезе вахт за месяц.

### **9) Передача необходимых данных на верхний уровень.**

По Интернету может быть передана любая информация, включая и оперативные данные по перерасходу топлива и основным текущим показателям электростанции.

### **10) Формирование месячных отчётных документов.**

Отчётные документы формируются как месячные задачи в виде текстового проекта. Месячные данные получаются накоплением суточных данных, а суточные и сменные – накоплением получасовых. Месячные данные по вахтам формируются из данных по сменам на основе графика вахт.

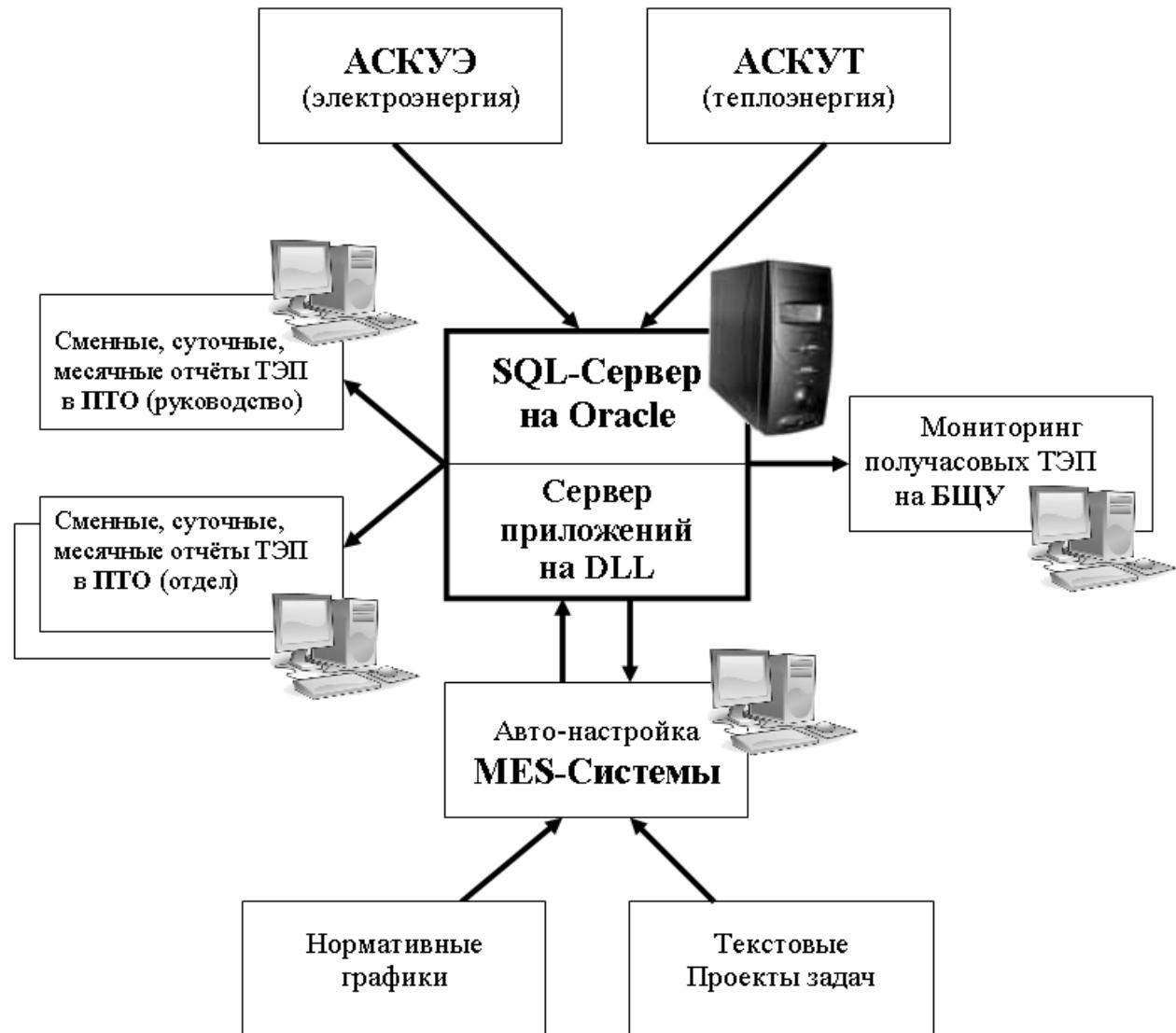
### **11) Построение электрических и тепловых графических схем с выводом динамической информации.**

Графический векторный редактор позволяет создавать иерархические технологические схемы с представлением энергетических примитивов, рисунков и текстов. На эти схемы можно выводить текущую аналоговую и дискретную информацию.

### **12) Текущее внесение изменений в алгоритмы технологических задач.**

Вся жизненность системы обеспечивается легкостью внесения любых изменений самими технологами в структуру расчётов и в алгоритмы задач. Все изменения вносятся посредством коррекции текстовых проектов с последующей их компиляцией.

## Схема функционирования системы Smart-MES



## 31. Невосприятие Самоорганизующейся Системы Smart-MES

---

Нам было заявлено, что это враньё про самоорганизацию и никакая эта система не самоорганизующаяся, раз есть задание на конфигурацию, а интеллектуальных систем не бывает в принципе.

Получается странная вещь, что оказывается терминология гораздо важнее самой сути данной системы, которую никто не превзошёл по адаптационным и скоростным характеристикам. Наша система Smart-MES уже разработана и апробирована, и от того, какое прозвище займет, лучше или хуже она не станет.

Но есть учёный мир, который придумывает понятия и проблемы, с ними связанные. Это же касается и понятий «Самоорганизующаяся система» и «Интеллектуальная система». К этим понятиям учёными приписываются различные критерии. Другими словами, если система соответствует данным критериям, то данная система вполне может подходить под это понятие. Тогда лишь остаётся это доказать. Только вот беда, что разные учёные этим понятиям присваивают разные критерии.

Но когда нами разработана инновационная система, а учёные говорят, что самоорганизующаяся система может быть создана только в далёком будущем, то почему бы нам, сравнивая теорию учёных с нашей инженерной реализацией, не возмутиться и не показать всему миру, что она уже есть.

Г. Хакен [6] заявляет: «Мы называем систему самоорганизующейся, если она без специфического воздействия извне обретает новую функциональную структуру». В нашей же системе дополнительно к технологически пустому EXE-модулю есть текст, где на инженерном языке сформулированы технологические задачи, и этот текст является просто источником знаний, т.е. неспецифическим воздействием. Вот именно это-то и послужило предметом

жесточайшей критики. Таким образом, утверждается, что раз есть текст, в котором указаны параметры, то это является якобы элементарным специфическим воздействием, следовательно, система далека от самоорганизации.

Что ж, придётся отстаивать свою инженерную гордость, раз полез в научные дебри. Здесь не будем подробно говорить о человеке, которого обучают 20 лет, но он является самоорганизующейся системой. Критик заметил, казалось бы, поверхностное несоответствие. Но это было на самом деле справедливым лет пять назад, когда данная система именовалась «Самонастраиваемой», а это было ещё только предыдущее поколение. Сейчас же она доросла до самоорганизации, когда ею самостоятельно производится преобразование многозадачной структуры в однозадачную вообще без внешних воздействий. В данном случае самонастраиваемость используется только на этапе позадачной отладки. Результат же самоорганизации функционирует в качестве сервера приложений общего расчёта на DLL-программе.

Попробую это объяснить. Весь расчёт фактических и нормативных ТЭП с автоматическим вводом данных из различных средств нижнего уровня и с выходом на нормативные удельные расходы топлива составляет несколько десятков задач. Такие как: фактические и нормативные расчёты по котлам и по турбинам, расчёты по топливу, расчёты отпуска тепла, расчёты балансов, расчёты потерь и затрат на СН электроэнергии и тепла, расчёты выбросов, ну и т.д.

Каждая такая задача имеет экранную форму в табличном виде, где колонка соответствует объекту (котёл, турбина и др.) со своим станционным номером, а строка – показателю. Этой экранной форме соответствует другая таблица с алгоритмами расчёта. Процесс решения задачи выглядит следующим образом. При запуске задачи исходные данныечитываются в форму из информационной базы данных, запускается расчёт и затем результат записывается обратно в эту же информационную базу.

Но наши изыскания показали, что даже последовательный автоматический вызов всех задач на выполнение это довольно-таки длительный процесс. Поэтому было решено интегрировать все задачи в одну, а для этого необходимо было как-то соединить все экранные формы и расчётные таблицы в одну большую экранную форму и в одну огромную расчётную таблицу. Вот представьте, что имеется 40 таблиц различной размерности, в среднем по 10 колонок и по 50 строк, а это  $40*10*50=20000$  показателей.

При максимальном числе колонок в 20 результирующая таблица будет уже размерностью 20 на 2000. И вот именно эта самая организация позволила сократить время вычисления на несколько порядков. Так эти 20000 показателей сейчас рассчитываются менее 1-ой секунды. Быстрее выполнить данные расчёты в принципе не возможно. Зачем же нужна такая скорость? Она необходима для выполнения задач по оптимизации ресурсов методом динамического программирования на полной модели электростанции, когда за определённый промежуток времени необходимо просчитать как можно больше вариантов.

Таким образом, процесс самоорганизации системы путём автоматического преобразования всех задач с текстовых проектов, оформленных на инженерном языке с помощью шаблонов, включает следующие этапы:

- 1) Преобразование всех задач с инженерного языка на мнемонический язык;
- 2) Преобразование всех задач на мнемоническом языке в одну задачу;
- 3) Преобразование итоговой задачи с мнемонического языка на Паскаль;
- 4) Преобразование Паскаля в машинный код с формированием DLL.

Но давайте снова вернёмся к терминологии «Самоорганизующаяся система» применительно именно к информационным системам в определении современных учёных. Коротко привожу эти критерии:

- 1) Самоорганизующаяся система должна являться автономной и активной;
- 2) Самоорганизующаяся система должна быть открытой на всех уровнях организации;
- 3) Самоорганизующаяся система должна функционировать на основе собственной цели;
- 4) Самоорганизующаяся система должна обеспечивать корректность и высокий уровень надежности;
- 5) Самоорганизующаяся система должна обеспечивать взаимодействие на семантическом уровне;
- 6) Самоорганизующаяся система должна предоставлять всё более широкие возможности;
- 7) Самоорганизующаяся система должна возникать и формироваться без участия программистов.

Так вот под каждым пунктом можно подписьаться, что у Smart-MES всё это есть. Поэтому она, безусловно, является самоорганизующейся. А почему же тогда критики и учёные не трубят фанфары? Всё очень просто, когда уже есть в природе самоорганизующаяся система Smart-MES, то их дальнейшим бесконечным и беспредметным измышлениям, естественно, места нет.

Но зачем же нужна эта самоорганизующаяся система Smart-MES электростанциям в частности и электроэнергетике в целом? Хотя фактически она подходит для любой промышленности, особенно с непрерывным характером производства, но говорю именно об электроэнергетике, потому что я сам более 30 лет с ней тесно связан и её хорошо знаю.

Данный вопрос в прошлом звучал бы так: зачем нужна лампочка, когда есть свечка? Для свечки ничего не надо, а для лампочки нужна электростанция. Но с лампочкой возможен прогресс, а со свечкой нет. Так и с самоорганизующейся системой возможен дальнейший прогресс, а с

существующим софтом на электростанциях он не возможен в принципе, подобно свечке.

Здесь следует особо остановиться именно на тепловых электростанциях, которые более мобильны в плане прогресса по сравнению с АЭС и с ГЭС. Ведь на всех ТЭЦ и ГРЭС имеется большой процент устаревшего и изношенного оборудования, к которым дополнительно устанавливаются современные ПГУ и иные технологии. Вот и получается такой сумасшедший гибрид старого с новым, за которым в совокупности необходимо следить в реальном времени, производя поминутные расчёты фактических и нормативных ТЭП. Но ни на одной электростанции этого нет.

А только постоянный поиск резерва повышения экономичности электростанций позволит Генерирующему компаниям увеличить свою прибыль. А для этого уже существует самоорганизующаяся система Smart-MES, которая эти резервы легко может выявить и предоставить.

Принято считать, что учёный мир готовит «почву» для будущего развития промышленности. И если учёные ИТ предрекают появление самоорганизующейся системы, как революционный прорыв не только в ИТ для промышленности, но и самой промышленности, которая не особо блещет инновационным развитием, то, наверное, это должно заслуживать внимания со стороны руководства России.

Но вот, Фирма ИнформСистем уже давно разработала Интеллектуальную Самоорганизующуюся Систему Smart-MES, но она не востребованная лежит на полке и пылится. А может, на всех электростанциях для расчёта ТЭП уже задействованы иные самоорганизующиеся системы? Но кроме нашей в мире подобных систем просто нет. А может, на всех электростанциях ИТ делают чудеса прогресса? Но тогда и не было бы на электростанциях огромного перерасхода топлива. А может, его и нет, этого самого пресловутого перерасхода? Но, к сожалению, этого-то никто не знает и не желает знать, т.к.

ни на одной электростанции нет элементарного оперативного учёта перерасхода топлива (факт - норматив), который содержит в себе большие резервы повышения экономичности тепловых электростанций. Данный неконтролируемый перерасход топлива за год по России эквивалентен 100 миллиардам рублей, которые бездарно выбрасываются в станционные трубы, отравляя атмосферу вредными выбросами.

Только что в Москве в ИПУ РАН прошло XII Всероссийское совещание по проблемам управления [1], в Трудах которого опубликовано более 1000 статей учёных со всей России, включая и наш Доклад: «Новая концепция самоастраиваемости MES-Системы «MES-T2 2020» для управления любым непрерывным производством и электростанциями». Хочется заметить, что кроме нас, никто из великих учёных не предложил готовые принципы создания самоорганизующихся информационных систем.

Однако учёные заявляют, что существующие в настоящее время в природе самоорганизующиеся системы (не в ИТ) имеют физическую природу, в которых самоорганизация осуществляется за счет неформализованных, до конца не понятых физических процессов. И здесь на первое место выходит философия Аристотеля, поскольку понятие «самоорганизации» подразумевает под собой действие внутренних, т.е. аристотелевских, движущих сил: *causa formalis* (формальная причина) и *causa finalis* (целевая причина). Исходя из этого, для учёных важной и интересной представляется задача применения данного аппарата в области информатики, а именно, для создания самоорганизующихся информационных систем [12].

Конечно, смешно наблюдать за этими мучениями учёных и обидно за Россию в целом. Смешно потому, что нами такая информационная система уже создана (Регистрация в Роспатенте №2014618991 от 04.09.2014 программы: Самоорганизующаяся информационная Система Smart-MES «MES-T2 2020»). И обидно потому, что это величайшее достижение инженерной мысли уже давно тычется в разные структуры электроэнергетики и правительственные органы,

но всё бесполезно. Видимо, должно пройти какое-то время для осмыслиения свершившейся революции в ИТ.

А сейчас об аристотелевских принципах самоорганизации, которые реализованы в нашей системе Smart-MES.

Самоорганизация – это основной процесс эволюции сложных систем, состоящий из необратимых последовательных процессов упорядочения. Эволюция самоорганизации систем телесофическая в том смысле, что сама по себе ведет к более совершенной структуре и динамике информации. Один из основоположников синергетики Г. Хакен [6] определяет данное понятие следующим образом: «Мы называем систему самоорганизующейся, если она без специфического воздействия извне обретает новую функциональную структуру».

Так создаётся ли новая функциональная структура при самоорганизации системы Smart-MES без специфического воздействия извне? Здесь под специфическим воздействием понимается такое, которое навязывает системе структуру.

Это проще проанализировать на реальной нашей системе, в которой в исходном положении нет базы данных, нет справочников, нет меню задач, нет экраных форм, нет отчётов, нет реализованных алгоритмов производственных расчётов, т.е. это абсолютно технологически пустая EXE-программа и вообще без структуры. Дополнительно к этому есть текст, где на инженерном языке сформулирована технологическая задача, и этот текст является просто источником знаний, т.е. неспецифическим воздействием. Далее EXE-программа самообучается этим знаниям по этому тексту и создаётся работающая система со всеми необходимыми атрибутами и со всей системной структурой.

Затем обученная система начинает жить, выполняя технологические расчёты и анализируя текущий производственный контекст. При изменении

контекста она вносит изменения в свои установки или дальше совершенствуется, путём впитывания новых знаний.

Таким образом, аристотелевская движущая сила *causa formalis* (формальная причина) самоорганизации заключается в преобразовании хаоса, т.е. отсутствие гармонии, в стройную работоспособную систему. Другая движущая сила *causa finalis* (целевая причина) самоорганизации ориентирована на реализацию наилегчайших адаптивных возможностей и на скоростные высочайшие характеристики.

Сейчас давайте бегло посмотрим на фактическую реакцию официальных государственных структур, отвечающих за развитие ИТ и промышленности, на появление уникальной самоорганизующейся системы.

В письме №14-ПГ-МОН-5087 от 19.03.2014 из Департамента науки и технологий Минобрнауки РФ сказано: «Вы можете обратиться в Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий - Фонд Сколково».

В письме №П11-5898-ОГ от 24.03.2014 из Департамента развития отрасли ИТ Минкомсвязи РФ сказано: «Рекомендуем Вам направить детальную информацию о Вашем проекте в венчурные фонды».

В письме №ОГ-Д19-2075 от 25.03.2014 из Департамента инновационного развития Минэкономразвития РФ сказано: «Рекомендуем обратиться в организацию координатор технологической платформы».

В письме №ПГ-12-1972 от 22.05.2014 из Департамента стратегического развития Минпромторга РФ сказано: «Рекомендуем Вам участвовать в конкурсных процедурах закупки».

Так чего же учёные усиленно ломают головы над созданием подобной системы, если она никому не нужна? Понятно, что учёные видят дальше производственников и чиновников. Они прекрасно понимают, что создание искусственного интеллекта не возможно без самоорганизации. Ведь какая бы

не была мощность вычислительной техники без самоорганизующейся информационной системы не обойтись, т.к. в данном случае различного рода исследования и эксперименты должны вестись без программистов.

Наша самоорганизующаяся система Smart-MES способна впитывать бесконечное количество алгоритмических знаний именно без программирования. А согласно закону диалектического материализма изменение количества обязательно приведёт к новому качеству, а это уже и есть новое творчество, за которым и последует прогресс во всей промышленности.

Но почему же электроэнергетика игнорирует этот мощнейший самоорганизующийся инструментарий, который был создан специально для них и при непосредственном участии технологов с электростанций?

Просто Генерирующие компании уже привыкли, что деньги сами им текут в карманы. Помню, что сразу же после реорганизации один менеджер чётко заявил, что сейчас им никакая оптимизация вообще не нужна. Им гораздо проще подешевле купить топливо и подороже продать электроэнергию, при этом иметь приличную маржу.

Однако, сейчас уже другое время, когда цена на топливо будет только расти, а цены на электроэнергию сдерживаются государством. В этом случае фактически беззатратная технология экономии топлива на Smart-MES была бы кстати. Тем более что она самим технологам ТЭЦ и ГРЭС без разработчиков и тем более без программистов позволяет оперативно выявлять скрытые резервы экономичности электростанции путём автоматизации всех переделов логистики.

Но если сетевые компании в последнее время усиленно внедряют различные технологии Smart-Grid и Multi-Agent, то электростанции, чтобы не быть слабым звеном, не должны отставать. И для этого уже разработана и апробирована многофункциональная самоорганизующаяся система Smart-MES,

внедрение которой в идеологическом плане позволит Генерирующими компаниям надолго оставить позади себя сетевые компании.

В этом случае и будет достигнута прогрессивная истинная гармония во всей электроэнергетике России.

В сложившейся международной обстановке уязвимость стратегических информационных систем, установленных на отечественных предприятиях, весьма высока. Есть мнение, что использование «жучков», способных парализовать программное обеспечение на электростанциях, делает Россию заложником в руках западных государств. Ведь если США всех прослушивает, то нет никакой гарантии, что весь западный софт не нашпигован «жучками».

Что же такое «жучок» и чем он отличается от вируса. Всё просто. Вирус пишется на рядовом хакерском уровне, а «жучки» устанавливаются в софт на государственном уровне спецслужбами. Если от вируса можно избавиться, то от «жучка» не возможно. Если вирус визуально проявляется, то «жучок» никогда.

В настоящее время, когда в России присутствует 70% западного софта, то это может быть прологом коллапса в общероссийском масштабе. Например, Россию можно обрушить нажатием на одну кнопочку, дав команду по Интернет всем «жучкам» к действию, т.к. с помощью этих же самых «жучков» вся подноготная о каждой электростанции давно уже есть в архивах Запада. Программное обеспечение под воздействием «жучков» парализуется, привнося хаос и аварийную ситуацию одновременно на все электростанции. И все электростанции разом останавливаются, а за ними и вся промышленность.

Можно верить или не верить, можно успокаивать себя мыслью, что ведь до сих пор ничего подобного нет. Всё правильно, т.к. ещё не наступило время «Х». Но почему то правительство в первую очередь переводит на отечественный софт госслужбы, не заботясь о Генерирующих компаниях.

## **32. Принципы Smart-MES как Инновационного Проекта**

---

Принципы разработанной нами самоорганизующейся системы Smart-MES для электростанций с успехом можно использовать для глобального проекта, пригодного для любой промышленности.

### **Цель проекта**

Создание самоорганизующейся информационной системы для всей промышленности, которая позволяла бы мгновенно реализовывать и менять любые сложнейшие алгоритмы расчётов на инженерном языке без программирования, полностью организуя с нуля все элементы большой системы: базы данных, экранные формы, отчёты, DLL-программы для расчёта, аналитику и оптимизацию.

### **Актуальность проблемы**

Самоорганизация системы не требует традиционного программирования при создании программ для любых сложных расчётов и для математического моделирования. Написание и коррекция алгоритмов на простом инженерном языке позволит самим технологам проводить эксперименты на математической модели без участия программистов. Это в свою очередь сильно сократит время от замысла до реализации, а также сократит затраты на разработку различного программного обеспечения и его коррекцию.

### **Оценка важности решаемых в проекте задач**

Быстрая реализация любых расчётов и построения любых математических моделей без программирования позволяет ускорить реализацию производственных технологий. Подобной самоорганизующейся системы нет ни в России, ни за рубежом. Учёные ещё только предрекают в далёком будущем появление самоорганизующихся систем, как важнейшее

научное достижение в ИТ. Мы же данную систему уже разработали и готовы передать всю технологию создания самоорганизующихся систем промышленности России.

## **Новизна идей и технических решений**

- 1) Описание набора технологических задач на простом МЕТА языке;
- 2) Автоматическая настройка системы с текстового описания Проекта;
- 3) Автоматическое создание скоростных расчётов DLL-программ;
- 4) Встроенная реализация оптимизационных задач;
- 5) Автоматическая настройка SQL-Приложения Клиент-Сервер;
- 6) Автоматическая настройка WEB-Приложения.

Реализация Системы возможна в 2-х модификациях: Клиент-Сервер с 3-х звенной структурой без SQL-Сервера и Клиент-Сервер с 3-х звенной структурой с SQL-Сервером.

## **Описание принципов, которые лежат в основе проекта**

Конструктивно система включает четыре составляющие: Конструктор АРМов, SQL-Приложение, Графический редактор, WEB-Приложение. Основным является Конструктор АРМов. Приложения SQL и WEB работают по настройкам этого Конструктора АРМов. Система не имеет своих средств сбора данных непосредственно с датчиков, а осуществляет их импорт из существующих автоматизированных средств нижнего уровня.

Конструктор АРМов осуществляет полную адаптацию системы к конкретным условиям и может эксплуатироваться в многопользовательской конфигурации Клиент-Сервер без SQL-Сервера. Подобной конфигурации без SQL-Сервера не может быть ни в одной другой Системе, т.к. это наше ноу-хай. Преимуществами такой конфигурации Клиент-Сервер являются: отсутствие SQL-Сервера, на порядок выше скорость расчета, огромное число аналитики и других возможностей.

В системе все аспекты выполнены по технологии радикальной инновации. Особую роль в инновационной системе играют два момента: самоорганизация всего комплекса и DLL-программы для расчета.

Самоорганизация комплекса делает возможность разворачивание большой автоматизированной системы от нажатия одной кнопки. При этом текстовые Проекты технологических задач преобразуются в необходимые составляющие комплекса. Вся настройка комплекса выполняется за несколько секунд автоматически.

Уникальные DLL программы автоматически создаются в машинных кодах при компиляции текстовых Проектов. Этим достигается самая высокая скорость расчетов.

Можно много говорить и об интеллектуальных возможностях системы с использованием технологических срезов, и о ХОП (характеристика относительных приростов) оптимизации, и о встроенном симплексном методе решения задач линейного программирования, и о решении оптимизационных задач методом динамического программирования с минимаксной стратегией, и об инновационных алгоритмах предупреждения аварийных ситуаций.

Но остановлюсь лишь на двух немаловажных моментах, т.е. система – это полностью наша собственная разработка, аналогов которой нет даже за рубежом, и невероятная легкость внесения изменений в технологические задачи самими технологами.

В процессе длительной разработки системы мы осуществляли черновую адаптацию комплекса на двух десятках ТЭЦ, ГРЭС и АЭС для расчёта ТЭП.

### **Существующие препятствия на пути решения проблемы**

Данная система нами давно разработана для электроэнергетики. Но после реорганизации вся электроэнергетика «подсела» на западные ИТ, имеющие раскрученные бренды. Поэтому мощнейшая разработка небольшой фирмы

вызывает недоверие. Пробиться на рынок в Генерирующие компании и на электростанции без коррупционных связей и без поддержки Руководством страны просто стало не возможным.

### **Научно-технический задел**

Использование самоорганизации является необходимым условием поддержания конкурентоспособности системы и создания новых конкурентных преимуществ. Сама же самоорганизация нашей системы является необычным явлением и очень редким фактом, т.е. это то, что трудно постичь.

Экстремумами цели самоорганизации системы Smart-MES являются: минимизация действий технолога при адаптации системы к конкретным условиям и максимизация скорости расчёта технологических алгоритмов.

Минимизация действий технолога обеспечивается встроенным инструментальным средством «Конструктор проектов» технологических задач в текстовом виде. Каждая задача на инженерном языке формулируется в табличном виде, с которым и взаимодействует человек.

Максимизация скорости расчёта обеспечивается четырёх кратным преобразованием постановки задачи в исполнительный машинный код.

И самое главное, самоорганизация не вносит новые ошибки в новую сформированную систему, т.к. она оперирует лишь с новой мета информацией, а основной хребетный скелет системы остаётся неизменным. Этим гарантируется абсолютная надёжность производственной программной системы.

### **Ожидаемый научно-технический результат проекта**

В чём же уникальность технологии создания самоорганизующихся систем? Всё очень просто. Она родилась не в результате глубокомысленных научных изысканий академиков, а в процессе многолетнего творческого труда

простых российских инженеров. И мы, в конце концов, добились абсолютной самоорганизации системы с наилучшими в мире адаптационными и скоростными характеристиками. Структура такой системы непохожа ни на одну западную технологию.

В данном случае текст на инженерном языке компилируется, и в результате многоступенчатой обработки создаются все шаблоны и DLL для расчёта. Другими словами, абсолютно пустая в технологическом плане EXE-болванка готовит текст, его обрабатывает и затем с полученным материалом функционирует.

Этот процесс самоорганизации полностью совпадает с обучением человека, но с тремя огромными различиями. Во-первых, человек обучается 20 лет, а система несколько секунд. Во-вторых, обучаемый человек сам для себя тексты не готовит, т.к. не умеет, а система, напротив, легко это делает. И в третьих, человек, обучившись однажды, уже не способен полностью переобучиться, а система легко и мгновенно способна обнулить все знания и загрузить новые, но мало того, она способна оперировать с множеством различных знаний одновременно.

Возможности данной самоорганизующейся системы просто огромны, которые определяются следующими 4-мя основными составляющими: Главный Модуль, SQL-Модуль, Графический Модуль и WEB-Модуль.

Главный Модуль имеет инструментарий «Конструктор Проектов» для быстрой подготовки текстов с алгоритмами расчётов на инженерном языке. Данный инструментарий обрабатывает все подготовленные тексты, оптимизируя результирующий машинный код. Этот же Главный Модуль выполняет все сгенерированные расчёты с предоставлением развитой аналитики. К тому же он обеспечивает функционирование многопользовательской системы по 3-х звенной структуре (сервер баз данных, сервер приложений, толстый клиент) без SQL-Сервера БД.

Зачем же нужна в принципе самоорганизующаяся система? Дело в том, что учёные, анализируя этапы развития программных систем, предрекали в будущем появление именно самоорганизующихся систем, как благо для всего мира. Но независимо от них мы такую систему уже создали. Поэтому самоорганизация это веление века. И нам повезло быть первыми. Это получилось потому, что мы сразу отказались от всех западных догм построения больших систем, основанных на их SQL базах данных.

Идея здесь была поставлена следующая, чтобы вручную не создавать ни одного компонента системы, к которым относятся: меню задач, экранные формы, отчёты, расчёты в машинных кодах, справочники, базы данных и аналитика. Для этого был разработан специальный инженерный язык табличной формы. Знание этого языка совсем не требуется, т.к. он формируется автоматически из шаблонов в Конструкторе Проектов. Таким образом, происходит многоступенчатое преобразование постановки технологической задачи в реальный машинный код.

Хоть данная система и разрабатывалась для расчёта ТЭП ПТО (Производственно-Технический Отдел) электростанций, но фактически в результате получилось, что на ней можно реализовывать вообще любые расчёты для экономики, для обороны, для нефтегазовой и химической промышленности, и даже строить эксперименты по созданию искусственного интеллекта. А если коротко, то наш принцип самоорганизации пригоден вообще для любых программных систем.

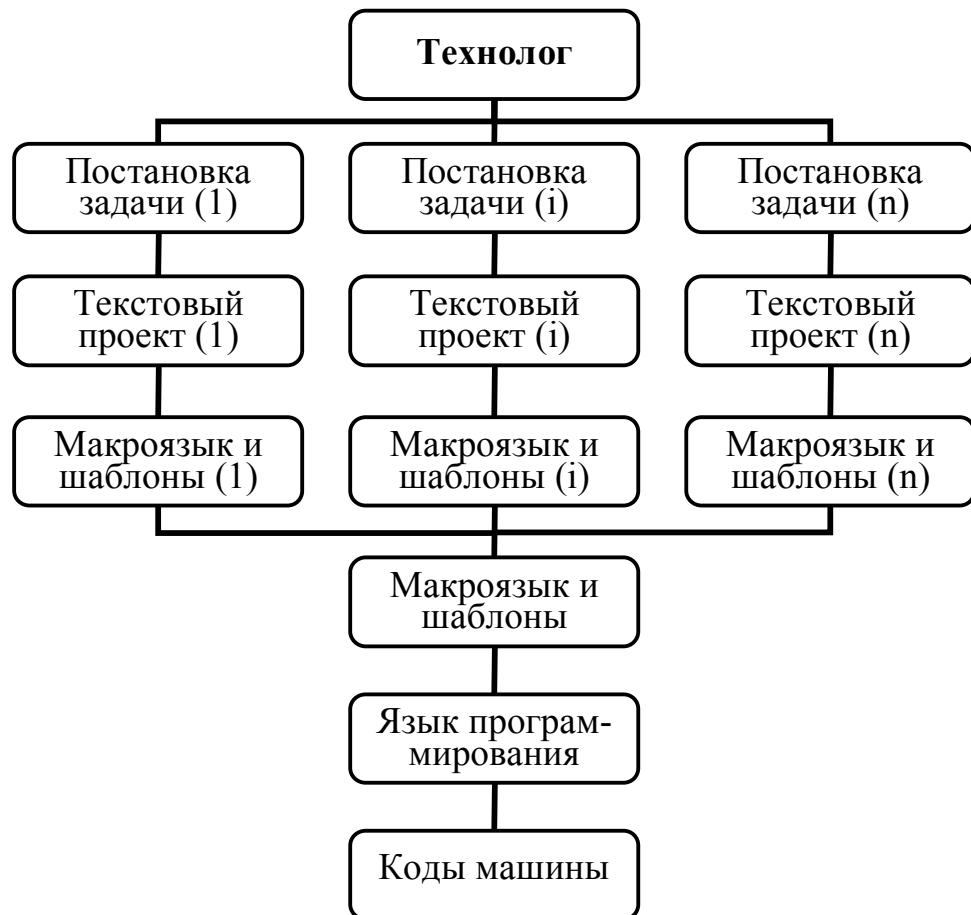
Этот принцип самоорганизации позволил нам максимально улучшить адаптационные и скоростные характеристики системы, которые в будущем обеспечат значительный прогресс в ИТ.

Сейчас смело можно заявить, что создать иную систему с более лёгким адаптационным функционалом не возможно, как и не возможно создать более скоростную систему.

## Обоснование выбора технических решений

Самоорганизация большой системы позволяет реализовать огромный круг замыслов вообще без традиционного программирования.

В данном случае используется 5-х кратное преобразование постановки задачи в машинный код по следующей схеме:



- 1) Постановка задачи преобразуется в табличный текстовый Проект.
- 2) Инженерный язык Проекта преобразуется в интерпретационный макроязык язык с одновременным созданием баз данных и шаблонов экранных форм и отчётов.
- 3) Все задачи на макроязыке преобразуются в одну общую задачу.
- 4) Общая задача на макроязыке преобразуется в язык программирования, например, Паскаль.
- 5) Язык программирования преобразуется в машинный код DLL.

## **Ожидаемые результаты**

Самоорганизующаяся система обладает самыми легчайшими свойствами адаптации к различным условиям и имеет самую большую скорость выполнения расчётов.

Так 20000 (40 задач) сложнейших расчётов фактических и нормативных технико-экономических показателей ПТО средней электростанции с использованием 300 графических энергетических характеристик оборудования реализуются менее чем за 1 секунду. Внесение любых изменений в алгоритмы расчёта происходит за 5 секунд.

### 33. Smart-MES легко использовать, но трудно создать

---

По большому счёту, Генерирующей компании без разницы трудно ли или легко ли создать систему для автоматизации расчётов ТЭП, т.к. она всё равно не будет финансировать полную её разработку из-за того, что на рынке достаточно организаций, предлагающих готовые решения. А что касается данной системы Smart-MES, то можно ли создать подобную? Можно! Но будет ли она лучше этой? Никогда! Почему? Повторить все наши инновации просто не возможно!

У системы основные технические характеристики это функциональность, адаптируемость и скорость вычисления. Естественно, можно возразить, что, мол, зачем огромная скорость? На сервере итак стоят мощные процессоры, так что программы работают достаточно быстро. Здесь всё зависит от задач, поставленных перед системой. Если просто нужна бесполковая автоматизация расчётов ТЭП, то действительно подойдёт любая система. Ведь и MS Excel с этим справляется. Если же Генерирующая компания предпочитает от внедрения системы иметь дополнительную прибыль, то тогда необходима именно наша Smart-MES. А скорость нужна для реализации оптимизационных и интеллектуальных задач с использованием полной экономико-математической модели электростанции и для автоматизации расчёта фактических и нормативных ТЭП в реальном времени, а также для предупреждения аварийных ситуаций.

Здесь возникает недоумение, что, причём же в данном случае аварийные ситуации. Всё дело в том, что на нашей Smart-MES очень легко реализуются как любые расчёты ТЭП для любой электростанции в неограниченном количестве, так и любые алгоритмы анализа корректного взаимного состояния дискретных и аналоговых параметров в соответствии с технологическим процессом, что необходимо для предупреждения аварийных ситуаций. Но ведь

и большой неконтролируемый в реальном времени перерасход топлива также может быть предвестником аварийной ситуации. Дополнительно и износ трубопроводов должен согласовываться с рабочим давлением воды и пара.

В настоящее время в каждой Генерирующей компании создалась устойчивая конструкция, т.е. есть ИТ-менеджер, и есть своя карманная ИТ-фирма. Эта ИТ-фирма успешно внедряет АСКУЭ, АСУТП, ERP. Вот и спрашивается, зачем им нужна ещё какая-то Smart-MES, которую ИТ-менеджер и ИТ-фирма не желают видеть в упор. Ведь только представьте кошмарную ситуацию, что внедрение Smart-MES за год сразу станет приносить Генерирующей компании огромный дополнительный экономический эффект, а эти свои ИТ-фирмы уже несколько лет постоянно «доят» Генерирующую компанию, а толку всё нет. Этого ИТ-менеджер признать никак не может.

Дело в том, что ИТ-политикой в Генерирующей компании руководит ИТ-менеджер, т.к. в информационных технологиях положено разбираться именно ему. Но ему то удобнее работать со своей карманной ИТ-фирмой из-за достойной экономической обратной связи. И чтобы не допустить к кормушке иных ИТ-разработчиков в ход идут различные убойные приёмы, типа: у них система не той платформы, у них устаревшая база данных, и, в завершение, у них нигде не работает. После этих рекомендаций никакой директор Генерирующей компании и слышать больше не захочет о данном ИТ-разработчике.

Но в этом случае просто сознательно подменяется важнейшая тема. Ведь Генерирующая компания существует именно для извлечения прибыли от поставки электроэнергии и тепла, а не для реализации академических ИТ-проектов. Следовательно, всё, что способно увеличить прибыль без больших затрат, следует срочно внедрять. Но это легко решается с «железом», т.к. всё руководство Генерирующих компаний ближе к технологам, и они совсем далеки от информационных технологий. Тем более, очень редко бывает, что компьютерная программа на производстве может приносить прибыль.

Так вот, нами, с учётом моего огромного опыта в электроэнергетике и с учётом практического чернового внедрения Smart-MES на ряде ТЭЦ, ГРЭС и АЭС, замечены две отрицательные особенности, характерные для всех тепловых электростанций России. Ведь эти две ужасные особенности представляют наши отечественные электростанции на мировом рынке в страшно неприглядном свете перед зарубежными инвесторами. Ну, скажите на милость, каким тупым должен быть инвестор, чтобы вкладывать свои кровные в допотопные электростанции, где даже нет элементарного учёта перерасхода топлива и где абсолютно не диагностируется аварийная ситуация.

Первая отрицательная особенность заключается в полном отсутствии оперативного учёта перерасхода топлива, который соответствует разности между фактическим расходом и нормативным расходом топлива за конкретные промежутки времени, которые не должны быть больше получаса. В данном случае перерасход топлива на каждом интервале, особенно в ночное время при пониженной нагрузке, обязательно будет по многим причинам. Комплексный анализ всех этих причин с последующей их минимизацией обязательно приведёт к ликвидации этого перерасхода через принудительную мотивацию эксплуатационного персонала на экономию топлива.

Вторая отрицательная особенность касается отсутствия предупреждения аварийной ситуации, которая может возникнуть в любой момент или из-за износа оборудования, или из-за самопроизвольного срабатывания автоматики, или из-за ошибки человека. В данном случае не следует путать с противоаварийной автоматикой, которая не допускает саму аварию. Если автоматика сработала, то это говорит, что аварийная ситуация уже существовала длительное время, которая и привела к остановке оборудования с нарушением производственного цикла. В случае же своевременного обнаружения аварийной ситуации можно легко устраниТЬ её причину без нарушения этого производственного цикла, а, следовательно, и без потери прибыли.

Но ведь с помощью нашей системы Smart-MES эти две отрицательные особенности легко можно исправить с получением средней дополнительной ежегодной прибыли в 300 миллионов рублей с каждой электростанции. Но Минэнерго РФ вместо оказания помощи в разъяснении Генерирующему компаниям важности устранения этих вековых недоработок, касающихся огромного перерасхода топлива и постоянных аварий, просто откровенно игнорирует само их наличие, тем самым, нанося огромный вред политике Президента РФ на увеличение притока инвестиций в Россию.

Давно прошли те времена, когда для нас важнейшим был факт чернового внедрения, поэтому раньше мы с лёгкостью соглашались на реализацию расчётов ТЭП за низкую цену и даже участвовали в дурацких конкурсах. В настоящее же время в этих архаичных конкурсах мы категорически не участвуем, т.к. нам больше не пристало созерцать, как комиссией из чинуш высокотехнологичный продукт тупо приравнивается к болтам и гайкам.

В данном случае все наши рассуждения относительно перспектив внедрения нашего актуальнейшего программного продукта очень простые. Если Генерирующему компаниям понадобится дополнительная прибыль и если они пожелают, чтобы их электростанции функционировали без аварий, то тогда они повернутся лицом именно к нашей Smart-MES. А в противном случае, чего ради напрасно метать бисер.

Поэтому сегодняшняя наша политика направлена именно на интенсивную популяризацию в аналитических пресс-релизах различных сторон нашей инновационной системы Smart-MES и на вскрытие порочной отсталой практики функционирования сегодняшней электроэнергетики.

Здесь уместно смело заявить, что у нас большие трудности с поиском настоящего Заказчика. И что ж Smart-MES «умерла»? Отнюдь! Дело в том, что важнейшая особенность Фирмы ИнформСистем заключается в её непотопляемости. А сама же Smart-MES постоянно модернизируется,

осмысливается в соответствии с новыми реалиями и терпеливо ждёт своего звёздного часа. И сразу же при первом внедрении будет реализована уже новейшая версия Smart-MES: «MES-T2 2020». А пока стоимость её внедрения постоянно только растёт. Скоро она перевалит за 10 миллионов рублей.

Но всё равно эта сумма настолько смехотворна по сравнению с гарантированной средней прибылью в 300 миллионов рублей. Здесь вы можете с ухмылкой заявить, что это всего лишь глупые фантазии моей некомпетентности. Вполне согласен, что я не технолог и не стоял у руля электростанции. Но я успешно в прошлом внедрил автоматизированные системы на 7 атомных энергоблоках, и мы полностью сами разработали перспективную Smart-MES, аналогов которой нет даже за рубежом. Предыдущие версии данной системы мы опробовали на десятке ТЭЦ, ГРЭС и АЭС. Так что все расчёты фактических и нормативных ТЭП я знаю досконально.

Теперь взываю к Вашему разуму, и давайте проанализируем ситуацию на электростанциях, используя принцип «Чёрного ящика», т.е. есть входы: топливо и вода, и есть выходы: электроэнергия и тепло. Суть технологического процесса внутри этого «Чёрного ящика» совсем не важна. Утверждённые нормативы для конкретной электростанции показывают, что для выработки определённого количества электроэнергии и тепла в каждый отрезок времени требуется вполне конкретное количество топлива. Но фактически то этого топлива получается больше. Почему? Если это не ошибка в нормативах, значит это ограхи технологического процесса.

Теперь посмотрим, что творится с этим перерасходом топлива (Факт - Норматив) в течение суток. Оказывается, что в дневные часы этот перерасход близок к нулю. Из этого следует, что нормативы абсолютно правильные. Но если вочные часы перерасход топлива доходит до 30% от его фактического расхода, то, следовательно, не всё ладно с управлением на электростанции. Так причём же в данном случае моя некомпетентность в технологии. Но этих

получасовых расчётов нет ни на одной электростанции, тем более нет поминутных расчётов, а они необходимы в переходные режимы работы электростанции. Здесь следует учитывать инерционность энергетических котлов, т.к. при снижении потребности в электроэнергии уменьшение подачи топлива следует производить с некоторым расчётным опережением.

Теперь пойдём дальше. Вот работает система Smart-MES и Мониторинг на БЦУ предоставляет оперативную аналитику по текущему перерасходу топлива. При необходимости в системе запускаются дополнительные инструменты для оптимальной загрузки оборудования. Здесь уже появляется возможность фиксировать технологические срезы с нулевым Перерасходом топлива. А на основании этих срезов уже легко можно прогнозировать и потребность в топливе.

Вот вам и комплексное решение проблемы экономии топлива!!!

В настоящее время, когда доходы от продажи электроэнергии и тепла фактически застопорены из-за регулирования Государством тарифов, то для увеличения прибыли необходимо снижать расходы, и в большей степени на топливо. Но во всех Генерирующих компаниях существует огромный неконтролируемый перерасход топлива, который в среднем по каждой ТЭЦ и ГРЭС эквивалентен 300 миллионов рублей в год, как уже было сказано выше. При этом происходит неоправданное превышение вредных выбросов в атмосферу в ночное время более чем на 30%. Экономические ежегодные потери от игнорирования менеджментом внедрения беззатратной перспективной энергосберегающей технологии на системе Smart-MES для каждой Генерирующей компании составляют 5 – 20 миллиардов рублей. А в целом по России это уже выливается в более 100 миллиардов рублей.

Для Руководства и для Инвесторов Генерирующих компаний привожу доходчивое разъяснение неконтролируемого источника их многомиллиардных потерь. Для выработки определённого количества электроэнергии и тепла в

каждую минуту необходимо строго определённое количество топлива, которое легко определяется расчётами нормативных значений в реальном времени. Всё топливо, которое расходуется выше расчётных значений, является перерасходом. Отговорки типа, что это технологические пережоги, являются от лукавого, т.к. просто на электростанциях элементарно отсутствует Smart-MES для оперативного контроля над этим перерасходом. Вот именно по этой причине, т.к. полностью отсутствует текущая расчётная информация, вообще ничего доказать не возможно.

Здесь следует строго различать работу электростанции в дневной период с максимальной загрузкой и работу электростанции в ночной период с половинной загрузкой. Между этими периодами происходят медленные переходные процессы для снижения поставки электроэнергии и для повышения, тоже самое происходит и с топливом. Но при этом обязательно следует учитывать огромную тепловую инерционность многотонных энергетических котлов, а также штрафные санкции за недопоставку электроэнергии согласно установленного суточного графика. Нами исследовано, что в дневной период перерасход топлива полностью отсутствует, а в ночной зашкаливает за 30%. Поэтому, все потери прибыли происходят именно в ночное время.

Но и это ещё не всё. В ночное время, когда люди мирно спят, все электростанции бесполезно для себя обильно орошают окружающий чистый воздух вредными выбросами, что для людей является просто смертельным фактором. Получается, что Генерирующие компании из-за огромного неконтролируемого перерасхода топлива не только себя лишают многомиллиардной прибыли, но и пагубно влияют на всё население России.

А сейчас тоже самое на пальцах. Перерасход топлива за каждую минуту равен разности фактического и нормативного расхода топлива за эту минуту:  $dBi = Bfi - Bni$ . Но днём это выглядит так:  $Bfi - Bni = 0$ , а ночью через дневной расход топлива так:  $0.8Bfi - 0.5Bni = 0.3Bfi$ . Это говорит о том, что, когда ночью

потребность в электроэнергии снижается в два раза, то фактический расход топлива снижается всего на 20%. Следовательно, 30% от фактического дневного расхода топлива бесполезно улетает в трубы, а вместе с ним и многомиллиардная прибыль. А должно быть ночью, как и днём, т.е. так:  $0.5V_{\text{ф}} - 0.5V_{\text{н}} = 0$ . Но, скажите, как можно попасть в цель, не видя цели?

Привожу простенький пример с кастрюлей. Предположим, стоит задача набрать полную кастрюлю воды с минимальным переливом, и вы это легко делаете, т.к. видите края кастрюли. Но вот вторая задача будет посложнее. Необходимо набрать строго половину кастрюли, а за недолив – смерть. В этом случае абсолютно все под страхом этой смерти будут наливать воду в кастрюлю всегда заведомо больше половины, т.к. где эта самая половина не видать, потому что рисок то нет.

Это же самое происходит на всех тепловых электростанциях, где роль этой самой риски должна выполнять система Smart-MES, а её то нигде и нет. Ведь когда эксплуатационный персонал на БШУ постоянно видит текущие поминутные расходы топлива в сравнении с расчётными нормативными значениями, то у него невольно появляется принудительная мотивация пораскинуть умом и задать вопрос: почему именно сейчас фактический расход больше нормативного.

В данном случае весь фокус здесь в том, что все отклонения от нормативов можно наблюдать в реальном времени, а, следовательно, появляется возможность оперативно и своевременно вмешаться в технологический процесс для минимизации текущих потерь, ну и для спасения многомиллиардной прибыли.

Почему-то всем понятно, что когда человек попадает в дорожную аварию, то его срочно следует везти в больницу на операцию, т.к. в противном случае возможен летальный исход. Но в настоящее время на всех тепловых электростанциях идут именно по пути этого летального исхода относительно

огромного перерасхода топлива, т.к. с существующими месячными расчётами ТЭП не торопятся наладить нормальный и здоровый производственный процесс. Но при этом все затраты на ритуальные услуги для похорон многомиллиардной прибыли входят в тарифы и почему-то перекладываются на всех потребителей электроэнергии и тепла.

Все в электроэнергетике с умным видом рассуждают об удельных затратах топлива на отпускаемую электроэнергию и тепло, которые в месячных неверных расчётах получаются искаженными и никому не приносят никакой пользы. А об огромном перерасходе топлива никто не желает даже слышать. В Минэнерго РФ откровенно говорят, что это дело самих Генерирующих компаний.

Как же так? Наши родные Генерирующие компании, снабжающие нас электроэнергией и теплом, из-за просчётов в методиках на ранних рубежах социализма самим Минэнерго РФ, сейчас терпят многомиллиардные убытки, а Государство заявляет, что сами выползайте из им же созданной дремучести и полностью отказывает в методической помощи в рыночных условиях.

Хорошо ещё, что наша Фирма своевременно выявила все эти ограхи и сейчас трубит на всю Россию: Куда несёшься, Русь? Перестань бесполезно выбрасывать в трубы многие и многие миллиарды!

Фирма ИнформСистем раскрыла основные инновационные принципы построения Smart-MES и сравнила их с устаревшими, которые в настоящее время ангажированно продвигаются в Генерирующих компаниях для реализации математической модели расчёта ТЭП электростанций.

Для создания математической модели электростанции возможны два принципа построения структуры расчётов: линейный принцип (база данных) и прямоугольный принцип (таблица). Линейный - все расчёты прикреплены к показателям базы данных. Прямоугольный - расчёты представлены позадачно в виде таблицы, как в MS Excel. Линейный - уже давно устаревший, а табличный

- самый прогрессивный, т.к. человек мыслит расчётными категориями только позадачно в виде таблицы, т.е. колонка (объект: котёл, турбина) и строка (показатель).

Мыслить линейной расчётной категорией без привязки к конкретной задаче для человека вообще противоестественно. А, следовательно, построение математической модели электростанции с несколькими тысячами показателей на линейном принципе это маразм. Ведь с этой моделью предстоит работать человеку, её обслуживать, вносить изменения в алгоритмы расчёта и осуществлять их отладку на цифрах.

Реализация табличного позадачного подхода к расчётам с единой базой данных в большой информационной системе значительно сложнее. Здесь нужны инновационные подходы, которые успешно использованы в системе Smart-MES.

Те Генерирующие компании, которые по невежественности выбирают линейную реализацию математической модели, заранее себя обрекают на технологические трудности. Однако, при большом финансировании они, возможно, и преодолимы, но инновациями здесь точно не пахнет.

## 34. Заключение

---

Дмитрий Медведев на заседании правительства 25.10.2013 особое внимание уделил вопросу развития информационных технологий. Председатель кабинета министров уверен в том, что от правильного вектора развития ИТ-технологий зависит будущее России и её конкурентоспособность на международном рынке.

Принято считать, что наш рынок информационных технологий отстает от зарубежного примерно лет на пять. Но и в отношении импортного софта учёные также делают вывод, что в настоящее время практически нет программных систем со свойствами самоорганизации. Таким образом, создание программных самоорганизующихся систем является делом далёкого будущего и, возможно, ознаменует собой третью революцию в области ПО.

Но оказывается, что третья революция в области ПО уже свершилась, и она ознаменовалась разработкой именно в екатеринбургской Фирме ИнформСистем инновационной самоорганизующейся системы Smart-MES «MES-T2 2020». Данная система уже сейчас с огромным успехом может быть использована для реализации технологии экономии топлива на любых ТЭЦ и ГРЭС и для осуществления абсолютно безаварийной эксплуатации АЭС.

Таким образом, в части создания самоорганизующихся производственных MES-Систем Россия не просто не отстает от зарубежных технологий, а значительно их опережает. Но этот факт пока не осознают в Генерирующих компаниях. А могли бы воспользоваться этим для увеличения своей прибыли и своего имиджа. Ведь то, что может Smart-MES, далеко не может ни одна другая система, ни в России, ни за рубежом.

Нас часто приглашают участвовать в конкурсах и интересуются о нашем положительном внедрении. Но в фиктивных конкурсах мы больше не

участствуем и наш последний опыт пока не раскрываем. Мы будем сотрудничать только с теми, кто сделает ставку именно на нас, кто захочет получать дополнительную прибыль от экономии топлива, кто вместе с нами будет заинтересован в успехе.

## **Суть технологии создания самоорганизующегося ПО**

Данная технология представляет собой многоступенчатое автоматическое преобразование фактически книжного инженерного текста формулирования технологической задачи в исполнительный программный код с одновременным формированием всех элементов большой Системы от базы данных до отчётов. В процессе данного преобразования легко читаемый текст задачи преобразуется сперва в язык интерпретатора для отладки задач, а затем в Паскаль с оптимизацией кода и, наконец, в DLL программу. И всё это происходит за несколько секунд без участия человека.

Другими словами Система обучается конкретным навыкам за несколько секунд. При этом объём закладываемых знаний ничем не ограничен. Все эти знания можно мгновенно удалить и загрузить новые. Такая динамичность даёт огромные возможности учёным в создании искусственного интеллекта для реализации эвристических функций. Данная технология может быть использована в любой промышленности, включая космическую и военную. Ведь все новые технологические задачи решаются быстро и без программирования.

В данном случае компьютерная платформа не имеет никакого значения. Разработанная же нами система Smart-MES или MES-Система (Manufacturing Execution System – система управления производственными процессами) является лишь опытным образцом и доказательством осуществимости принципов самоорганизации Систем.

## **Коротко о системе Smart-MES «MES-T2 2020»**

Система внешне состоит из исполнительного модуля и набора текстовых описаний. Исполнительный модуль в части технологического функционала абсолютно пуст, т.е. для выполнения конкретной полезной работы его следует обучить. Процесс обучения происходит через Текст.

Таким образом, в философском плане наша Система в исходном положении состоит из двух логических элементов: базис (EXE) и надстройка (Текст). Базис представляет собой программный скелет или сущность информационной Системы. Надстройка – это совокупность алгоритмов на инженерном языке, порожденных базисом и активно влияющих на него. Другими словами, EXE подготавливает Текст, по этому Тексту он формирует базы данных и шаблоны экранных форм и отчётов, а также DLL для расчётов, и, используя это окружение, EXE функционирует для выполнения производственных задач.

Здесь исполнительный модуль является полностью прерогативой разработчика и к конкретному технологическому объекту не имеет отношения. Текст же наоборот является прерогативой пользователя, который на инженерном языке формулирует технологические задачи для конкретного объекта. Этим достигается независимое постоянное развитие системного и технологического функционала, что и обеспечивает высочайший уровень надёжности и эффективности Smart-MES.

Данная Система предоставляет наиболее приближенный к реальности язык формулирования технологических задач в табличном виде. Наша Система постоянно развивается путём выпуска новых версий. Поэтому, для приобретения нового системного функционала Пользователям достаточно просто заменить EXE. Текст же позволяет самим Пользователям без ограничений увеличивать технологический функционал.

Таким образом, Smart-MES позволяет создание большой работающей Системы от нажатия одной кнопки. В этом случае при компиляции Текста автоматически создаются все составляющие: базы данных, справочники, меню, экранные формы, отчёты, DLL для расчёта и Сервер приложений.

Smart-MES включает 4-е составляющие: Конструктор АРМов, SQL-Приложение, WEB-Приложение и Графический Редактор. Внесение любых изменений в алгоритмы расчёта осуществляется за 5 секунд. 20000 технико-экономических показателей рассчитываются меньше одной секунды.

### **Основные преимущества системы Smart-MES:**

- 1) Описание набора технологических задач на простом человеческом МЕТА языке в текстовом редакторе в виде Проекта;
- 2) Автоматическая настройка всей системы с текстового описания, т.е. автоматическое создание Проводника задач, Информационных баз данных, Экранных таблиц и Отчетов;
- 3) Автоматическое создание скоростных расчетных DLL-программ;
- 4) Реализация оптимизационных задач: Симплекс-методом, ХОП-методом (Характеристика Относительных Приростов) и методом Динамического программирования;
- 5) Автоматическая настройка Приложения Клиент/Сервер с любым SQL-Сервером (MS SQL Server, Oracle, Interbase, MySQL, Informix и др) по 3-х звенной структуре;
- 6) Автоматическая настройка WEB-Приложения для расчетов в Интернете.

Реализация Системы Smart-MES возможна в 2-х модификациях: Клиент-Сервер с 3-х звенной структурой без SQL-Сервера и Клиент-Сервер с 3-х звенной структурой с SQL-Сервером. 3-х звенная структура означает, что в обоих случаях имеется сервер Приложений общих расчетов ТЭП, который выполнен на DLL-программе, формируемой автоматически. Клиент-Сервер с

SQL-Сервером работает с любым SQL-Сервером (Firebird, MS SQL-Server, Oracle, Interbase, MySQL, PostgreSQL и др.). Структура Клиент-Сервер с SQL-Сервером автоматически настраивается по настройкам Комплекса.

Основными инновациями в Smart-MES являются: адаптируемость и скорость. Легкая адаптация Smart-MES к любому предприятию достигается тем, что все технологические задачи оформляются в виде текстовых Проектов на очень простом МЕТА языке, а все составляющие системы Smart-MES (Базы Данных, Экранные Формы, Отчеты, Расчетные DLL-Программы) автоматически генерируются при компиляции этих Проектов. Высочайшая скорость выполнения общих расчетов, т.е. сразу всех задач по фактическим и нормативным ТЭП, обеспечивается одной DLL-программой, которая автоматически генерируется с оптимизацией кода. Другими словами, быстрее выполнить расчет просто невозможно.

Немаловажным конкурентным преимуществом является и то, что Smart-MES является единственной отечественной самоорганизующейся системой, предназначеннной для электроэнергетики и иных любых непрерывных производств. Отличие её от зарубежных систем заключается в том, что она легко адаптируемая и высокоскоростная.

### **Практическое использование самоорганизующейся Smart-MES**

Интеллектуальная самоорганизующаяся система Smart-MES, используя график поставки электроэнергии и тепла, с помощью базы знаний безошибочно будет подсказывать наилучшие решения в конкретных производственных ситуациях, а мониторинг текущего перерасхода топлива в реальном времени будет способствовать его экономии. А это уже наивысший уровень организации управления электростанцией.

В мультиагентной системе одно и тоже ПО Smart-MES может использоваться в качестве агентов для котлов, для турбин, для отпуска тепла и для отпуска электроэнергии, для учёта потерь и для учёта собственных нужд,

для химводоподготовки, для станционных фактических ТЭП и для нормативных ТЭП. Эти агенты могут контролировать состояние трубопроводов и износ оборудования, и многое другое. Все агенты между собой связаны протоколами постоянного обмена. Все агенты работают параллельно в реальном времени и все в комплексе нацелены для достижения максимальной прибыли от производства электроэнергии и тепла.

Серьёзное восприятие нами созданной Теории аварий и возможности самоорганизующейся системы Smart-MES по предупреждению аварийных ситуаций позволит совершенно по-новому взглянуть на эти разрушительные процессы и сохранить миллиарды рублей, которые необходимы для созидательной деятельности общества. Согласно этой Теории для аварии необходимы несколько некорректных возмущений, которые появляются самопроизвольно в различные периоды. И если мы своевременно ликвидируем первое возмущение, то и спасём АЭС от аварии.

В современных расчётах ТЭП на всех электростанциях собраны самые негативные стороны. При этих условиях, говорить о повышении энергоэффективности тепловых электростанций вообще проблематично. Выход заключается только во внедрении беззатратной технологии экономии топлива на самоорганизующейся системе Smart-MES. Расчёт показателей по перерасходу топлива должен производиться только на каждом получасовом интервале. Все сменные, суточные, декадные, месячные, квартальные и годовые ТЭП (Технико-Экономические Показатели) должны получаться из получасовых значений методом накопления (суммированием, усреднением или взвешиванием), а не расчётом по формулам. Существующие же повсеместно месячные расчёты ТЭП не верны, т.к. для вычисления нормативных ТЭП используются нелинейные энергетические характеристики оборудования.

Все эти и многие другие проблемы легко может решить Инновационная Самоорганизующаяся Система Smart-MES.

## Библиографический список

---

---

1. Чернов В.Ф., Чернов И.В. Новая концепция самонастраиваемости MES-Системы «MES-T2 2020» для управления любым непрерывным производством и электростанциями // Сборник докладов «XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014: Труды». – М.: ИПУ РАН, 2014. – С. 8751-8761. – ISBN 978-5-91450-151-5
2. Чернов В.Ф., Чернов И.В. Автоматизированная система управления производством электростанции «MES-T2 2007» // Сборник материалов третьей международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2009». – М.: ИПУ РАН, 2009. – С. 290-292. – ISBN 978-5-91450-038-9
3. Чернов В.Ф., Чернов И.В. Опыт адаптации инновационной системы «MES-T2 2007» для ПТО электростанций // Автоматизация & ИТ в энергетике. – 2009. – № 1. – С. 55-57.
4. Чернов В.Ф., Чернов И.В. Инновационная MES-Система «MES-T2 2010» экономит топливо электростанций // Автоматизация & ИТ в энергетике. – 2011. – №10. – С. 22-28.
5. Мартынов С.А. Инновационная экономика (Дорожная карта 2040) // Московский педагогический государственный университет. – 2013.
6. Хаген Г. Синергетика // М.: Мир, 1980.
7. Черняк Л. Адаптируемость и адаптивность // Открытые системы. – 2004. – №9.
8. Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы (обзор) // Новости искусственного интеллекта. – 1998. – № 2. – С. 64-116.

9. Рассел Стюарт, Норвиг Питер. Искусственный интеллект: современный подход. – 2-е изд.: Пер. с англ. - М.: «Вильямс». – 2006. – 1408с. – ISBN 5-8459-08887-6 (рус.)
10. Рыгалов А.Ю., Кубарьков Ю.П. Применение мультиагентных систем в электроэнергетике // Труды Кольского научного центра РАН. – 2012. – №1. – Том 4.
11. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика, – М.: Высшее образование. 2005
12. Дрождин В.В., Зиченко Р.Е. Предпосылки создания и архитектура самоорганизующихся информационных систем. // Электронный журнал «Биокосмология – нео-Аристотелизм», ISSN: , том 1, выпуск 4 – осень 2011. – Великий Новгород. – с. 446–458.
13. Баканов А.Б., Дрождин В.В., Зинченко Р.Е., Кузнецов Р.Н. Методы адаптации и поколения развития программного обеспечения. // Известия Пензенского педагогического университета. – №17. – 2009
14. Лачинов В.М., Поляков А.О. Информодинамика или Путь к Миру открытых систем // Российская Академия наук, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации. – 1999
15. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения // Мир. – 1980
16. Смутнев В.И. Практическая культура безопасности эксплуатации АЭС // Курсовая работа. – 2007
17. Чернов В.Ф. Автоматизация управления производством электроэнергии и тепла // Главный энергетик. – 2015. – №2. – С. 13-21.
18. Литвак В.В., Матвеев А.С., Шевелев С.А. Оптимизация режимов работы турбоустановок тепловых электрических станций с использованием

характеристик относительных приростов // URL:  
[http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin\\_TPU/2009/v314/i4/05.pdf](http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin_TPU/2009/v314/i4/05.pdf) (Дата обращения: 23.03.15)

19. Для инвесторов сектор электроэнергетики выглядит кошмарным // URL: <http://www.nord-news.ru/energo/?energoid=36525> (Дата обращения: 23.03.15)

20. Виссарион Григорьевич Белинский - Цитата // URL:  
<http://tsitaty.com/цитата/130317> (Дата обращения: 23.03.15)

21. Модернизацию электроэнергетики оценили в 11 триллионов рублей // URL: <http://lenta.ru/news/2011/08/26/trillions/> (Дата обращения: 23.03.15)

22. Разработка стратегии развития электроэнергетики России и ЕНЭС // URL: <http://www.enin.su/activities/development/> (Дата обращения: 23.03.15)

23. Без критериев энергоаудит электростанций – туфта // URL:  
[http://professionali.ru/Soobschestva/energosberezhenie\\_i\\_tekhnologii/bez-kriteriev-energoaudit-elektrostantsij-92587117/](http://professionali.ru/Soobschestva/energosberezhenie_i_tekhnologii/bez-kriteriev-energoaudit-elektrostantsij-92587117/) (Дата обращения: 23.03.15)

24. Крах российской электроэнергетики // URL:  
[http://professionali.ru/Soobschestva/generalnye\\_direktora/krah-rossijskoj-elektrouenergetiki/](http://professionali.ru/Soobschestva/generalnye_direktora/krah-rossijskoj-elektrouenergetiki/) (Дата обращения: 23.03.15)

25. Цифровая диаграмма Вукаловича // URL:  
<http://www.studfiles.ru/dir/cat34/subj1334/file14170/view153255.html> (Дата обращения: 23.03.15)

26. Замедлина Е.А., Жулина Е.Г. Шпаргалка по основам менеджмента // URL:  
[http://modernlib.ru/books/zamedlina\\_e/shpargalka\\_po\\_osnovam\\_menedzhmenta/read/](http://modernlib.ru/books/zamedlina_e/shpargalka_po_osnovam_menedzhmenta/read/) (Дата обращения: 23.03.15)

27. Проверки энергоэффективности // URL:  
[http://taxpravo.ru/analitika/statya-143632-proverki\\_energoeffektivnosti](http://taxpravo.ru/analitika/statya-143632-proverki_energoeffektivnosti) (Дата обращения: 23.03.15)

28. Бизнес получит налоговые льготы за экономию электроэнергии // URL: <http://www.audit-it.ru/news/account/196212.html> (Дата обращения: 23.03.15)

29. Генерация. Тонкая настройка // URL:  
<http://energopolis.ru/portal/2010/307-generaciya-tonkaya-nastrojka.html> (Дата обращения: 23.03.15)

30. Что такое энергоэффективность? // URL:  
[http://kyivenergo.ua/ru/shco\\_take\\_energoefektivnist](http://kyivenergo.ua/ru/shco_take_energoefektivnist) (Дата обращения: 23.03.15)

31. Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики // URL:  
<http://energetika.in.ua/ru/books/book-3/part-1/section-1/1-1> (Дата обращения: 23.03.15)

32. Оптимизация логистических затрат компаний // URL:  
<http://rosinvest.com/page/optimizacija-logisticheskikh-zatrat-kompanii> (Дата обращения: 23.03.15)

33. ООО "Фирма ИнформСистем" Разработка и внедрение MES-Систем // URL: <http://inform-system.ru/> (Дата обращения: 15.01.15)

34. MES-Система «MES-T2 2020» в электроэнергетике // URL: <http://mes-t2.blogspot.ru/> (Дата обращения: 15.01.15)

35. Новый Форум Энергетиков & IT // URL: <http://e-generation.forum2x2.ru/> (Дата обращения: 15.01.15)

36. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ О ТЕПЛОВОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008390> (Дата обращения: 02.04.15)

37. Интегральный показатель энергоэффективности электростанций // URL: <http://www.energotrader.ru/forum?g=posts&m=129973> (Дата обращения: 02.04.15)

38. Облачные технологии // URL: [http://otherreferats.allbest.ru/programming/00295717\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/programming/00295717_0.html) (Дата обращения: 02.04.15)

39. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ УДЕЛЬНЫХ РАСХОДОВ ТОПЛИВА // URL: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294816/4294816596.htm> (Дата обращения: 02.04.15)

40. 17 мгновений весны // URL: <http://kinomusyk.ws/forum/showthread.php?t=6522> (Дата обращения: 02.04.15)

41. Сознание // URL: <http://murzim.ru/nauka/filosofija/24839-soznanie.html> (Дата обращения: 02.04.15)

42. Во сколько обойдется России переход на новые лампочки? // URL: <http://lenta.ru/conf/philiips/?qall=yes> (Дата обращения: 02.04.15)

43. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ // URL: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html> (Дата обращения: 02.04.15)

44. Приказ Министерства энергетики РФ от 19 апреля 2010 г. № 182 Об утверждении требований к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования // URL: <http://base1.gostedu.ru/58/58688/> (Дата обращения: 02.04.15)

45. Вектор энергоэффективности // URL: <http://alldoma.ru/press-relizy/vektor-energoeffektivnosti.html> (Дата обращения: 02.04.15)

46. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ // URL: [http://sernam.ru/book\\_e\\_math.php?id=47](http://sernam.ru/book_e_math.php?id=47) (Дата обращения: 02.04.15)

47. Энергетическое обследование // URL: <http://www.unitex-pro.ru/article/11> (Дата обращения: 02.04.15)

48. Энергоаудит // URL: <http://www.e-audit.ru/audit/> (Дата обращения: 02.04.15)

49. Ильясов Ф.Н. Разум искусственный и естественный // URL: [http://www.iliassov.info/article/isk\\_intellekt.htm](http://www.iliassov.info/article/isk_intellekt.htm) (Дата обращения: 02.04.15)

50. Программы для управления энергетикой – Оптимизация комбинированного производства тепла и электроэнергии на промышленных электростанциях // URL: <http://www.myshared.ru/slide/398646/> (Дата обращения: 04.04.15)

51. ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ОТ ПРОТИВНОГО // URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/349/ДОКАЗАТЕЛЬСТВО](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/349/ДОКАЗАТЕЛЬСТВО) (Дата обращения: 04.04.15)

52. Индекс рентабельности проекта // URL: <http://economuch.com/finansovyiy-analiz/indeks-rentabelnosti-proekta-6305.html> (Дата обращения: 04.04.15)

53. Вопросы установления критериев приемлемого (допустимого, недопустимого) риска аварий на опасных производственных объектах // URL: [http://riskprom.ru/publ/voprosy\\_ustanovlenija\\_kriteriev\\_priemlemogo\\_dopustimogo\\_nedopustimogo\\_riska\\_avarij\\_na\\_opasnykh\\_proizvodstvennykh\\_obektakh/19-1-0-231](http://riskprom.ru/publ/voprosy_ustanovlenija_kriteriev_priemlemogo_dopustimogo_nedopustimogo_riska_avarij_na_opasnykh_proizvodstvennykh_obektakh/19-1-0-231) (Дата обращения: 04.04.15)

54. Об установлении критериев приемлемого(?) риска аварий на опасных производственных объектах // URL: <http://riskprom.ru/news/2011-10-25> (Дата обращения: 04.04.15)

55. Взрывы на полигоне под Самарой // URL: <http://www.rg.ru/sujet/4412/index.html> (Дата обращения: 04.04.15)

56. Отметая логику обстоятельств // URL: <http://www.postsoviet.ru/blog/russia/536597.html> (Дата обращения: 04.04.15)

57. В Томске создают безопасный ядерный реактор для науки // URL: [http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=222&d\\_no=53039#.VSExIca1Y3I](http://www.strf.ru/material.aspx?CatalogId=222&d_no=53039#.VSExIca1Y3I) (Дата обращения: 04.04.15)

58. Способ и устройство локализации расплава активной зоны ядерного реактора // URL: <http://neftegaz.ru/science/view/1002> (Дата обращения: 04.04.15)

59. Авария в московском метро // URL: <http://www.rg.ru/sujet/5256/> (Дата обращения: 04.04.15)

60. Коган И.Р. ЭВОЛЮЦИЯ АСУТП АЭС ДЛЯ ВВЭР, ПРОБЛЕМЫ, НЕРЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ, НОВЫЕ УГРОЗЫ И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ // URL: <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/4200.pdf> (Дата обращения: 17.02.15)

61. Менгазетдинов Н.И., Полетыкин А.Г., Бывайков М.Е., Промыслов В.Г., Жарко Е.Ф., Смирнов В.Б., Акафьев К.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ – ОПЫТ ИПУ РАН // URL: <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/4219.pdf> (Дата обращения: 17.02.15)

62. Бывайков М.Е. ИНТЕГРАЦИЯ БАЗ ДАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ВЕРХНЕГО (БЛОЧНОГО) УРОВНЯ АСУ ТП АЭС // URL: <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/4687.pdf> (Дата обращения: 17.02.15)

63. Квазигровые феномены в культуре (Математическая теория игр и математическая теория конфликта) // URL:  
<http://www.socionauki.ru/journal/articles/153067/> (Дата обращения: 04.04.15)

64. Ленинградская АЭС: остановлен энергоблок №4 // URL:  
<http://www.atominfo.ru/newse/l0472.htm> (Дата обращения: 04.04.15)

65. Энергоблок №2 Балаковской АЭС отключен от сети // URL:  
<http://balakovolife.ru/predpriyatiya/item/2732-energoblok-2-balakovskoj-aes-otklyuchen-ot-seti.html> (Дата обращения: 04.04.15)

66. ВНИИАЭС - 35 лет работы на безопасность атомных станций // URL:  
<http://www.vniiaes.ru/AboutYears.aspx> (Дата обращения: 04.04.15)

67. Международная шкала ядерных событий (ИНЕС) // URL:  
<http://www.rosatom.ru/aboutcorporation/activity/safety/ines/> (Дата обращения: 04.04.15)

68. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ // URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/8/8253/> (Дата обращения: 04.04.15)

69. Авария // URL: <http://slovari-online.ru/word/бизнес-словарь/авария.htm> (Дата обращения: 04.04.15)

70. Горизонты Атома 31.08.2013 // URL:  
<http://www.youtube.com/watch?v=B88ipN0QHS0> (Дата обращения: 04.04.15)

71. Это горькое слово – Чернобыль // URL: <http://stpr34.ru/news/ob-yetom-govorjat/yeto-gorkoe-slovo-chernobyl.html> (Дата обращения: 04.04.15)

Люблю КНИГИ  
[ljubljuknigi.ru](http://ljubljuknigi.ru)



# yes I want morebooks!

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн - в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов!

Мы используем экологически безопасную технологию "Печать-на-Заказ".

Покупайте Ваши книги на  
**[www.ljubljuknigi.ru](http://www.ljubljuknigi.ru)**

---

Buy your books fast and straightforward online - at one of the world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at  
**[www.ljubljuknigi.ru](http://www.ljubljuknigi.ru)**

OmniScriptum Marketing DEU GmbH  
Heinrich-Böcking-Str. 6-8  
D - 66121 Saarbrücken  
Telefax: +49 681 93 81 567-9

[info@omnascriptum.com](mailto:info@omnascriptum.com)  
[www.omnascriptum.com](http://www.omnascriptum.com)

OMNI**S**criptum