

# Тренажёрный комплекс для оперативного персонала электростанций

- **Арипходжаев Н. Э.**, канд. техн. наук, вице–президент по развитию АО “Евроазиатская Энергетическая Корпорация” (АО “ЕЭК”)
- **Миллер А. А.**, ведущий инженер проекта, Emerson Process Management
- **Головкин Д.**, ведущий эксперт, Emerson Process Management

Описан практический опыт внедрения испытательно-тренажёрного комплекса (ИТК) для оперативного персонала действующих энергоблоков 325 МВт Аксуской ТЭС АО “ЕЭК”.

**Ключевые слова:** испытательно-тренажёрный комплекс (ИТК), системы АСУТП, среда моделирования JADE.

**Актуальность тренажёров для промышленности и энергетики.** Внедрение современных технологий во все сферы жизни ведёт, с одной стороны, к упрощению работы специалистов станций, с другой стороны, отсутствие практики приводит к тому, что многие навыки теряются или просто забываются. Для предприятий энергетического комплекса развитие такого сценария недопустимо. Именно поэтому многие компании, модернизовавшие и автоматизировавшие свои электростанции, все больше внимания уделяют вопросу поддержания навыков своих сотрудников.

Особенностями оборудования тепловых электростанций являются высокая стоимость, потенциальная опасность для здоровья персонала (высокие давление, температура, частота вращения). Кроме того, при сбоях в работе объектов электроэнергетики возникают очень высокие штрафные и репутационные затраты, а также подвергается опасности стабильность энергосети в целом. Все это предъявляет очень высокие требования к квалификации оперативного персонала.

При внедрении глубокой автоматизации процессов производства энергии вовлечённость оперативного персонала в процесс снижается. Навыки ручного управления постепенно теряются. Единственный способ поддержания навыков оперативного персонала на должном уровне – это периодические занятия на тренажёре.

Аксуская тепловая электростанция (рис. 1) – головное предприятие АО “Евроазиатская энергетическая корпорация”. Компания входит в состав ENRC – дочерней компании ERG – и является крупнейшим поставщиком электроэнергии на казахстанском рынке. Все энергоблоки Аксуской ТЭС (бывшей Ермаковской ГРЭС) вводились в эксплуатацию в конце 60-х, начале 70-х годов прошлого столетия. И к тому времени, когда в 1996 г. станция вошла в состав АО “ЕЭК”, её оборудование практически выработало весь свой ресурс. Остро встал вопрос технического перевооружения

как основного оборудования, так и систем автоматического управления.

**Задачи, требующие решения.** Для решения поставленной задачи была разработана специальная программа модернизации Аксуской тепловой электростанции, реализация которой позволила компании максимально эффективно использовать имеющиеся у предприятия основные фонды. Проект позволил АО “ЕЭК” повысить производительность станции и увеличить производство электроэнергии.

В 2008 г. руководство Аксуской электростанции внедрило экспертную систему автоматизации Ovation™ на блоке № 1, а уже в 2009 г. было принято решение идти дальше: внедрить систему тренажёров для оперативного персонала действующих энергоблоков. Данная система позволила бы компании сохранить готовность персонала к нештатным ситуациям, обеспечив надёжность и безопасность эксплуатации Аксуской электростанции в целом.

Если АСУТП и ИТК созданы с применением различных программно-аппаратных решений, да ещё и разными разработчиками, то очень трудно поддерживать актуальность алгоритмического



Рис. 1. Машинный зал Аксуской ТЭС

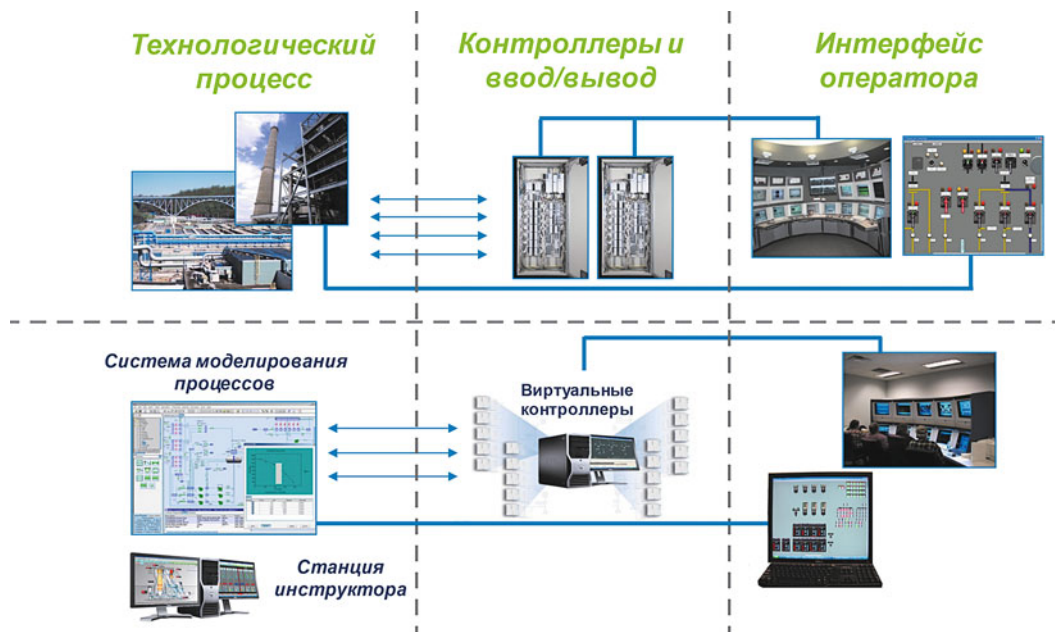


Рис. 2. Моделирование технологического процесса на базе тренажёра от Emerson

обеспечения ИТК синхронно с АСУТП. В этом случае затраты на обслуживание и модернизацию алгоритмического обеспечения фактически дублируются, так как одни и те же изменения должны внедряться в две совершенно разные системы. Построение тренажёрного комплекса на той же платформе, которая внедрена для построения АСУТП, является одним из преимуществ, снижающих временные затраты и организационные усилия.

Кроме того, программно-технический комплекс (ПТК) Ovation обладает гибкой архитектурой, легко расширяется и модифицируется, что позволяет добиваться повышения эффективности электростанции как при замене основного оборудования, так и с помощью оптимизации работы существующего.

С учётом всех изложенных аргументов было принято решение о внедрении ИТК Ovation Simulation™ от Emerson.

**Описание проекта.** В рамках проекта были обозначены следующие задачи:

- возможность создавать и моделировать ситуации, имеющие теоретическую возможность воз-

никновения; максимальная приближенность к реальным ситуациям.

- индивидуальная настройка под конкретное оборудование станции;
- сжатый цикл разработки, внедрения и отладки тренажёрного комплекса.

Схематично процесс моделирования технологического процесса на базе Ovation Simulation показан на рис. 2.

Проект включал в себя пять этапов: постановку задачи, анализ требований и эскизное проектирование, проектирование математической модели, интеграция подсистем ИТК и приём в эксплуатацию. Постановка задачи была результатом совместной работы специалистов Аксуской ТЭС и инженеров компании Emerson. Эскизное проектирование дало представление о будущем комплексе. Интеграция подсистем ИТК, благодаря мощной системе инструмента Ovation Simulation, не вызвала осложнений. Приём в эксплуатацию прошёл в соответствии со всеми требованиями отраслевых стандартов. Самым трудоёмким этапом оказался этап проектирования математической модели (рис. 3), так как потребовалось снять образ системы с эксплуатируемого оборудования. Но наличие встроенных функций ПТК помогло решить и эту задачу (рис. 4).

Опыт компании Emerson по внедрению тренажёрных технологий был использован для создания специализированного тренажёра, совмещающего в себе комплекс систем моделирования и симуляции, а также физические модели и методики, позволяющие не только обучить персонал, но и достичь экономичной, надёжной, технологически и экологически безопасной эксплуатации энерго-

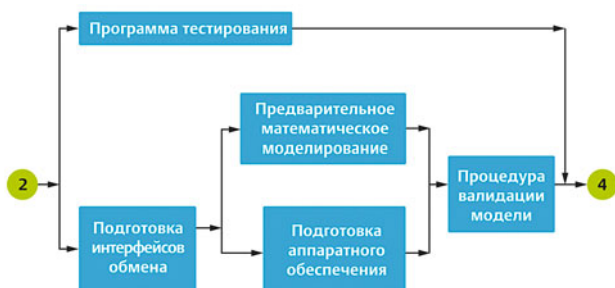


Рис. 3. Проектирование математической модели

объекта в штатных, нештатных и аварийных ситуациях.

Главной особенностью ИТК является высокоточная среда моделирования JADE (рис. 5), математическая модель которой построена на основе физических законов, определяющих функционирование энергоблока с соблюдением законов сохранения энергии (тепла), массы и количества движения, уравнений термодинамики для воды, пара и газовых смесей. Входящие в состав JADE приложения, такие как JElectric (моделирование электрической части), JLogic (моделирование традиционной автоматики), JStation (управление сценариями протекания технологического процесса), предоставляют пользователю полный доступ к аппаратной части тренажёра, позволяя инструктору/оператору контролировать и манипулировать тренажёром во время выполнения учебного процесса.

Например, инструктор/оператор может моментально задержать моделирование, переведя его в режим замораживания (“freeze”), чтобы выполнить какое-либо другое действие (например, обсуждение только что проведённого обучения), а затем возобновить его в любое время переходом в режим “работы”. В состоянии “freeze” математические модели не работают, поэтому моделируемое оборудование не изменяет состояния.

**Результаты внедрения тренажёрного комплекса на Аксуской ТЭС.** ИТК оперативного персонала энергоблоков Ovation Simulation, установленный на действующих энергоблоках 325 МВт Аксуской ТЭС АО “ЕЭК”, стал первым автоматизированным аппаратно-программным функционально ориентированным комплексом для обуче-

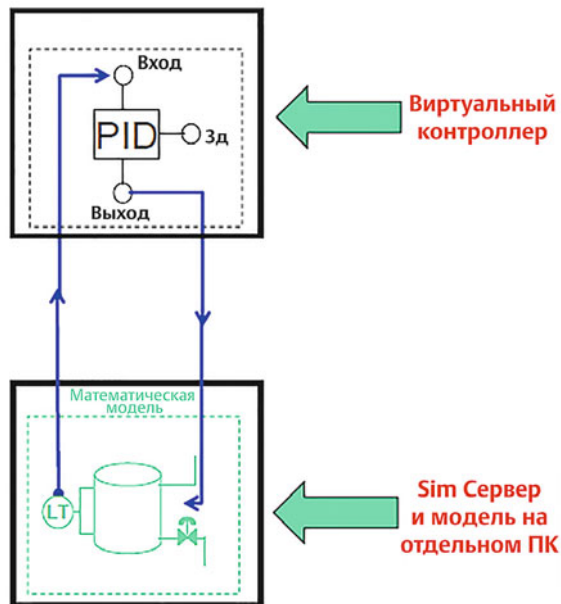


Рис. 4. Структура моделирования

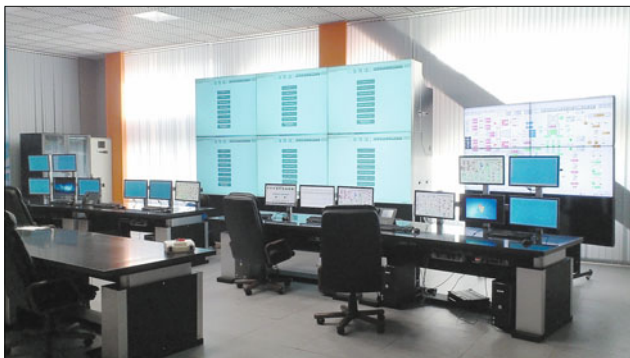
ния и поддержания навыков персонала станций, внедрённым на территории СНГ.

В результате для работы на тренажёре (рис. 6) разработаны соответствующие программы обучения оперативного персонала котельно-турбинного цеха – машинистов энергоблока. Сотрудники турбинного отделения в режиме обучения могут производить:

- операции по подготовке и опробованию турбины после капитального ремонта;
- пуск турбины из холодного, неостывшего или горячего состояния;



Рис. 5. Высокоточная среда моделирования JADE



**Рис. 6. Главный щит управления с установленным тренажёрным комплексом**

- плановый и аварийный останов турбины;
- останов турбины с расхолаживанием;
- противоаварийные тренировки и эксплуатацию энергоблоков, работающих с ПТК Ovation, в переменных режимах.

Для машинистов котельного отделения в режиме обучения доступны:

- подготовительные операции, пуск корпуса котла, пуск из неостывшего и из холодного состояния;
- растопка корпуса из состояния горячего резерва в прямоточном режиме;
- растопка и подключение корпуса к работающему блоку;
- перевод котла на сжигание угольной пыли; нормальная эксплуатация котла;
- нагрузка котла, снятие нагрузки;
- останов котла с расхолаживанием турбины;
- ликвидация аварий тепломеханического оборудования.

Как правило, основное оборудование ТЭС имеет очень долгий жизненный цикл – десятки лет.

Оно подвергается периодической модернизации, изменению тепловой схемы и др. В современных условиях также меняются факторы конкурентоспособности, вынуждающие применять все более прогрессивные и инновационные алгоритмические решения. Системы АСУТП и, соответственно, ИТК в таких условиях не могут оставаться “замороженными” раз и навсегда, жизненный цикл этих подсистем не заканчивается завершением разработки. Какие-то изменения постоянно внедряются по мере модернизации или изменений в основном оборудовании. Теперь, прежде чем внедрять алгоритмические решения на “живом” объекте электростанции, специалисты могут их протестировать и опробовать на модели, содержащейся в ИТК. Эта возможность позволяет снизить риски повреждения оборудования, а также сократить время на наладку.

Практические занятия на тренажёре были включены в программу обучения и повышения квалификации персонала, поэтому каждый сотрудник машинно-турбинного цеха проходит данный тренинг 1 – 2 раза в год. Таким образом, можно говорить о том, что надёжность работы станции, а значит, и её безопасность повысились.

Поставленные задачи были успешно выполнены. Готовность сотрудников к нештатным ситуациям обеспечена, квалификация оперативного и эксплуатационного персонала повышена, а навыки сохранены. Также сокращены сроки обучения нового персонала, который только начинает работу на ТЭС.

После введения в эксплуатацию ИТК уже успел себя зарекомендовать не только как инструмент “оттачивания” производственных навыков и умений оперативного персонала Аксуской ТЭС, но и как отличная база для формирования знаний студентов различных вузов Павлодарской обл.