

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

**ВАРИВодов В. Н.**, технический директор ЦУП ОАО «Энергостройинвест-Холдинг», д.т.н.

Рассматриваются основные проблемы, с которыми сталкиваются современные проектные организации на каждом из этапов реализации проекта. Предлагаются основные направления по совершенствованию методического, информационного и программно-аппаратного инструментария процесса проектирования.

Совершенствование проектирования электроэнергетических объектов преследует две основные цели – во-первых, повышение качества проектов и, во-вторых, сокращение сроков их исполнения.

Чтобы решить эти задачи необходимо оптимизировать все четыре составляющие базы проектирования (рис. 1):

- базу данных (научно-техническая документация, выполненные проекты, информация по оборудованию и новым решениям);
- технологическую базу проектирования (компьютеры, периферийные устройства и т.д.);
- программное обеспечение;
- организацию и порядок проведения проектных работ с учетом их увязки со строительными и инжиниринговыми работами

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

Используемые при проектировании данные, как правило, должны включать:

- документацию по выполненным проектам;
- типовые оптимизированные технические решения;
- нормативную документацию;
- данные по оборудованию и системам, узлам и элементам, используемым в проектах.

Совершенствование базы данных означает формирование современного фонда по типовым оптимизированным техническим решениям, основанным на новых технологиях, создание механизма актуализации нормативных документов, расширение базы данных по оборудованию и системам, оптимизацию технологий управления базой данных.

**Фонд типовых оптимизированных технических решений**, с одной стороны, должен отвечать требованию применения новых технологий, а с другой – учитывать интересы основных заказчиков.

Современное обеспечение проектных работ предполагает использование актуализированной нормативно-технической документации, необходимой для выполнения работ.

**Нормативная база данных** должна включать систему обновления НТД: своевременное внесение изменений, изъятие у пользователей отмененных документов, приобретение новых.

Важный элемент расширения **базы данных по оборудованию** и системам – более полное наполнение ее передовыми зарубежными техническими решениями, что позволит обес-



Рис. 1. Основные составляющие базы проектирования

печатить выход на зарубежный рынок. При этом следует учитывать, что необходимы технические данные различного уровня – по модулям подстанций и станций, отдельным элементам, составляющим этих элементов, арматуре и крепежу (рис. 2).

Современная база данных проектно-инжиниринговой компании – это не общий архив, а структурированная автоматизированная информационно-справочная система, основная задача которой – быстрый и информативный поиск существующих решений, аналогов, оптимизированных решений повторного применения или нормативных документов. Система, как правило, должна иметь web-доступ на портал через интерфейс по защищенному шифрованному каналу.

Эта система должна удовлетворять также современным требованиям по скорости доступа, отказоустойчивости, безопасности. В качестве системы управления базами данных целесообразно использовать наиболее распространенные клиент-серверные системы MS SQL Server, Sybase, Oracle, PostgreSQL и др.

В базе данных должно быть обеспечено создание библиотек отдельных компонентов технического оборудования, программирование характеристик и свойств отдельных компонентов при точном соответствии и совместимости отдельных проектируемых частей, а также возможность удобного экспорта этих данных для пользователя. Важным является и возможность создания упрощенного перечня оборудования, систем и материалов, автоматическое обозначение всех единиц (позиций) и их последующий экспорт в соответствующие перечни.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Эти направления совершенствования проектирования взаимосвязаны и отражают тенденции перехода к современным технологиям проектирования.

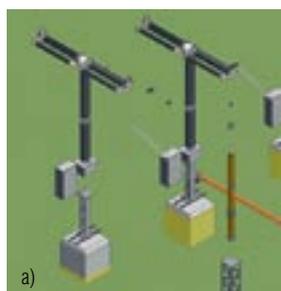


Рис. 2. Необходимые фонды базы данных по оборудованию и системам: модули (а), отдельные элементы (б), составляющие элементов и модулей (в), арматура (г), крепеж (д)

Оптимизация технологий проектирования и технологических комплексов проектирования необходимы для:

- повышения качества проектной продукции и исключения «лишних» работ при производстве строительно-монтажных работ;
- повышения производительности труда работников, занятых разработкой ПСД.

Происходит постоянное совершенствование технологий проектирования: не только проектирование на кульмане, но и индивидуальное проектирование на компьютере с помощью отдельных программ уходят в прошлое – а процесс проектирования, объединенный мощными серверами, становится одновременным созданием проекта многими сотрудниками в режиме «on-line».

**Основные требования к современным технологиям проектирования**

Использование достижений последних наиболее эффективных программных продуктов для проектирования и соответствующей компьютерной и графической техники по всем основным направлениям: собственно проектирование, в том числе 3D проектирование, выполнение конструкторских расчетов, строительной и проектно-сметной документации – основополагающее требование.

Следует отметить, что только внедрение новых современных технологий проектирования позволяет удовлетворить требования зарубежных заказчиков к организации работ по проектированию и проектной документации.

Одной из наиболее эффективных технологий для проектирования электростанций и компактных подстанций закрытого исполнения является программный комплекс PDMS (рис. 3).

В практике проектирования, как правило, приходится адаптировать комплекс PDMS к конкретным условиям его применения, так как этот продукт на рынке представлен как унифицированный и для повышения его эффективности необходима дополнительная доработка.



Вариводов Владимир Николаевич  
Организация: ОАО «Энергострой-инвест-Холдинг».

Должность: Технический директор центра управления проектированием. По совместительству является профессором кафедры техники высоких напряжений Московского энергетического института.

Образование: В 1971 году окончил Московский энергетический институт по специальности «электрические сети и системы». В 1978 году защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование электроизоляционных характеристик литой эпоксидной изоляции применительно к газонаполненным высоковольтным устройствам». В 2000 году защитил докторскую диссертацию на тему «Внутренняя изоляция газонаполненного оборудования сверхвысокого и ультравысокого напряжения».

Карьера: С 1971 по 2004 год работал во Всероссийском электротехническом институте имени В.И. Ленина, где прошел путь от инженера до начальника отдела. С начала 2004 года перешел в Федеральную сетевую компанию на должность начальника департамента, а с середины 2006 года по 2008 год был генеральным директором Научно-технического центра электроэнергетики. С 2007 года – действительный член Академии электротехнических наук. Имеет звания «Почетный машиностроитель» (2001 год), «Заслуженный работник единой энергетической системы» (2007 год), «Почетный работник науки и техники» (2009 год).

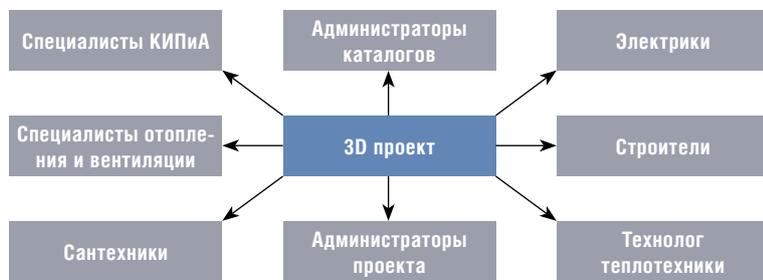


Рис. 3. Структура проекта PDMS

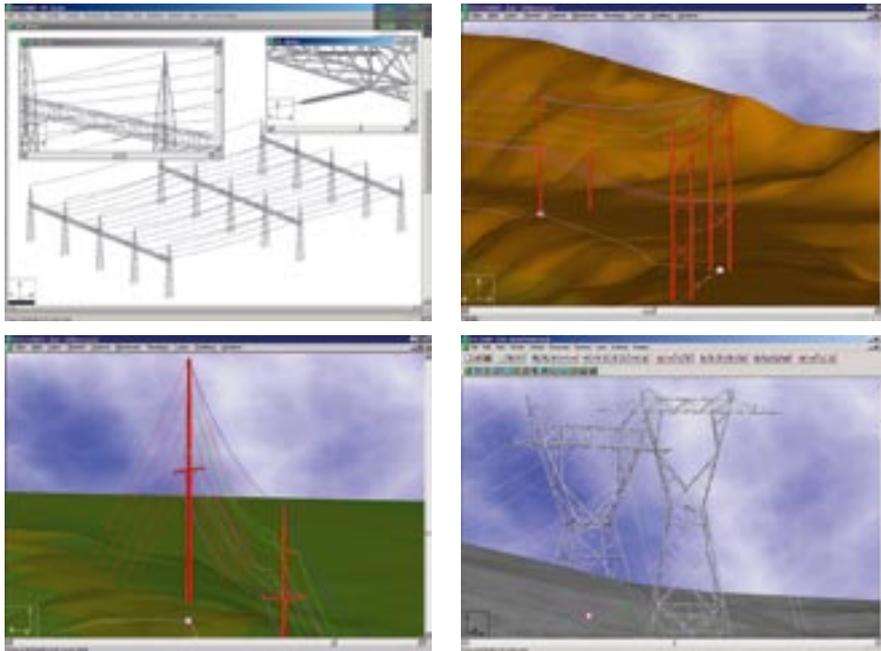


Рис. 4. Примеры 3D-моделирования электросетевых объектов

Для проектирования линий электропередачи целесообразно использовать специализированные программные продукты, в том числе с 3D моделированием (PLS-CADD и другие).

При проведении инженерных изысканий должно применяться лазерное сканирование, а также системы GPS.

Следует отметить, что программное обеспечение должно позволять решать и такие важные вспомогательные задачи, как:

- упрощенное создание чертежной документации, всевозможных видов и разрезов;
- определение расстояний и дистанций (например, изоляционных промежутков) и др.

Еще одно важное требование к программному обеспечению – его интеграция с существующими программными комплексами управления проектами в целом.

Например, целесообразна привязка технологий проектирования к программному комплексу Primavera или другим аналогам, которые предназначены для автоматизации процессов управления проектами в соответствии с требованиями PMI, IPMA и стандартами ISO. Функциональные модули Primavera, построенные на современных web-технологиях, образуют web-портал проектов компании и обладают всеми необходимыми возможностями для контроля и анализа данных по портфелям проектов, управлению проектами, разработке и актуализации графиков, управлению ресурсами и ролями, отслеживанию процессов инициации и изменения проектов, управлению документооборотом и т.д.

Очевидно, что внедрение указанного программного комплекса требует использования стандартов, регламентирующих основные технологические процессы производства проектной документации.

### ПРАВИЛА И АЛГОРИТМЫ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Оптимизация процесса проектирования – одна из составляющих совершенствования проектной деятельности. Это совершенствование идет по нескольким направлениям:

- обеспечение четкой и быстрой актуализации процесса проектирования в соответствии с новыми государственными актами в области проектирования и стандартами организации основных заказчиков;
- создание эффективной системы организации проектирования внутри компании;
- минимизация ошибок в процессе проектирования;
- организация эффективной системы экспертизы проектной документации.

### Актуализация организации проектирования в соответствии с новыми требованиями

Разработка проектной документации должна осуществляться в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и Градостроительным кодексом Российской Федерации.

Кроме того, разрабатываемая проектная документация должна учитывать требования к уровню технических решений, принимаемых в проектах, основываться на новых технологиях в проектировании, учитывать стандарты организации основных заказчиков.

Основные условия организации проектирования с учетом указанных документов и подходов к формированию правил и алгоритмов процесса проектирования сводятся к следующим позициям:

- реализация в проектах достижений науки и техники и передового отечественного и зарубежного опыта;
- обеспечение в проектах рационального использования земель, охраны окружающей среды, а также сейсмостойкости и пожарной безопасности объектов;
- обеспечение качества проектирования и сокращение сроков выполнения проектной документации за счет применения эталонов проектной документации, типовых проектных решений, проектов повторного применения, ме-

тудических указаний по проектированию, стандартов качества проектной документации, автоматизации проектных работ;

- подготовка предложений по своевременному пересмотру устаревших норм по проектированию и строительству предприятий и сооружений;
- обеспечение экономической эффективности проектируемых объектов;
- проведение организационно-технических мероприятий по улучшению работы, включая внедрение и совершенствование системы управления качеством на базе ISO 9001:2008.

Состав проектной документации, ее оформление, внесение изменений должны соответствовать требованиям стандартов общепринятой в Российской Федерации Системы проектной документации для строительства (СПДС).

### Создание эффективной внутренней организации проектирования

Организация каждого основного этапа процесса проектирования должна основываться на специальных положениях и регламентах, в которых необходимо раскрыть требования к составу и порядку выполнения работ, при необходимости показать эталоны, шаблоны, отвечающие требованиям государственных стандартов, учитывающие специфику создаваемых проектов, требования основных заказчиков, а также принятую технологию проектирования.

В рамках реализации технологического обеспечения проектных работ должны быть осуществлены:

- выбор платформы для автоматизации проектирования и документооборота ПСД;
- разработка необходимого программного обеспечения (включая инструкции), отвечающего принятой технологии проектирования;
- обучение работников предприятия;
- ввод технологии с организацией жесткого контроля выполнения требований, соответствующих положений и регламентов.

Организационное обеспечение управления проектированием и внедрение новых требований в процессы проектирования включает разработку основных первоочередных нормативных и нормативно-технических

документов, положений, являющихся методической основой процессов управления не только в рамках непосредственно проектирования, но и реализации проекта в целом:

- выбор системы управления проектами (проектное управление или управление компанией);
- организация нормативного обеспечения проектно-инжиниринговой и строительной деятельности, включая вопросы организации конкурсов, договорных отношений, контроля качества проектных работ, приемки их результатов и т.п.;
- определение состава нормативной документации, регламентирующей научно-технический уровень проектных решений;
- определение состава нормативной документации, регламентирующей основные стадии и этапы процессов проектирования;
- разработка и внедрение в практику проектирования систем автоматизированного проектирования (САПР) на основе последних достижений в этой области;
- внедрение стандарта качества ISO 9001:2008.
- Система управления качеством для проектных организаций – это система, обеспечивающая установление политики и целей организации в области обеспечения качества проектирования (включая изыскательские работы) и достижение поставленных целей, а также контроль деятельности организации в этой области.
- Основные задачи системы управления качеством:

- планирование, достижение и поддержание высокого технического уровня проектов электросетевых объектов, обеспечивающих эффективность использования трудовых, материальных и денежных ресурсов при проектировании, строительстве, оптимальную надежность работы объектов и снижение эксплуатационных расходов;
- установление критериев оценки качества проектов электросетевых объектов и обеспечение его реализации проектировщиком;
- получение достоверной и своевременной информации о фактическом уровне качества на всех этапах проектирования, оценка и сравнение

его с запланированным, выявление «узких мест» и устранение их;

- разработка организационно-технических мероприятий, направленных на достижение запланированного уровня качества;
- контроль за внедрением мероприятий, направленных на достижение запланированного уровня качества.

Крайне полезным является создание внутри проектной организации корпоративного стандарта (правил проектирования), который объединяет в одном документе все основные вопросы организации проектирования.

### Минимизация ошибок в процессе проектирования

По результатам анализа деятельности крупнейших проектных российских компаний, работающих в области электроэнергетики, основные ошибки при проектировании можно разделить на следующие группы (рис. 5):

- технические ошибки непосредственно проектировщиков (около 25 %);
- ошибки, связанные с нарушениями регламентированных процессов проектирования заказчиками (33 %);
- ошибки, связанные с несовершенством системы правовой и нормативно-технической базы (42 %).

#### 1. Ошибки в работе со стороны исполнителей проекта

Доля замечаний, обусловленных техническими ошибками в работе исполнителей проекта, составляет около 23–25 % от общего числа замечаний со стороны внешних организаций. Такая ситуация подтверждает необходимость:

- введения системы обеспечения качества проектных работ;
- своевременного подключения заказчиков и поставщиков к процессу проектирования и согласования принимаемых решений, учитывая те или иные особенности создаваемых проектов, для исключения ошибок, обусловленных недостаточно полной информацией по элементам и схемам объектов;
- исключения несоответствия заказных спецификаций разработанной проектной документации.

#### 2. Ошибки и нарушения в реализации проектов по вине заказчиков



**Рис. 5.** Диаграмма причин появления ошибок в проектах (по результатам опроса крупнейших отечественных проектных организаций)

Эти ошибки вызваны следующими причинами:

- попытками заказчиков и согласующих организаций включить в выполняемую работу дополнительные объемы сверх утвержденных техническими заданиями уже в процессе проектирования;
- изменениями в течение срока проектирования существующих и введение новых нормативных документов;
- изменениями состава программно-технических средств в процессе проектирования. В последнее время участились случаи, когда фирма-генподрядчик меняет разработчика и поставщика программно-технических средств, когда часть рабочей документации на первоначально заявленные программно-технические средства уже разработана;
- необоснованное повышение степени детализации проектных решений на стадии «Проект»;
- появление стандартов организации заказчика, которые носят декларативный характер и не содержат строгих прямых норм;
- появление промежуточных структур между основным заказчиком и проектировщиком, по-своему трактующих нормативно-технические и проектные документы;
- рекомендации заказчика по применению оборудования, отличающегося по характеристикам от предусмотренного на стадии «П» или в утверждаемой части «РП».

Данные ошибки заранее невозможно учесть, и по ним не удается принимать превентивные меры.

### 3. Ошибки, связанные с несовершенством системы правовой и нормативно-технической базы

Данный тип ошибок достаточно сложен для выявления и проявляется в случаях несоответствия отдельных нормативных документов друг другу, или появления недостаточно проработанных новых нормативно-технических документов. В качестве примера таких ошибок можно привести следующие данные:

- как правило, отсутствуют регламенты по вводу в процесс проектирования новых нормативных материалов – в результате старые и новые стандарты могут противоречить друг другу;
- вследствие различия методических подходов у разных заказчиков в части сметной документации возникают разногласия при переводе сметной стоимости из базовых цен в текущие и наоборот;
- отсутствуют нормативы по объемам сметной документации и др. – в результате каждый трактует эти нормативы по-своему;
- при проведении экспертизы (в том числе государственной) обнаруживается появление новых нормативно-правовых документов и т.д.

К ошибкам, связанным с несовершенством нормативно-правовой базы, следует отнести необходимость внесения корректировок в проект в связи с дополнительными требованиями согласующих инстанций (включая органы Государственной экспертизы), в случае если эти требования не были включены в нормативные документы, либо не доведены до проектировщиков в рамках стандартных процедур.

Следует отметить, что выявленные ошибки данного типа исправлять сложно, так как проект может не соответствовать нормативно-технической документации и типовым проектам (несмотря на соответствие реальным условиям проектирования), и не пройти по формальным признакам необходимые согласования из-за различных позиций согласующих инстанций.

Особенностью учета замечаний согласующих инстанций также является низкая интенсивность документооборота, который в большинстве случаев производится исключительно в виде переписки, а также недостаточный уровень информации о появлении специализированных требований со стороны экспертных организаций.

### Совершенствование системы экспертизы проектной документации

Основной принцип подтверждения соответствия – необходимость удостовериться в том, что полученная в результате разработки проектная документация соответствует требованиям к предполагаемому ее использованию (строительству и вводу в эксплуатацию энергетического объекта). Кроме того, убедиться в том, что вводимый в эксплуатацию объект соответствует ожиданиям, заложенным при принятии решения о необходимости строительства этого объекта и вложении в него инвестиций (соответствие технических характеристик, заложенных в ТЗ; соответствие требованиям надежности, безопасности, экологии и т.д.; и, в конечном счете, соответствие современному научно-техническому уровню).

Подтверждение соответствия должно предусматриваться на различных стадиях жизнедеятельности объекта.

К методам подтверждения соответствия относятся:

- экспертизы проекта (государственная и корпоративная);
- декларации и оценка соответствия непосредственно самой проектной организации, разрабатывающей проектную документацию;
- оценка соответствия проекта заказчиком и эксплуатирующей организацией.

Формами подтверждения соответствия на стадии проектирования объекта могут быть следующие:

- результаты утверждения проектной документации на стадии «Проект» или утверждаемой части рабочего проекта, включая заключения различных экспертных органов;
- заключения по экспертизе проектов;
- предусмотренные системой управления качеством проектной организации на основе ISO 9001:2008 документированные результаты анализа проекта на различных стадиях процесса проектирования и подтверждения (проектной организацией) соответствия выходных проектных данных входным проектным требованиям;
- декларация проектной организации, предусмотрена ГОСТ 21.101-97.

Формами подтверждения соответствия в последующих циклах жизнедеятельности объекта могут быть:

Бесплатная электронная версия журнала предоставлена компанией

. Другие номера журнала на сайте редакции:

- результаты авторского надзора за строительством объекта, утвержденные заказчиком и проектной организацией;
- акты пусконаладочных работ на объектах;
- протоколы пусковых (предпусковых) испытаний;
- документально оформленные замечания и предложения эксплуатирующей организации в первый год эксплуатации объекта.

Выбор методов и форм оценки соответствия должен осуществляться с учетом суммарного риска от недостоверной оценки соответствия и ущерба от применения проекта, прошедшего подтверждения соответствия.

### Выводы

1. Совершенствование проектирования электроэнергетических объектов в Российской Федерации необходимо вести по четырем основным направлениям:

- оптимизация программного обеспечения проектирования;
- улучшение технологической базы проектирования (компьютерного и гра-

фического оборудования, серверов, периферийных устройств и т.д.);

- совершенствование базы данных, применяемой при проектировании;
- оптимизация организации и порядка проведения проектных работ с учетом их увязки со строительными и инженеринговыми работами.

2. Технологическая база проектирования не должна ограничивать решение различных задач при проектировании с учетом используемого современного программного обеспечения.

3. База технических данных современной проектно-инжиниринговой компании – это структурированная автоматизированная информационно-справочная система, основная задача которой – быстрый и информативный поиск существующих решений, их аналогов, оптимизированных решений повторного применения или нормативных документов, характеризующаяся высокой скоростью доступа, отказоустойчивостью, безопасностью.

4. Используемые при проектировании программные продукты

должны обеспечить повышение качества проектов, уменьшить срок их реализации, повысить точность выбора эффективных технических решений и исключить ошибки. К таким программным продуктам могут быть отнесены комплекс PDMS при проектировании электростанций и закрытых подстанций, программный комплекс PLS-CADD при проектировании ЛЭП и т.п.

5. Совершенствование организации процесса проектирования должно осуществляться по следующим направлениям:

- обеспечение четкой и быстрой актуализации процесса проектирования в соответствии с новыми государственными актами в области проектирования и стандартами организации основных заказчиков;
- создание эффективной системы организации проектирования внутри компании;
- минимизация ошибок в процессе проектирования;
- организация эффективной системы экспертизы проектной документации.

## ПРОИЗВОДСТВО, ПОСТАВКА, ИСПЫТАНИЯ ИЗОЛЯТОРОВ И ЛИНЕЙНОЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ



РОССИЯ, 620144, ЕКАТЕРИНБУРГ,  
УЛ. ХОХРЯКОВА, 98, ТЕЛ: +7 (343) 216-35-84,  
E-MAIL: GIG@GIG-GROUP.COM



WWW.AIZ.RU  
WWW.GIG-GROUP.COM  
WWW.ENERGYGLASS.COM.UA

РЕКЛАМА