



Aleksiej SZEŁOMIENCEW, Aleksiej KOSJAKOW

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

### *Реферат*

*Система электроснабжения железнодорожного транспорта в Российской Федерации предназначена для питания тяговых потребителей (подвижной состав) и нетяговых потребителей. В статье приведены характеристики различных нетяговых потребителей, описана организация проектирования систем электроснабжения нетяговых потребителей в институтах структуры ОАО "Росжелдорпроект" в сравнении с организацией проектирования систем электроснабжения общего пользования, приведены рекомендации по совершенствованию организации проектирования.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Электрифицированные железные дороги в России являются не только путями сообщения, нередко единственными, но и средством подключения нетяговых потребителей к электросетевой инфраструктуре. Железная дорога является удобной трассой прокладки линий электропередачи в связи с решёнными вопросами землеотвода и возможностью использования опор контактной сети для подвеса проводов линии электропередачи.

В связи с описанными конструктивными и организационными особенностями линий электропередачи, проложенных вдоль железной дороги, организация проектирования систем электроснабжения нетяговых потребителей значительно и, в целом, выгодно отличается от организации проектирования систем электроснабжения общего пользования. Таким образом, целью статьи является описание системы организации проектирования систем электроснабжения нетяговых потребителей, выявление её достоинств и недостатков и подготовка рекомендаций по совершенствованию проектирования систем электроснабжения общего и необщего пользования.

### **1. КЛАССИФИКАЦИЯ НЕТЯГОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Нетяговые потребители железнодорожного транспорта подразделяются в соответствии с категориями надёжности электропитания на:

- потребители III категории, к которым относятся пункты обогрева путейских рабочих, приборы наружного освещения остановочных платформ и поездов, мастерские и прочие потребители, а также небольшие населенные пункты, расположенные вдоль железной дороги. В подавляющем большинстве случаев данные потребители запитываются от высоковольтной (6 кВ или 10 кВ) линии продольного электроснабжения, размещаемой, как правило, с полевой стороны опор контактной сети. Данная линия питается от тяговой подстанции, с распределительного устройства соответствующего уровня напряжения;

- потребители II категории, например, компрессорные станции, предназначенные для обдува от снега стрелочных переводов. Потребителей II категории необходимо запитывать от двух независимых источников. В качестве основного, чаще всего, используется линия продольного электроснабжения, в качестве резервного может быть использован дизель-генераторный агрегат соответствующей мощности. Потребители II категории допускают перерыв в электропитании, равный времени, в течение которого соответствующий персонал выполнит подключение потребителя к источнику резервного питания;

- потребители I категории (особая группа), к которым относятся сигнальные точки (светофоры), посты электрической централизации на станциях и прочие потребители, непосредственно относящиеся к организации безопасности и регулирования движения поездов. Особенностью данных потребителей является необходимость обеспечения их электропитания от двух независимых источников, причём максимальный допустимый перерыв в питании обусловлен временем срабатывания коммутационной аппаратуры автоматического включения резерва. Резервное питание данных потребителей предусматривается от линии продольного электроснабжения. А для основного питания предусматривается строительство высоковольтной (6 кВ или 10 кВ) линии автоблокировки на отдельно стоящих опорах. Питание данной линии выполняется не непосредственно от распределительного устройства соответствующего уровня напряжения, а от повышающего трансформатора, подключенного к шинам 0,4 кВ тяговой подстанции.

По сути электроснабжение населенных пунктов (потребителей III категории) от линии продольного электроснабжения не отличается от электроснабжения населенных пунктов, запитываемых от сетей общего пользования. Нормативная база проектирования систем электроснабжения тоже общая, основанная на Постановлении Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 №87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию", Правилах устройства электроустановок, системе типовых проектных решений и государственных стандартов, а также на системе стандартов организаций, построенных, как правило, на основе перечисленных документов.

## **2. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПОДРАЗДЕЛА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ "СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ"**

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 №87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию", подраздел "Система электроснабжения" должен быть включён в состав раздела 5 "Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений". Подраздел "Система электроснабжения" включает текстовую и графическую части.

В текстовой части подраздела "Система электроснабжения" приводится:

- характеристика источников электроснабжения;

- обоснование принятой схемы электроснабжения;
- сведения о количестве электроприемников, их установленной и расчётной мощности;
- требования к надёжности электроснабжения и качеству электроэнергии;
- описание решений по обеспечению электроэнергией электроприемников в соответствии с установленной классификацией в рабочем и аварийном режимах;
- описание проектных решений по компенсации реактивной мощности, релейной защите, управлению, автоматизации и диспетчеризации системы электроснабжения;
- перечень мероприятий по экономии электроэнергии;
- сведения о мощности сетевых и трансформаторных объектов;
- решения по организации масляного и ремонтного хозяйства;
- перечень мероприятий по заземлению и молниезащите;
- сведения о типе, классе проводов и осветительной арматуры;
- описание системы рабочего и аварийного освещения;
- описание дополнительных и резервных источников электроэнергии;
- перечень мероприятий по резервированию электроэнергии.

В графической части подраздела "Система электроснабжения" приводятся:

- принципиальные схемы электроснабжения электроприемников от основного, дополнительного и резервного источников электроснабжения;
- принципиальная схема сети освещения;
- принципиальная схема сети аварийного освещения;
- схемы заземления и молниезащиты;
- план сетей электроснабжения.

Данные требования предъявляются как к системам электроснабжения общего, так и необщего пользования, таким же образом построены пояснительные записки по данному подразделу для систем электроснабжения нетяговых потребителей железнодорожного транспорта и для систем электроснабжения прочих потребителей. Однако при этом практически наблюдаются различные подходы к организации проектирования подобных систем электроснабжения в проектных институтах структуры ОАО "Росжелдорпроект" и проектных институтах, выполняющих проекты систем электроснабжения общего пользования, например, в дирекции "Энергосетьпроект" ОАО "Инженерный центр энергетики Урала".

### **3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

#### **3.1. Распределение проектных работ между проектными институтами**

В настоящее время наблюдается значительная разница в способах получения заказов на проектирование в проектных институтах структур ОАО "Росжелдорпроект" и "Энергосетьпроект".

Проектные институты структуры ОАО "Росжелдорпроект" получают заказы на проектирование практически на безальтернативной основе. Заказчиком в подавляющем большинстве случаев (более 90%) является ОАО "Российские железные дороги". В то же время и ОАО "Российские железные дороги" едва ли не все заказы на проектирование направляет в ОАО "Росжелдорпроект".

Такая ситуация является наследием советского прошлого, когда вся сеть железных дорог страны была разбита на региональные сегменты и для каждого такого сегмента была сформирована проектная организация с соответствующим названием, как то:

"Мосжелдорпроект" – для Московской железной дороги, "Челябжелдорпроект" – для Южно-Уральской железной дороги, "Уралжелдорпроект" – для Свердловской железной дороги и так далее.

В целом, несмотря на некоторые проблемы, связанные с такой двойной монополией, данная ситуация устраивает обе стороны, поскольку проектные институты всегда обеспечены профильной работой, а ОАО "Российские железные дороги" получает гарантию того, что проектную работу выполнят опытные грамотные специалисты, ориентированные именно на вопросы проектирования объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Проектные институты структуры "Энергосетьпроект" в настоящее время принадлежат различным компаниям, нередко являющимся конкурентами в различных элементах отрасли (не только проектирование, но и строительство, обследование и эксплуатация электросетевых объектов). Эти проектные институты также являются наследием советского прошлого и, вплоть до окончания реформы ОАО "РАО ЕЭС" в 2008 году, получение заказов на проектирование в "Энергосетьпроектах" происходило так же, как и в структуре ОАО "Росжелдорпроект" – по географическому признаку (рисунок 1).



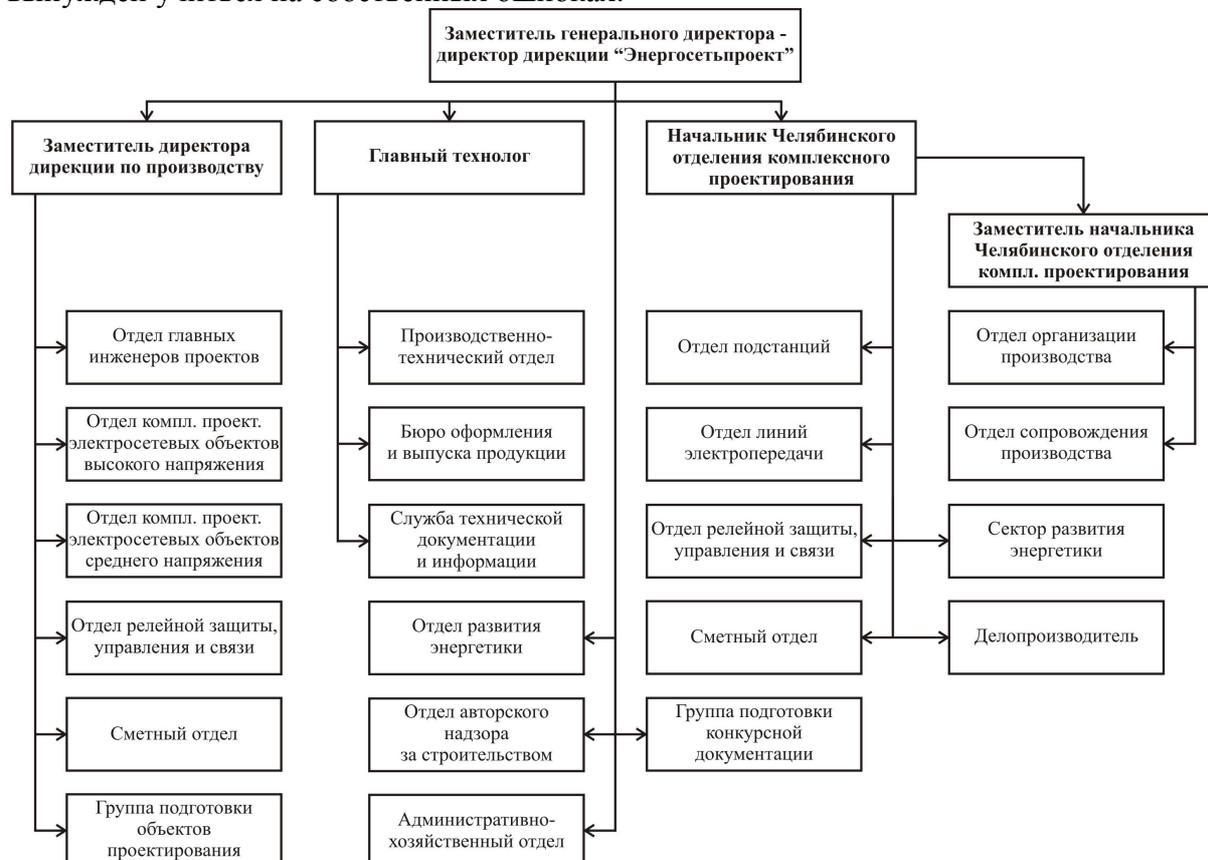
**Рис. 1.** Сетевая структура институтов структур ОАО "Росжелдорпроект" и "Энергосетьпроект"

В 2008 году способ получения заданий на проектирование институтами структуры "Энергосетьпроект" значительно изменился – произошёл переход на рыночные отношения, проектные работы стали предметом торгов. Результаты такого перехода по состоянию на 2012 год следующие.

1. Появилось большое число компаний, выигрывающих тендеры на проектные работы. При этом часто тендер выигрывается не с целью выполнения проектных работ, а с целью спекулятивной перепродажи работ одному из институтов структуры "Энергосетьпроект". Такие компании не имеют ни кадров необходимой квалификации,

часто имея численность два-три человека, ни необходимого оборудования и программного обеспечения. В зоне объединённой энергосистемы Урала таких компаний 44. В результате проектные работы выполняет всё равно институт структуры "Энергосетьпроект", но по низким ценам и в сжатые сроки. Уменьшение стоимости проектных работ приводит к уменьшению заработной платы инженеров-проектировщиков и, соответственно, увольнению квалифицированных кадров и снижению качества работы. Сроки, сжатые вследствие наличия затрат времени на перепродажу проектных работ, также приводят к снижению качества работ.

2. Институты структуры "Энергосетьпроект" конкурируют друг с другом, что приводит к работе в "чужой" зоне, часто за тысячи километров от места расположения проектного института. Например, дирекция "Энергосетьпроект" ОАО "Инженерный центр энергетики Урала" (г. Екатеринбург) в настоящее время проектирует ВЛ 220 кВ Призейская – Эльгауголь, которая расположена в Амурской области и Республике Якутия, а ОАО "Дальэнергосетьпроект" (г. Владивосток) проектирует объекты ОАО "Тюменьэнерго" (г. Сургут). Проектирование в "чужой" зоне приводит не только к увеличению затрат на командировки проектировщиков на объект, но и к снижению качества выполняемых работ вследствие отсутствия расчётных моделей электрических сетей нового для проектного института региона, отсутствия архивных материалов при реконструкции электросетевых объектов, материалов инженерных изысканий, проведённых в данном регионе ранее. Кроме того, конкуренция приводит к разрыву деловых отношений с коллегами-проектировщиками из других регионов, отсутствию обмена опытом выполнения однотипных и уникальных проектных работ, что опять же приводит к снижению качества выполняемых работ – каждый проектный институт вынужден учиться на собственных ошибках.



**Рис. 2.** Организационная структура дирекции "Энергосетьпроект" ОАО "Инженерный центр энергетики Урала"

3. Предприятия электрических сетей – заказчики проектной продукции вынуждены содержать штат специалистов по торгам в части проектных работ. Также подобных специалистов вынуждены иметь в штате и институты структуры "Энергосетьпроект". Например, в дирекции "Энергосетьпроект" ОАО "Инженерный центр энергетики Урала" имеется группа подготовки конкурсной документации (рисунок 2), выполняющая исключительно работы по подготовке конкурсной документации. Содержание перечисленных специалистов входит в накладные расходы предприятий электрических сетей и институтов структуры "Энергосетьпроект" и в конечном счёте увеличивает стоимость строительства за счёт необходимости оплаты их работы.

Таким образом, имеющийся четырёхлетний опыт работы (2008-2012 годы) после перехода на рыночные отношения в части распределения проектных работ между институтами структуры "Энергосетьпроект" показал, что данное решение было ошибочным, положительные моменты, предусмотренные реформой ОАО "РАО ЕЭС" (повышение качества и снижение стоимости работ за счёт развития конкуренции), отсутствуют. Конкурсный подход к распределению работ между проектными институтами привёл к снижению качества и повышению стоимости проектных работ.

### **3.2. Организация проектирования систем электроснабжения в проектных институтах структуры ОАО "Росжелдорпроект"**

Основанием для начала организации проектных работ является техническое задание от заказчика проектировщику.

При получении технического задания главный инженер института назначает главного инженера данного проекта. Назначение главного инженера проекта происходит в соответствии со спецификой проектных работ, увязанной с организационной структурой института (рисунок 3). Например, для объектов, связанных с проектированием систем электроснабжения нетяговых потребителей, назначается главный инженер проекта из отдела комплексного проектирования объектов энергетики и связи.

Далее, в обязанности главного инженера проекта входит заключение с заказчиком договора на выполнение проектных работ и составление согласованного с разработчиками проектной документации плана-графика выдачи документации по объекту заказчику.

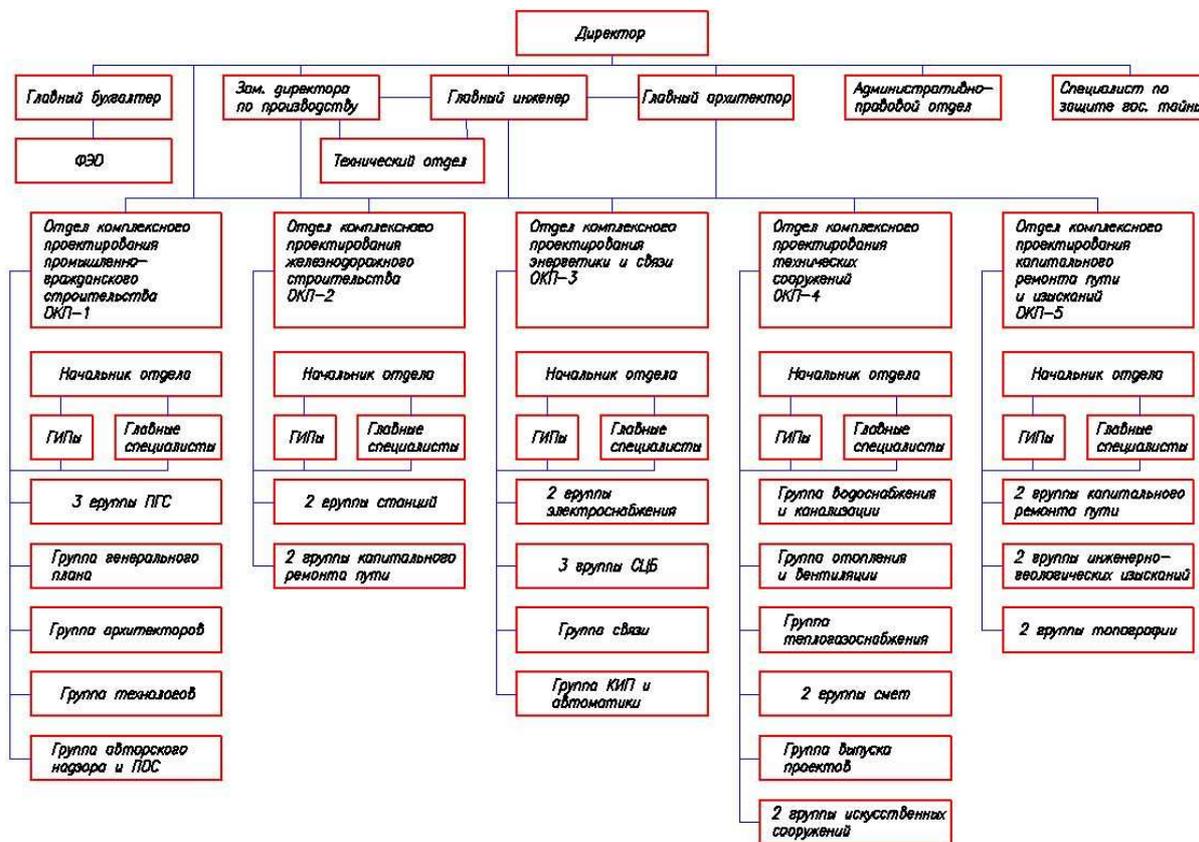
Как сказано выше, заказчиком большинства проектов ОАО "Росжелдорпроект" является ОАО "Российские железные дороги", соответственно, и присоединение потребителей также предусматривается к электрическим сетям ОАО "Российские железные дороги".

Для выполнения проектных работ главный инженер проекта запрашивает у заказчика технические условия, в которых указывается потребляемая мощность потребителя, его категоричность, источник питания и способ присоединения к сети, например, установить новую комплектную трансформаторную подстанцию, либо смонтировать дополнительную ячейку в существующей трансформаторной подстанции и так далее.

Для корректного составления технических условий необходим предварительный выезд комиссии на место предполагаемой установки потребителя. Данная комиссия, включающая в себя представителей заказчика и проектного института, составляет акт выбора места установки потребителя и выбора трассы линии электропитания от

источника к потребителю. На основании такого акта заказчиком составляются технические условия и выдаются в проектный институт.

Положительным моментом в организации комиссионного выезда является относительно легкий доступ на место, так как на любую железнодорожную станцию возможно добраться на пригородном железнодорожном транспорте.



**Рис. 3.** Организационная структура института "Челябжелездорпроект" – филиала ОАО "Росжелездорпроект"

План сетей электроснабжения потребителя вычерчивается на материалах топографических изысканий (топосъемке). Для выполнения топосъемки отдел проектирования объектов энергетики и связи через главного инженера проекта выдаёт задание в отдел топографических изысканий.

Рабочие задания между отделами выдаются в распечатанном виде на бумажных носителях и дублируются в электронном виде файлами формата AutoCAD.

По окончании проектных работ разработанная проектная документация распечатывается, оформляется подписями в установленном порядке, размножается и направляется заказчику. Физические оригиналы чертежей остаются в архиве института.

Электронная версия разработанной документации по электронной почте направляется в сформированный электронный архив института.

Готовая проектная документация, разработанная институтом, направляется на государственную экспертизу, по результатам которой принимается решение о строительстве объекта электроснабжения.

### **3.3. Организация проектирования систем электроснабжения в проектных институтах структуры "Энергосетьпроект"**

Принципиальных отличий в системах организации проектирования систем электроснабжения в проектных институтах структуры "Энергосетьпроект" и ОАО "Росжелдорпроект" не имеется, что отражают по сути одинаковые организационные структуры проектных институтов (рисунки 2 и 3) – институт "Челябжелдорпроект" и дирекция "Энергосетьпроект" ОАО "Инженерный центр энергетики Урала" имеют дивизиональную организационную структуру, основанную на выделении блоков (отделов) комплексного проектирования тех или иных объектов проектирования.

Особенностью организации проектирования в структуре "Энергосетьпроект" является отсутствие в составе проектных институтов специалистов по обследованию электросетевых объектов. Данные работы традиционно выполняют предприятия структуры "ОРГРЭС". Например, для дирекции "Энергосетьпроект" ОАО "Инженерный центр энергетики Урала" обследование электросетевых объектов выполняет предприятие "УралОРГРЭС", также входящее в состав ОАО "Инженерный центр энергетики Урала". Данная особенность организации проектирования негативно влияет на качество проектной продукции вследствие недостатка исходных данных для проектирования. Нередко инженер-проектировщик ни разу за время проектирования не посещает электросетевой объект, реконструкцию которого он выполняет.

Интересной особенностью организационной структуры дирекции "Энергосетьпроект" ОАО "Инженерный центр энергетики Урала" является отсутствие должности главного инженера (хотя в других "Энергосетьпроектах" такая должность есть), функции главного инженера выполняет директор проектного института. Такая особенность организационной структуры уральского "Энергосетьпроекта" сложилась исторически.

В результате реформирования ОАО "РАО ЕЭС" Уральский "Энергосетьпроект" был разделён на несколько частей, потому в настоящее время в составе дирекции "Энергосетьпроект" (рисунок 2) отсутствуют специалисты финансово-экономического блока и специалисты по инженерным изысканиям – они подчиняются генеральному директору ОАО "Инженерный центр энергетики Урала". Соответственно директор Уральского "Энергосетьпроекта" имеет сложносоставную должность – "заместитель генерального директора – директор дирекции "Энергосетьпроект". Данное разделение на производстве проектной продукции сказывается отрицательно в части разделения проектировщиков и изыскателей и нейтрально в части выделения финансово-экономического блока.

К положительному явлению следует отнести объединение в 2010 году в единой организационной структуре двух ранее независимых "Энергосетьпроектов" – Екатеринбургского и Челябинского. Такое объединение позволяет придерживаться единой технической политики, равномерно размещать заказы между "Энергосетьпроектами" Уральского региона, нести меньшие затраты на руководство и иметь общие специализированные подразделения – производственно-технический отдел, службу технической документации и информации (архив), группу подготовки конкурсной документации.

В настоящее время ОАО "Инженерный центр энергетики Урала" входит в состав холдинговой компании ОАО "Энергостройинвест-Холдинг", включающей все подразделения бывшего "СевЗапЭнергосетьпроекта" (с отделениями в городах Санкт-Петербург, Тула и Смоленск). Имеются предпосылки дальнейшего объединения Уральского и Северо-Западного "Энергосетьпроектов". Такое объединение

представляется логичным и оправданным (на примере положительного опыта объединения Екатеринбургского и Челябинского "Энергосетьпроектов").

## **ВЫВОДЫ**

Для совершенствования организации проектирования систем электроснабжения общего и необщего пользования в части повышения качества и снижения стоимости проектных работ необходимо:

1. Исключить конкурсную основу распределения проектных работ между проектными институтами, приняв за основу географический принцип распределения работ. Реализация данного предложения возможна при объединении институтов структуры "Энергосетьпроект" в единое предприятие.

2. Признать целесообразной дивизиональную структуру управления проектным институтом. Соответственно, необходимо исключить возможность выделения специалистов отдельных производственных специальностей (например, изыскателей) в независимые предприятия.

3. Восстановить обмен опытом между инженерами-проектировщиками одной специальности, выполняющими однотипные и уникальные работы в разных регионах. Для реализации данного предложения необходимо проводить координационные научно-технические советы на базе одного или нескольких институтов одной структуры с привлечением ведущих специалистов проектных институтов, представителей заказчиков проектной продукции, заводов-изготовителей, учебных и научных организаций.

4. Обследование реконструируемых объектов проектирования должно проводиться с участием инженеров-проектировщиков.

# **ORGANIZACJA PROJEKTOWANIA SYSTEMÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH OBIEKTÓW INFRASTRUKTURY TRANSPORTU KOLEJOWEGO**

### *Streszczenie*

*System zasilania transportu kolejowego w Federacji Rosyjskiej jest przeznaczony do zasilania trakcyjnych i non-trakcyjnych konsumentów – pociągów i infrastruktury transportu kolejowego. W artykule są przedstawione charakterystyki różnych non-trakcyjnych konsumentów, opisane organizację projektowania systemów elektroenergetycznych w instytucjach "Roszeldorprojekt" w porównaniu z organizacją projektowania podobnych systemów w instytucjach "Energosietprojekt", wykonane wnioski o potrzebnych poprawach organizacji projektowania.*

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 №87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".*
2. *Приказ Минэнерго России от 08.07.2002 № 204 "Правила устройства электроустановок".*

***Autorzy:***

**mgr inż. Aleksiej SZEŁOMIENCEW** – Instytut "Czeliabzeldorprojekt" – filia "Roszeldorprojekt" SA w Czeliabińsku

**dr inż Aleksiej KOSJAKOW** – Dyrekcja "Energosietprojekt" "Inżynieryjne centrum energetyki Uralu" SA, Uralski Państwowy Uniwersytet Transportu Kolejowego w Jekatierynburgu