



**Научный совет**  
**по комплексным проблемам развития энергетики**  
**при Президиуме РАН**

---

ОИВТ РАН, 125412, Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2  
Тел: +7 (495) 483-81-22; E-mail: volkov\_ep@ihed.ras.ru

**ПРОТОКОЛ № 8**

Место проведения заседания:

Москва, Ленинский проспект д. 32А, Президиум РАН, зеленый зал

Время проведения: 05 декабря 2024 г., 14:00

**Присутствовали:**

Заместитель председателя Научного совета, академик РАН С.П. Филиппов.

*Члены Научного совета:* академик РАН В.А. Стенников (зам. председателя), вице-президент РАН, академик РАН С.М. Алдошин, академик РАН С.В. Алексеенко, академик РАН Ю.Г. Драгунов, академик РАН А.А. Макаров, чл.-корр. РАН В.И. Ильгисонис, чл.-корр. РАН А.Л. Максимов, чл.-корр. РАН Ю.К. Петреня, д.т.н. П.В. Илюшин (ученый секретарь), д.т.н. О.В. Жданеев, д.т.н. А.В. Кейко, Л.Д. Рябев.

Кворум для проведения заседания имеется.

*Приглашенные участники заседания:* академик РАН Л.А. Большов, академик РАН В.В. Клименко, академик РАН А.А. Коротеев, академик РАН В.Г. Шпак, чл.-корр. РАН П.А. Бутырин, чл.-корр. РАН А.Ю. Варакин, чл.-корр. РАН Н.Н. Кудрявцев, чл.-корр. РАН С.И. Мошкунов, чл.-корр. РАН Б.Г. Покусаев, чл.-корр. РАН В.А. Ямщиков, д.т.н. В.А. Зейгарник, к.т.н. Н.Г. Лозинова, к.т.н. О.В. Суслова, к.т.н. Н.В. Зорченко, С.А. Павлушко, Е.В. Ляпунов, А.П. Мерзликин.

Со вступительным словом выступил заместитель председателя Научного совета, академик РАН С.П. Филиппов.

**Научный совет рассмотрел следующие вопросы:**

1. Доклад на тему «Направления развития электропередач постоянного тока высокого напряжения в России».

*Докладчик:* Лозинова Наталья Георгиевна – заместитель генерального директора – научный руководитель, заведующий НИО-1 АО «НИИПТ», к.т.н., доцент.

2. Доклад на тему «Передачи постоянного тока среднего напряжения: направления развития и возможные области применения в России».

*Докладчик:* Сулова Ольга Владимировна – ведущий научный сотрудник АО «НИИПТ», руководитель НИК В4 РНК СИГРЭ, к.т.н., доцент.

Заслушав и обсудив представленные доклады **научный совет отмечает:**

1. Развитие технологий электропередачи постоянным током является одним из глобальных мировых трендов развития электроэнергетики. Страны-лидеры активно инвестируют в проекты строительства передач и вставок постоянного тока (ППТ и ВПТ), в том числе через целевые государственные программы. Суммарная пропускная способность ППТ и ВПТ в мире, введенных в эксплуатацию за последние 40 лет, составляет 100 ГВт. В ближайшее десятилетие планируется ввести в эксплуатацию ППТ и ВПТ общей пропускной способностью более 250 ГВт. В настоящее время ведущие мировые испытательные центры электротехнического оборудования оснащены лабораториями для проведения испытаний и аттестации управляемых линий электропередачи и другого оборудования постоянного тока.

2. Активное внедрение ППТ и ВПТ в различных странах обусловлено их технологическими, экономическими и экологическими преимуществами:

– обеспечение локальных и общесистемных эффектов (повышение управляемости энергосистемы за счет управления режимами

функционирования ППТ и ВПТ; плавное и быстрое регулирование перетока активной мощности; создание управляемых «разрывов» в сетях переменного тока, как альтернативы их секционированию с целью уменьшения токов короткого замыкания и др.);

- меньшая стоимость ВЛ постоянного тока по сравнению с ВЛ переменного тока при равных показателях надежности при превышении критической длины линии (400-700 км), а также меньшая стоимость кабельных линий (КЛ) постоянного тока по сравнению с КЛ переменного тока при равных показателях надежности при превышении критической длины линии (30-50 км);

- КЛ постоянного тока оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, поэтому не требуется наличия санитарно-защитной зоны по сравнению с линиями переменного тока. Кроме того, ширина охранной зоны у ППТ на 70% меньше, чем у ВЛ переменного тока аналогичной пропускной способности.

3. При внедрении ППТ на основе преобразователей напряжения экономический эффект получается за счет:

- регулирования перетоков реактивной мощности (отсутствует необходимость в установке других средств компенсации реактивной мощности; увеличение пропускной способности; снижение потерь электроэнергии);

- симметрирования напряжения по фазам (снижение потерь электроэнергии; увеличение КПД оборудования);

- улучшение качества электроэнергии за счет фильтрации высших гармонических составляющих;

- организации электроснабжения изолированных территорий и автономных потребителей.

4. Актуальность развития технологий постоянного тока высокого напряжения для электроэнергетики России обусловлена внутренними и внешними особенностями. К внутренним относится значительная протяженность ЕЭС России, а также наличие большого количества технологически изолированных энергосистем. К внешним относятся условия функционирования энергосистем сопредельных стран и государственных

объединений. Развитие технологий электропередачи постоянного тока высокого напряжения содействует решению ряда задач социально-экономического развития России, включая:

- освоение сырьевой базы Сибири и Дальнего Востока;
- модернизация и развитие ЕЭС России с последовательным присоединением к ней ряда технологически изолированных энергосистем для повышения надежности электроснабжения потребителей;
- интеграция электроэнергетики в Едином экономическом пространстве ЕАЭС с увеличением объемов экспорта электрической энергии и мощности из восточных регионов страны в страны ЕАЭС;
- упрощенная интеграция генерирующих установок на основе возобновляемых источников энергии, вырабатывающих электроэнергию на постоянном токе;
- повышение надежности энергоснабжения потребителей мегаполисов за счет строительства глубоких вводов постоянного тока, а также обеспечение доступности технологического присоединения новых потребителей.

5. Актуальные отечественные разработки, которые можно использовать как базу для создания передач постоянного тока высокого (ППТ ВН) и среднего напряжения (ППТ СН) в том числе, гибридных:

- реконструированное КВПУ-3 Выборгской ПС 400 кВ, где применены современные решения по ППТ на основе преобразователей тока;
- ППТ со сверхпроводящим кабелем (на основе преобразователей тока);
- модульное преобразовательное устройство (на основе преобразователей напряжения).

6. Эффективно применение ППТ СН (напряжение 6-35 кВ), включая гибридные, для организации электроснабжения изолированных территорий и автономных потребителей за счет применения более дешевого преобразователя тока на выпрямительной стороне передачи. Рассмотренные в докладе ППТ СН построены на преобразователях напряжения (модульных многоуровневых

преобразователях напряжения), что позволяет комплексно решать технологические задачи и получать общесистемные эффекты.

7. Применение ППТ СН обосновано, когда технико-экономическое обоснование указывает на равноэкономичность или экономическую предпочтительность, по сравнению с традиционными передачами переменного тока. Электроснабжение изолированных территорий и автономных потребителей с применением ППТ СН имеет ряд значимых преимуществ: бóльшая максимальная длина передачи, управление потоком мощности и напряжением на концах передачи, меньшие потери мощности, ограничение токов короткого замыкания, меньшая стоимость передачи.

8. Целесообразно применение ППТ (ВПТ) в электрических сетях мегаполисов для снижения токов короткого замыкания, обеспечения управляемости потоком активной мощности и снижения потерь электроэнергии за счет регулирования напряжения и минимизации перетоков реактивной мощности в электрической сети.

9. Для ППТ СН (ВПТ) отечественными заводами-изготовителями освоено производство преобразовательных трансформаторов, вентильных реакторов, тиристорных вентилей, модульных многоуровневых преобразователей напряжения, устройств управления тиристорными и транзисторными многоуровневыми вентилями, систем управления преобразователями. При этом отсутствует отечественное производство кабелей постоянного тока, хотя такая возможность имеются при наличии долгосрочного отраслевого заказа.

10. С целью создания возможностей для применения ППТ (ВПТ) в электрических сетях России необходима разработка:

– нормативно-технического документа с требованиями к технологиям постоянного тока и, в частности, ВЛ постоянного тока: опорам, проводам (конструкции полюса и возвратного проводника), координации изоляции (изолирующим подвескам и изоляционным расстояниям, проблемам ограничения ионных токов), грозозащите и ограничению коммутационных перенапряжений, коммутационным аппаратам и рабочим заземлителям;

- нормативно-технического документа по выбору фильтров на стороне постоянного и переменного тока, с учетом гармонического фона в прилегающей сети, а также нормативов по ограничению гармонических составляющих;
- методики проектирования изоляции преобразовательных трансформаторов, а также создания прототипов преобразовательных трансформаторов на напряжение 400 кВ и выше;
- кабельного оборудования, новых преобразовательных технологий для преобразовательных комплексов, а также ВЛ постоянного тока высокого напряжения;
- элементной базы силовой электроники для создания модульных многоуровневых преобразователей напряжения, не уступающей мировым аналогам;
- программно-аппаратного комплекса режимного и противоаварийного управления ППТ, а также системы управления, регулирования и автоматике преобразовательного оборудования, обеспечивающей дублирование и диагностику неисправностей.

**В обсуждении докладов выступили:**

*По первому докладу:* академик РАН С.П. Филиппов, академик РАН В.А. Стенников, д.т.н. П.В. Илюшин.

*По второму докладу:* академик РАН В.А. Стенников, академик РАН С.П. Филиппов, чл.-корр. РАН Н.Н. Кудрявцев, С.А. Павлушко, Е.В. Ляпунов.

Заслушав и обсудив представленные доклады, в целях поддержки развития технологий электропередачи постоянным током высокого и среднего напряжения в России Научный совет предлагает **просить Правительство Российской Федерации:**

1. Поручить Минэнерго России и Минобрнауки России разработать методические рекомендации по формированию программы развития передач

постоянного тока (вставок постоянного тока) высокого и среднего напряжения на базе отечественного и производимого в дружественных странах силового оборудования и электронных компонентов.

2. Поручить Минэнерго России определить перечень пилотных проектов по применению передач постоянного тока среднего напряжения (вставок постоянного тока) в энергосистемах мегаполисов, распределительных сетях переменного тока, а также для организации электроснабжения изолированных территорий и автономных потребителей. По итогам реализации пилотных проектов рассмотреть возможность масштабирования применения технических решений в ЕЭС России и технологически изолированных энергосистемах.

3. Поручить Минобрнауки России и Российской академии наук выполнить системные исследования в области оценки дополнительных технико-экономических локальных и общесистемных эффектов от интеграции передач постоянного тока в сети высокого и среднего напряжения для региональных энергосистем и ЕЭС России в целом.

4. Поручить Минэнерго России рекомендовать ПАО «Россети» включить в программу инновационного развития и инвестиционную программу разработку нормативно-технических документов, методик и оборудования для передач постоянного тока высокого и среднего напряжения.

5. Поручить Минэнерго России рекомендовать ПАО «Россети» реализацию пилотных проектов передач постоянного тока высокого и среднего напряжения с применением оборудования и технологий преимущественно отечественных заводов-изготовителей.

Заместитель председателя  
Научного совета, академик РАН

С.П. Филиппов

Ученый секретарь  
Научного совета, д.т.н.

П.В. Илюшин