



**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

111 250, Москва, проезд Завода Серп и Молот,
дом 10, офис 608, Тел. (495) +7 495 012 60 07
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИНН 7717150757



Основана в 1724 году

**Российская Академия Наук
Секция по проблемам НТП в энергетике
Научного совета РАН по
системным исследованиям в энергетике**

УТВЕРЖДАЮ

Президент, Председатель
Научно-технической коллегии,
д.т.н., профессор

Н.Д. Рогалев

«21» апреля

2025 г.

ПРОТОКОЛ № 6

совместного заседания Секции «Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС» и
Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным
исследованиям в энергетике

02 апреля 2025 года

г. Москва

Присутствовали: члены секции «Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС»,
ФГБОУ ВО «НИУ МЭИ», ФГБУН «ИНЭИ РАН», ФГБУН «ИСЭМ СО РАН»,
АО «Россети научно-технический центр», ГБОУ ВО «Нижегородский
государственный инженерно-экономический университет», ФГБОУ ВО
«Нижегородский ГТУ им. Р.Е. Алексеева», ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет», ФГАОУ ВО «Уральский
федеральный университет им. Б.Н. Ельцина», ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский политехнический университет», Комитет ВИА
РосСНИО, ООО «РТСофт-СГ», АО «ТЭСС», всего 39 человек.

Со вступительным словом выступил председатель секции «Активные
системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические

ресурсы», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН», д.т.н. Илюшин П.В.

Во вступительном слове было отмечено, что до введения санкционных ограничений на объектах распределенной энергетики в России широко применялись генерирующие установки из ряда европейских стран и США. После введения указанных ограничений большинство производителей ушли с российского рынка, но несмотря на данное обстоятельство распределенная энергетика продолжает развиваться. По данным ООО «Деловая Россия» в последние годы наблюдается значительное увеличение объемов ввоза в Россию генерирующих установок для объектов распределенной энергетики. Так в 2024 г. количество ввезенных генерирующих установок по сравнению с 2019 г. увеличилось в пять раз, а по сравнению с 2022 г. – в три раза. Кроме того, на предприятиях малого и среднего, а также крупного бизнеса наблюдается тренд на увеличение объемов выработки электрической и тепловой энергии собственными объектами распределенной энергетики с целью полного покрытия спроса. Это обусловлено высокими темпами роста тарифов на электрическую и тепловую энергию, а также различными законодательными инициативами. Учитывая вышесказанное, основное количество генерирующих установок для объектов распределенной энергетики поставляется в настоящее время из Китая. Именно поэтому сегодняшнее заседание посвящено анализу технических характеристик и опыта применения газопоршневых установок (ГПУ) китайских производителей на объектах распределенной энергетики в России.

С докладом **«Газопоршневые установки в малой энергетике: опыт применения двигателей Китая»** выступили Жаворонков Алексей Геннадьевич, директор по продажам ООО «Завод ПСМ».

Основные положения доклада приведены ниже. Презентация доклада прилагается (**Приложение 1**).

1. Представлена информация о крупнейших в КНР заводах по производству генерирующего оборудования для объектов распределенной энергетики. Отмечено, что на данных предприятиях реализован полный цикл производства всех основных компонентов для газопоршневых двигателей (ГПД).

2. Представлена линейка газопоршневых двигателей фирмы Vaudouin, а также технические характеристики для двигателей различной мощности. Отмечено, что ГПД для генерирующих установок мощностью до 1 МВт включительно собираются в России в г. Тутаев. Основным преимуществом этого является наличие запасных частей на складе, а также квалифицированного ремонтного персонала. В России на базе указанных ГПД уже простроено и введено в эксплуатацию около 200 объектов распределенной энергетики.

3. Отмечено, что компанией ООО «Завод ПСМ» реализовано на базе указанных ГПД около 30 проектов строительства объектов распределенной энергетики установленной мощностью от 700 кВт до 1 МВт. Суммарная наработка данных объектов составляет на текущий момент более 30 тыс. моточасов. На основании результатов экспертизы ГПД и опыта их эксплуатации установлено, что в настоящее время двигатели фирмы *Weichai Power* являются одними из наиболее энергоэффективных машин китайского производства.

4. Полный цикл сборки газопоршневых электростанций установленной мощностью 350 – 2800 кВт производится на заводе ПСМ Прайм. Сборка осуществляется посредством стыковки ГПД с синхронным генератором, затем производится установка конструкции на несущую раму, обвязка системами управления, защиты и автоматики, а также утилизации тепла. На финальной стадии генерирующая установка устанавливается в соответствующий контейнер.

5. Отмечено, что готовая газопоршневая электростанция проходит испытания под нагрузкой. В случае поставки на объект распределенной энергетики нескольких генерирующих установок дополнительно проводятся комплексные испытания. Это важно так как на данном этапе имеется возможность непосредственно на заводе произвести необходимые доработки и донастройки систем управления, защиты и автоматики. Таким образом, пусконаладочные работы на 90% выполняются на испытательном стенде завода с участием представителей заказчика. Во время проведения пусконаладочных работ заказчик может увидеть газопоршневую электростанцию в работе, а также пройти обучение и инструктаж. Оставшаяся часть пусконаладочных работ выполняются на месте установки газопоршневой электростанции.

6. Обратил внимание, что на испытательном стенде завода имеется возможность испытать оборудование установленной мощностью до 3 МВт включительно.

7. Представлен пример интеграции газопоршневой электростанции в систему электроснабжения промышленного предприятия. Отмечено, что наиболее оптимальным режимом работы является режим параллельной работы с энергосистемой. Это позволяет промышленному предприятию потреблять минимум электроэнергии из внешней сети. При этом внешняя сеть выступает в качестве демпфера при резких колебаниях нагрузки на предприятии.

8. Представлены стоимостные параметры вырабатываемой электрической и тепловой энергии объектами распределенной энергетики на базе газопоршневых установок, а также общая структура затрат на строительство и эксплуатацию. К основным относятся затраты на природный газ, моторное масло и периодическое техническое обслуживание. Отмечено, что экономия денежных средств для рассмотренного предприятия за весь период эксплуатации

газопоршневой установки составляет, согласно расчетам, около 490 млн. рублей.

9. Отмечено, что расход масла ГПД составляет около 0,3 г/кВт*ч выработанной электроэнергии для рассмотренной линейки ГПД. Исходя из опыта эксплуатации ГПД на целом ряде объектов распределенной энергетики указанное значение расхода масла превышено не было.

10. Представлены реализованные компанией проекты. Одним из них является газопоршневая электростанция установленной мощностью 540 кВт на базе двигателя *Baudouin 12M33* компании *Weichai*, предназначенная для питания собственных нужд завода. Также представлены технические и стоимостные характеристики данного объекта распределенной энергетики. На данном объекте были проведены все испытания оборудования, а также обучение специалистов.

11. Представлен реализованный проект энергоцентра установленной мощностью 1 МВт на базе двигателя *Baudouin 16M33* для компании INARCTICA. Было отмечено, что ранее компания столкнулась с проблемами, связанными с поставкой европейских генерирующих установок, что обусловлено санкционными ограничениями. В настоящее время энергоцентр отработал без нареканий около 8 тыс. моточасов.

12. Показательными являются два проекта энергокомплексов в Волгоградской и Амурской областях, выполненных на идентичных генерирующих установках. В связи с различными климатическими условиями в указанных регионах, комплектность газопоршневых электростанций была разная. Для энергокомплекса в Волгоградской области были установлены более мощные радиаторы и насосы охлаждения. Особенностью этих электростанций является то, что они работают на природном газе с примесью азота.

13. Представлены реализованные проекты газопоршневых электростанций в Московской и Самарской областях установленной мощностью по 4 МВт каждая. Их отличительной особенностью является применение природного газа с повышенным содержанием азота.

14. Представлен проект газопоршневой электростанции для электроснабжения Гусевского стекольного завода установленной мощностью 1 МВт. Отмечено, что электростанция выдает мощность на напряжении 6,3 кВ.

15. Представлен реализованный проект электростанции установленной мощностью 1 МВт в Краснодарском крае. Особенностью данного проекта является специальная система охлаждения, которая спроектирована специально для жаркого климата с температурой окружающего воздуха до +50°C.

16. Представлен проект энергокомплекса в Свердловской области для электроснабжения завода по производству сжиженного природного газа. Установленная мощность энергокомплекса составляет 3 МВт, а режим работы – параллельный с внешней электрической сетью.

17. Представлен реализованный проект энергоцентра в г. Дивноморск (Краснодарский край) установленной мощностью 4,5 МВт. Особенностью данного проекта является параллельная работа генерирующих установок на базе ГПД из КНР и генерирующих установок одного из немецких производителей, которые уже функционировали на данном предприятии.

18. Отмечено, что в перспективе имеется возможность использовать для газопоршневых генерирующих установок двигателей российского производства.

В обсуждении доклада и прениях выступили:

Филиппов С.П., Кейко А.В., Дильман М.Д., (ФГБУН «ИНЭИ РАН»), Грибков С.В. (Комитет ВИЭ РосСНАО), Холдин Д.В. (АО «ТЭСС»), Бык Ф.Л. (ФГБОУ ВО «НГТУ (НЭТИ)»), Паздерин А.В. (ФГАОУ ВО «УрФУ»), Илюшин П.В. (ФГБУН «ИНЭИ РАН»), НП «НТС ЕЭС»).

Филиппов С.П. – Директор ФГБУН «ИНЭИ РАН», академик РАН, д.т.н.

Отметил, что при изменении величины выдаваемой ГПУ активной мощности тепловая мощность изменяется пропорционально, при этом график КПД не является пропорциональной зависимостью.

Обратил внимание, что потребление собственных нужд при максимальной нагрузке ГПУ составляет около 3,5 % и зависит от комплектации ГПУ.

Кейко А.В. – Главный научный сотрудник ФГБУН «ИНЭИ РАН», д.т.н.

Отметил, что в полную стоимость объекта распределенной энергетики с четырьмя ГПУ, помимо пусконаладочных работ и шефмонтажа, также включены затраты на проектирование объекта и строительно-монтажные работы.

Обратил внимание, что при сравнении отпуска электрической и тепловой энергии КПД ГПУ составляет около 42-45%, однако эти данные производители генерирующих установок часто завышают по сравнению с фактическими.

Дильман М.Д. – Руководитель Центра прогнозирования НТП в энергетике и энергопотребления ФГБУН «ИНЭИ РАН», к.т.н.

Обратила внимание, что в настоящее время достаточно сложно найти в открытых источниках информацию о КПД ГПУ китайского производства, что в целом затрудняет проведение различных технико-экономических расчетов.

Грибков С.В. – Учёный секретарь Комитета ВИЭ РосСНАО, д.т.н.

Обратил внимание, что обороты у ГПД разных производителей отличается, например, у двигателей производства фирмы *Baudouin* она составляет 1500 об/мин, а у двигателей фирмы *Weichai Power* – от 500 до 1000 об/мин.

Отметил, что с целью снижения уровня шума от работающих ГПД до требуемых значений, контейнер может быть оборудован дополнительными шумопоглощающими материалами.

Обратил внимание, что программное обеспечение и САУ генерирующей установки при поставке ГПУ китайского производства аналогичны тем, которые используются на европейских ГПУ.

Холдин Д.В. – Руководитель проекта «Локальные интеллектуальные энергосистемы» АО «ТЭСС».

Обратил внимание, что ряд европейских ГПД имеют возможность работать на попутном нефтяном газе с низким метановым числом около 33, при этом ГПД китайских производителей при подобном значении не функционируют.

Бык Ф.Л. – Доцент кафедры автоматизированных электроэнергетических систем ФГБОУ ВО «НГТУ (НЭТИ)», к.т.н., доцент.

Отметил, что коэффициент готовности генерирующего оборудования китайского производства составляет около 0,93.

Обратил внимание, что в автономных энергосистемах имеется возможность использования в качестве первичного энергоносителя сжиженный природный газ, однако это требует изменения настроек в САУ ГПД.

Отметил, что в системе охлаждения чаще всего предусматривается смесь дистиллированной воды и этиленгликоля, однако, при функционировании ГПУ только при положительных температурах, а также возможности питания собственных нужд от внешней сети (резервного источника питания) в системе охлаждения можно использовать дистиллированную воду.

Обратил внимание, что представленные в докладе ГПУ функционируют параллельно с прилегающей электрической сетью без выдачи мощности в нее.

Паздерин А.В. – Заведующий кафедрой «Автоматизированные электрические системы» ФГАОУ ВО «УрФУ», д.т.н., профессор.

Обратил внимание на возможность применения системы группового управления разнотипными генерирующими установками на объекте распределенной энергетики.

Илюшин П.В. – Председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС», д.т.н.

Отметил, что моторесурс ГПД компании *Weichai* составляет порядка 64 тыс. моточасов до капремонта. При этом, по заявлению китайских производителей

ГПД могут пройти до трех капитальных ремонтов включительно.

Обратил внимание, что межсервисный интервал для двигателей фирмы *Baudouin* составляет: для замены масла – 750 моточасов; для наладки и проверки регулировки клапанов – 1500 моточасов.

Отметил, что китайские производители выпускают ГПД, которые могут функционировать как на природном, так и на попутном нефтяном газе.

Отметил, что на вводимых в эксплуатацию ГПУ применяются синхронные генераторы как европейского, так китайского производства.

Обратил внимание, что при проектировании объектов распределенной энергетики необходимо учитывать географические, метеорологические и климатические факторы, что оказывает влияние на КПД объекта.

Отметил, что производственные мощности ООО «Завод ПСМ» позволяют выпускать не менее 18-20 ГПУ в месяц.

Обратил внимание, что ГПД проходят полный цикл испытаний на заводском стенде после сборки, а также собранные ГПУ также проходят полный цикл испытаний на испытательном стенде ООО «Завод ПСМ».

Обратил внимание, что китайские производители не дают четкой рекомендации по технологическому минимуму нагрузки ГПД, однако существует рекомендация завода ПСМ о недопустимости длительного режима работы ГПУ при загрузке ниже, чем на 30 % от номинальной мощности.

Отметил, что в настоящее время у двигателей китайского производства отсутствуют технические проблемы, связанные с повышенной вибрацией. Однако подобные проблемы могут возникать вследствие ошибок при их настройке и программировании.

Обратил внимание, что величина однократного наброса мощности на ГПД находится в диапазоне от 5 до 15% в зависимости от величины исходной нагрузки в текущий момент времени. При этом у ГПД с количеством оборотов от 750 до 1000 об/мин величина наброса мощности может составлять до 30%.

Отметил наличие у завода ПСМ опыта производства дизель-генераторных генерирующих установок китайского производства для гибридных энергетических комплексов.

Заслушав выступления экспертов по результатам дискуссии совместное заседание Секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС» и Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике **отмечает:**

1. Высокий уровень практической ценности представленного доклада, а также существенный практический опыт работы компании ООО «Завод ПСМ» с

газопоршневыми установками малой мощности китайского производства.

2. Актуальность темы доклада в связи с ростом импорта генерирующих установок китайского производства и их широкого применения на объектах распределенной энергетики в России.

3. Отсутствие в открытом доступе подробных технических характеристик газопоршневых двигателей китайского производства, в том числе по КПД, удельному расходу топлива, технологическому минимуму нагрузки, допустимым набросам мощности, уровню шума внутри контейнера и других.

Совместное заседание Секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС» и Секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике **решило:**

1. Рекомендовать автору продолжить сбор и анализ статистической информации по опыту эксплуатации ГПД китайского производства на объектах распределенной энергетики в России, включая информацию об отказах, объемах внеплановых ремонтов, показателях эффективности и т.д.

2. Рекомендовать автору, по возможности, опубликовать на сайте компании расширенный состав технических характеристик ГПУ на базе ГПД китайского производства, которые необходимы при подготовке технико-экономических обоснований в проектах.

3. Рекомендовать автору в очередном докладе представить информацию об особенностях эксплуатации ГПУ на газе с различными уровнями примесей, включая требования к подготовке газа и информацию о двухтопливных ГПУ.

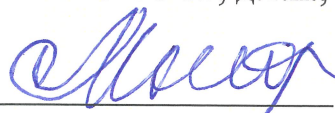
4. Рекомендовать руководителям и специалистам проектных организаций, занятым в сфере проектирования объектов распределенной энергетики, ознакомиться с информацией, представленной в данном докладе.

5. Рекомендовать потенциальным собственникам объектов распределенной энергетики осуществлять выбор ГПУ для своих проектов с учетом их реального опыта эксплуатации в России.

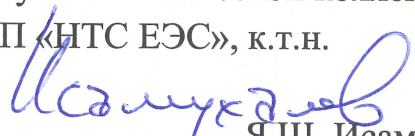
С заключительным словом выступил председатель секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределенные энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС», руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределенной энергетики Института энергетических исследований РАН, д.т.н. Илюшин П.В., в котором отметил, что проектирование и интеграция объектов распределенной энергетики в региональные энергосистемы, изолированные энергорайоны и системы электроснабжения потребителей требует грамотного решения достаточно

большого комплекса задач. От корректности принимаемых проектных решений напрямую зависит надежность и эффективность энергоснабжения потребителей. В распределенной энергетике практически каждый объект является уникальным, поэтому требуется выполнение полноценного технико-экономического анализа различных вариантов. При этом типовые технические решения могут использоваться только в отдельных разделах проекта. В связи с этим анализ практического опыта интеграции и эксплуатации объектов распределенной энергетике в России на базе ГПД китайских производителей, которые не были ранее массово представлены на российском рынке, является крайне важным. Это позволяет учесть конструктивные особенности ГПД китайского производства при разработке технических решений по технологическому присоединению объектов распределенной энергетике к электрическим сетям с целью обеспечения надежного и экономичного энергоснабжения потребителей.

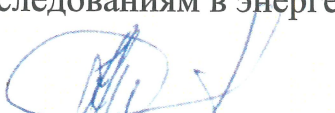
Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор


В.В. Молодюк

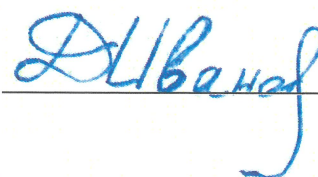
Ученый секретарь
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.


Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции «АСРЭ и РЭР»
НП «НТС ЕЭС», ученый секретарь
Секции по проблемам НТП в энергетике
Научного совета РАН по системным
исследованиям в энергетике, д.т.н.


П.В. Илюшин

Ученый секретарь секции
«Активные системы распределения
электроэнергии и распределенные
энергетические ресурсы» НП «НТС
ЕЭС», к.т.н.


Д.А. Ивановский