

ОТЗЫВ

официального оппонента – доктора технических наук
Илюшина Павла Владимировича на диссертационную работу
Гуломзода Анвари Хикмат на тему «Новые технологии управления
синхронизацией и восстановлением нормального режима электрических сетей с
распределенной малой генерацией», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 –
«Электрические станции и электроэнергетические системы»

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Трансформации электроэнергетических систем с реализацией тренда на децентрализацию генерирующих мощностей приводит к существенному росту количества генерирующих установок при снижении их единичной мощности. Следует отметить, что на объектах распределенной малой генерации для производства необходимых видов энергии используются все доступные виды энергетических ресурсов, включая вторичные. В ряде случаев перед объектами распределенной малой генерации ставится задача обеспечения надежного энергоснабжения потребителей в различных схемно-режимных условиях.

Учитывая, что количество аварийных возмущений в распределительных электрических сетях среднего и низкого напряжения существенно выше, чем в сетях высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения, то отдельные энергорайоны с объектами распределенной малой генерации могут выделяться в островной режим работы. Синхронизация указанных энергорайонов (MicroGrid) часто затруднительна по причине стохастического характера изменения нагрузки, а также малой инерционности генерирующих установок, применяемых на объектах распределенной малой генерации. При этом в островном режиме достаточно сложно обеспечить необходимый уровень надежности электроснабжения электроприемников потребителей, а также показатели качества электроэнергии, в соответствии с требованиями ГОСТ 32144-2013.

Известные способы и устройства синхронизации, применяемые на традиционных электростанциях и в распределительных сетях, не в полной мере удовлетворяют требованиям для энергорайонов с объектами распределенной малой генерации. Помимо указанного, это обусловлено тем, что синхронизацию в ряде случаев необходимо производить на удаленных выключателях в условиях отсутствия каналов передачи данных о режимных параметрах и большого количества возможных сечений для деления энергорайона.

Следовательно, актуальность разработки способов и алгоритмов для прототипа автоматики децентрализованного управления синхронизацией, восстановления целостности сети с MicroGrid и ее нормального режима после распада на части без обмена данными между элементами, участвующими в процессе синхронизации, не вызывает сомнений.

Анализ достижений российских и зарубежных ученых в рассматриваемой

научной области позволил соискателю сформулировать цель и осуществить постановку задач для своего диссертационного исследования.

Целью диссертационной работы является исследование и разработка способов и алгоритмов для прототипа автоматики децентрализованного управления синхронизацией, восстановления целостности сети с MicroGrid и ее нормального режима после распада на части без обмена данными между элементами, участвующими в процессе синхронизации.

Объектом исследования являются электрические сети с MicroGrid и распределенной малой генерацией.

Предметом исследования являются средства и способы управления режимными параметрами генерирующих установок MicroGrid и активных частей электрической сети при их синхронизации, восстановлении целостности и нормального режима сети.

2. НОВИЗНА ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

В диссертационной работе решена важная научно-техническая задача реализации децентрализованной синхронизации (без обмена информацией между участвующими в ней устройствами) аварийно разделенной распределительной электрической сети с объектами распределенной малой генерации за счет специального управления мощностью и возбуждением генераторов с целью восстановления нормального режима ее функционирования. Экспериментально подтверждена работоспособность предложенных способов и алгоритмов децентрализованного управления синхронизацией на физической модели.

Научной новизной в представленной Гуломзода А.Х. диссертационной работе обладают следующие положения:

- предложен и исследован способ децентрализованной синхронизации и восстановления нормального режима аварийно разделенной электрической сети с генераторами;
- разработаны алгоритмы, осуществляющие специальное управление мощностью и возбуждением генераторов в процессе синхронизации;
- разработан прототип автоматики, которая без обмена данными осуществляет децентрализованное управление синхронизацией и восстановление целостности сети после ее распада на работоспособные части;
- разработан модифицированный алгоритм улавливания синхронизма для удаленной синхронизации частей сети с наличием источников малой генерации.

Личный вклад соискателя заключается в формализации постановок задач, разработке идеи способа удаленной синхронизации и восстановления нормального режима аварийно разделенной электрической сети с генераторами, моделировании процессов децентрализованной синхронизации

распределительных электрических сетей с источником малой генерации, разработке алгоритмов специального управления мощностью и возбуждением генераторов, подготовке и проведении физических экспериментов, подготовке статей и докладов к опубликованию.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ И РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Диссертационная работа Гуломзода А.Х. имеет конкретную практическую направленность, так как ее результаты уже используются:

- в созданном прототипе автоматики децентрализованного управления синхронизацией активных частей распределительной электрической сети без обмена информацией между участвующими в ней устройствами в лаборатории центра коллективного пользования «Центр испытаний устройств контроля и управления режимами электроэнергетических систем» Новосибирского государственного технического университета;

- в составе автоматики MicroGrid для реализации синхронизации с внешней энергосистемой мини ТЭЦ микрорайона «Березовое» г. Новосибирска;

- в учебном процессе кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» Новосибирского государственного технического университета;

- в учебном процессе кафедры «Электрические станции» энергетического факультета Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими в дисциплинах «Режимы работы электроэнергетических систем» и «Оптимизация электроэнергетических систем».

Практическая значимость полученных в диссертационной работе результатов гораздо больше, чем указано выше, так как разработанный способ удаленной синхронизации и восстановления нормального режима аварийно разделенной распределительной электрической сети с объектами распределенной малой генерации за счет специального управления мощностью и возбуждением генераторов должен применяться в обязательном порядке в составе комплексов противоаварийной и режимной автоматики MicroGrid.

4. ОБОСНОВАННОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ НАУЧНЫХ ВЫВОДОВ, ПОЛОЖЕНИЙ И РЕКОМЕНДАЦИЙ

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается корректным использованием методов математического и физического моделирования, положений теорий устойчивости, управления режимами электроэнергетических систем, автоматического и автоматизированного управления, а также методологии экспериментальных исследований и структурного анализа.

Для анализа режимов электрических сетей и исследования устойчивости энергосистем был использован программно-вычислительный комплекс «Rustab –

RastrWin3», а для испытаний прототипа автоматики – электродинамическая модель энергосистемы в лаборатории центра коллективного пользования «Центр испытаний устройств контроля и управления режимами электроэнергетических систем» Новосибирского государственного технического университета.

Представленные в диссертационной работе основные научные положения, выводы по главам, заключительные выводы и рекомендации являются в целом обоснованными.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СООТВЕТСТВИИ ДИССЕРТАЦИИ УСТАНОВЛЕННЫМ КРИТЕРИЯМ

Диссертационная работа Гуломзода А.Х. отвечает критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021). В ней соблюдены следующие принципы соответствия:

5.1. Указанная соискателем цель работы – исследование и разработка способов и алгоритмов для прототипа автоматики децентрализованного управления синхронизацией, восстановления целостности сети с MicroGrid и ее нормального режима после распада на части без обмена данными между элементами, участвующими в процессе синхронизации – достигнута в рамках представленной диссертационной работы. В целом диссертационная работа является законченной научно-квалифицированной работой, так как содержит решение научной и практической задачи, имеющей существенное значение для развития электроэнергетической отрасли страны, заключающейся в разработке прототипа автоматики децентрализованного управления синхронизацией активных частей распределительной электрической сети без обмена информацией между участвующими в ней устройствами (п. 9).

5.2. Диссертация написана соискателем самостоятельно, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе ее автора в науку. Соискателем, совместно с научным руководителем, получен патент Российской Федерации на изобретение №2752693 «Способ удаленной синхронизации и восстановления нормального режима аварийно разделенной электрической сети с генераторами». Также в диссертации имеются два акта о внедрении результатов, полученных автором диссертационной работы, в учебный процесс на кафедре «Автоматизированных электроэнергетических систем» Новосибирского государственного технического университета и на кафедре «Электрические станции» Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими. Предложенные соискателем научно-практические решения аргументированы и сопоставлены с результатами экспериментальных и аналитических исследований других авторов (п. 10).

5.3. Основные результаты диссертационной работы Гуломзода А.Х. содержатся в 12 научных публикациях, в том числе: 4 научные статьи в изданиях из перечня российских рецензируемых научных журналов ВАК РФ по

специальности 05.14.02; 1 патент на изобретение Российской Федерации; 2 статьи в научных изданиях, индексируемых наукометрическими базами Scopus и Web of Science, а также 5 публикаций в сборниках материалов и трудов научных конференций. Основные научные положения и результаты диссертационной работы рассматривались на более чем пяти научно-технических конференциях и семинарах (п.п. 11-13).

5.4. В диссертационной работе Гуломзода А.Х. сделаны необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов научной деятельности (п. 14).

5.5. Тема и содержание диссертационной работы Гуломзода А.Х. соответствует паспорту специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы» по следующим пунктам:

- п. 6 – Разработка методов математического и физического моделирования в электроэнергетике;
- п. 9 – Разработка методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики и релейной защиты в электроэнергетике.

6. АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационная работа Гуломзода А.Х. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, словаря терминов, списка литературы, включающего 109 наименований, и семи приложений. Общий объем работы составляет 186 страниц, включая 23 таблицы и 103 рисунка.

Во введении представлена общая характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цели и задачи исследования, представлены научная новизна, теоретическая и прикладная значимость работы, внедрение и апробация полученных результатов, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Первая глава **«Особенности синхронизации и восстановления нормального режима объектов с малой генерацией в электрических сетях»** посвящена анализу существующих способов синхронизации, а также возможных путей восстановления целостности и нормального режима активной сети с объектами распределенной малой генерации после ее распада на части. Отмечено, что запуск объектов распределенной малой генерации с нуля и восстановление режима параллельной работы нуждаются в надежной и безопасной для оборудования синхронизации активных частей распределительной электрической сети, которые имеют существенные отличия по режимным условиям и способам осуществления от традиционных. Сформулированы основные требования к коммутационным аппаратам, которые используются при синхронизации.

Во второй главе **«Децентрализованная синхронизация частей активной электрической сети с малой генерацией при восстановлении нормального режима после аварийного разделения»** разработаны и обоснованы принципы реализации децентрализованной синхронизации MicroGrid с мощной внешней электрической сетью и частей активной электрической сети с распределенной малой генерацией между собой, как одной из основных задач обеспечения нормального функционирования объектов распределенной малой генерации в распределительных сетях. В главе приведен и исследован специальный способ децентрализованной синхронизации аварийно или противоаварийно разделившихся частей сети – способ удаленной синхронизации и восстановления нормального режима аварийно разделенной электрической сети с генерирующими установками. Он предназначен для автоматической синхронизации и восстановления нормального режима параллельной работы разделившихся частей сети на удаленных коммутационных аппаратах без использования передачи данных и команд телеуправления ими. Обоснована необходимость, после нормализации параметров режима, сканирования условий синхронизации на параметрах сети, значительно отличающихся от номинальных. Разработан способ, обеспечивающий создание условий для синхронизации разделившихся частей, за счет реализации вторичного регулирования АРС и АРВ с низкочастотным согласованным изменением частоты и напряжения. Приведены результаты экспериментального исследования способа синхронизации на физической электродинамической модели.

Третья глава **«Восстановление целостности и нормального режима нескольких аварийно разделенных активных частей электрической сети»** посвящена проведению испытаний разработанного прототипа автоматики децентрализованного восстановления целостности и нормального режима электрической сети с множеством распределенных MicroGrid после аварийно или противоаварийного разделения сети на части. Полученные результаты подтвердили работоспособность способа децентрализованного восстановления целостности и нормального режима нескольких разделенных после возникновения КЗ, как сбалансированных, так и не сбалансированных частей активной распределительной сети, без передачи информации о режимных параметрах с удаленных частей сети.

В четвертой главе **«Перспективы применения децентрализованного восстановления нормального режима в активных распределительных сетях Таджикистана»** представлены результаты анализа текущего состояния малой энергетики Таджикистана для оценки перспективности формирования активных электрических сетей с распределенной малой генерацией, основу которой составляют малые гидроэлектростанции. Кроме того, приведены результаты исследования возможности применения модифицированного алгоритма

синхронизации для «мягкого» включения MicroGrid на параллельную работу с внешней сетью для реальной распределительной сети Рушанского района Горно-Бадахшанской автономной области Таджикистана.

В **заключении** представлены обобщающие выводы по диссертационной работе, где показано, что предложенный и исследованный способ удаленной синхронизации и восстановления нормального режима аварийно разделенной электрической сети с генераторами позволяет успешно синхронизировать MicroGrid с другими частями сети без использования средств передачи данных, а алгоритмы специального управления мощностью и возбуждением генераторов обеспечивают осуществимость такой синхронизации. Кроме того, предложенный и исследованный модифицированный алгоритм синхронизации позволяет минимизировать воздействие уравнивающих токов на генераторы MicroGrid.

7. ВОПРОСЫ И ЗАМЕЧАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ДИССЕРТАЦИИ

При ознакомлении с диссертационной работой и авторефератом диссертации Гуломзода А.Х. возникли следующие вопросы и замечания:

1. В Главе 1 (стр. 18 и далее) встречается несколько терминов для описания рассматриваемого режима работы MicroGrid, а именно – изолированный, островной и автономный. При этом все рассматриваемые в диссертации вопросы относятся к выделению MicroGrid в островной режим и последующей синхронизации. Для корректного восприятия материалы следовало бы в тексте использовать один термин.

2. В Главе 1 (стр. 20) отмечается, что «нагрузка шин должна позволить генератору развернуться и выйти на параметры нормального режима по частоте и напряжению». Однако, включение генераторного выключателя возможно для подачи напряжения на шины распределительного устройства только при отключенном положении всех выключателей фидеров, питающих нагрузку. Разворот генератора на нагрузку многие десятилетия не применяется и в большинстве систем автоматического управления генераторов реализован запрет на такой режим. Обычно, напряжение подается на шины распределительного устройства без нагрузки, после чего поочередным включением выключателей фидеров с нагрузкой, обеспечивается нагружение генератора.

3. В Главе 1 (стр. 27) указывается, что «...в распределительных пунктах, где стоят в основном маломасляные выключатели старых типов, физически невозможно применение АПВ», однако это утверждение некорректно. Даже в приводах ПП-67 (пружинно-грузовой привод косвенного действия) с ручным взводом пружин имеется возможность реализовать однократное АПВ при его отключении встроенной токовой защитой. Невозможность реализации АПВ обусловлена запретом АПВ на кабельных линиях электропередачи, отсутствием оперативного тока в распределительных пунктах и другими факторами, но никак не применением маломасляных выключателей, на которых АПВ успешно

реализовано во многих проектах.

4. В Главе 2 (стр. 59) отмечается, что для локальной системы энергоснабжения «...в послеаварийном режиме допускается работа с пониженными или повышенными параметрами», а из рис. 2.15 видно, что рассматриваемый диапазон отклонения частоты $\pm 10\%$, т.е. 55-45 Гц. Однако, при этом никак не пояснено, как урегулированы три важные вопроса. Во-первых, согласно требованиям нормативных документов работа с частотой ниже 46,0 Гц не допускается. Во-вторых, в ЛСЭ, так как она имеет возможность работать параллельно с энергосистемой установлены устройства АЧР, уставки по частоте которых находятся в диапазоне 48,5-46,5 Гц (для АЧР1), следовательно в островном режиме их работу нужно блокировать. В-третьих, часть потребителей критичны к значительным отклонениям частоты (например, насосы), что может привести к тому, что электроприемники будут отключены электрическими и технологическими защитами и кроме бытовой нагрузки в ЛСЭ обеспечить надежное электроснабжение другой нагрузки будет невозможно. Остается неясным, какой же диапазон согласованных отклонений частоты и напряжения (на стр. 72 приводятся другие данные $\pm 4\%$) принят в результате?

5. В Главе 2 из рис. 2.15 видно, что частота в ЛСЭ-1 находится несколько минут на значении около 53 Гц. Если в нагрузке ЛСЭ-1 присутствуют асинхронные двигатели, то характер изменения результирующей реактивной мощности при малых отклонениях частоты (1-2 Гц) определяется составляющей Q_{μ} (реактивной мощностью намагничивания), а при значительном росте частоты – составляющей $Q_{кз}$ (реактивной мощностью короткого замыкания – рассеяния). Следовательно, при отклонениях частоты выше 52 Гц потреблением реактивной мощности в ЛСЭ-1 будет возрастать с ростом частоты, а напряжение снижаться. Следует пояснить, как в этом случае поведет себя предложенная автоматика.

6. В Главе 2 (стр. 80) и на рис. 2.31 указано, что «после успешного включения на параллельную работу оба генератора продолжали режим сканирования до заданного времени (3 мин)». Следует пояснить, на основании чего выбрано заданное время сканирования – 3 мин? Также необходимо пояснить необходимость продолжения сканирования, с отклонением параметров режима от номинальных значений в большую и меньшую сторону, когда цикл синхронизации успешно завершен?

7. В Главе 3 (стр. 105) в разделе «Описание процесса восстановления целостности и нормального режима сети» указывается «При возникновении аварийного возмущения (КЗ за выключателем В4), по факту снижения напряжения ниже уставки быстродействующими защитами отключается группа выключателей (В1-В4)». Следует пояснить для какой цели нарушается принцип селективности релейной защиты. Если бы быстродействие выключателя В4 было ниже других выключателей В1-В3, то был бы понятен смысл данного действия. А если ликвидация КЗ осуществляется выключателем В4 с тем же быстродействием, то для какой цели осуществляется разделение сети на три

активные части?

8. В Главе 4 приводится информация о возможности применения предложенного принципа синхронизации для малых ГЭС. Следует отметить, что ни в Главе 4, ни в приложениях не приведены описание и характеристики автоматических регуляторов скорости (АРС) и автоматических регуляторов возбуждения (АРВ) гидрогенераторов, что не позволяет оценить адекватность полученных при моделировании результатов. Кроме того, гидрогенераторы малых ГЭС мощностью 200-600 кВт оснащаются упрощенными АРС и системами возбуждения, которые не имеют внешних входов для реализации команд управления от систем верхнего уровня. Следовательно, на них либо вообще не получится реализовать предложенный принцип синхронизации, либо нужно сформировать перечень минимальных технических требований к гидрогенераторам, которым они должны удовлетворять для его реализации.

9. В Главе 4 (рис. 4.14) реклоузер Р-2 отключает действием АЧР целую группу потребителей, питаемых от шести КТП. В большинстве случаев фидеры имеют смешанную нагрузку и производить отключение фидеров целиком, если к ним подключены особо ответственные и социально-значимые потребители недопустимо. Если создается система MicroGrid с применением множества интеллектуальных алгоритмов, то следует и к разгрузке сети подойти соответствующим образом, реализуя распределенный АЧР на стороне 0,4 кВ.

10. Редакционные замечания:

– в Главе 1 (стр. 13) указано, что при точной синхронизации обеспечивается «улавливание момента, когда угол сдвига фаз между вектором напряжения генератора и напряжением системы равнялся бы нулю ($\delta = 0$)» некорректно. Раз допускается отклонение угла от нулевого значения, то правильнее указывать условие – $\delta \approx 0$.

– в Главе 1 (рис. 1.3) обозначение и нумерация генераторов отсутствует, при этом в описания используется их нумерация, что осложняет процесс восприятия материала;

– в Главе 1 (раздел 1.6) в обзоре приводится информация о методах управления частотой газовых турбин и ветроэнергетических установок. Так как далее в диссертационной работе данные вопросы вообще не рассматриваются, то не совсем ясна цель приведения данной информации в постановочной главе;

– в Главе 2 (стр. 42) в пояснении к выражению 2.2. указано, что S – скольжение. Однако в технической литературе по электроэнергетике прописная S применяется для обозначения полной мощности, а для обозначения скольжения используется строчная s .

Приведенные замечания и вопросы не снижают высокой положительной оценки диссертационной работы, поскольку существенно не влияют на основные выводы, а также полученные научные и практические результаты.

8. ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Гуломзода А.Х. является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, обладающей как признаками актуальности и научной новизны, так и практической значимостью полученных результатов. В диссертационной работе решена важная научная и практическая задача, заключающаяся в разработке способов и алгоритмов для прототипа автоматики децентрализованного управления синхронизацией, восстановления целостности сети с MicroGrid и ее нормального режима после распада на части без обмена данными между элементами, участвующими в процессе синхронизации.

Результаты, полученные соискателем в диссертационном исследовании, базируются на корректном использовании методов математического и физического моделирования, положений теорий устойчивости, управления режимами электроэнергетических систем, автоматического и автоматизированного управления, а также методологии экспериментальных исследований и структурного анализа, что позволяет сделать вывод о том, что содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Содержание диссертационной работы соответствует поставленным задачам и подробно отражает последовательность их решения. Текст диссертационной работы изложен грамотным языком, корректным в научном и техническом отношении. Материалы диссертационного исследования представлены в объеме, достаточном для понимания, доступно и репрезентативно. Сделанные в работе выводы и сформулированные рекомендации аргументированы.

Автореферат диссертации Гуломзода А.Х. соответствует диссертационной работе по основным квалификационным признакам: цель, задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, актуальность, научная новизна, практическая значимость полученных результатов.

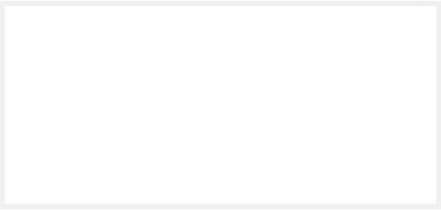
Основные научные и практические результаты диссертационной работы Гуломзода А.Х. изложены с достаточной полнотой в 12 печатных работах, в том числе: 4 научные статьи в изданиях из перечня российских рецензируемых научных журналов ВАК РФ по специальности 05.14.02; 1 патент на изобретение Российской Федерации; 2 статьи в научных изданиях, индексируемых наукометрическими базами Scopus и Web of Science; 5 публикаций в сборниках материалов и трудов научных конференций.

В целом диссертационная работа Гуломзода А.Х. на тему «Новые технологии управления синхронизацией и восстановлением нормального режима электрических сетей с распределенной малой генерацией», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук является актуальной, обладает научной новизной и практической значимостью, соответствует паспорту специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы». Диссертационная работа является законченной

научно-квалификационной работой, содержащей решение важной научной задачи в области децентрализованной синхронизации частей электрических сетей с распределенной малой генерацией, имеющей важное значение для развития электроэнергетики страны. По своему теоретическому уровню и практическому значению диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а именно критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021), а ее автор Гуломзода Анвари Хикмат заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Доктор технических наук, главный научный сотрудник,
руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем
и распределенной энергетики ИНЭИ РАН

 Павел Владимирович Илюшин

01 сентября 2022 г.

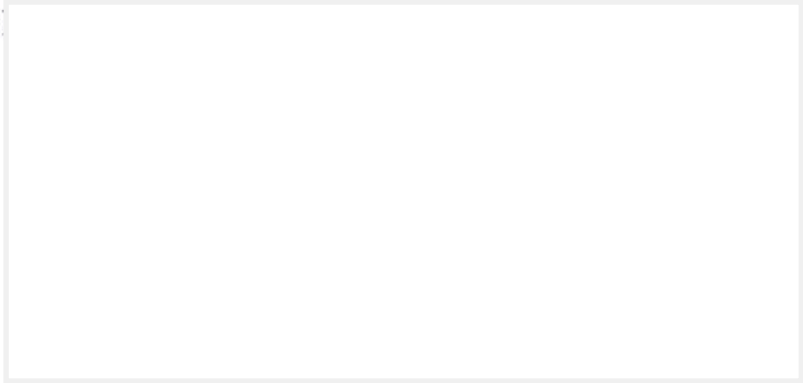
Тел. (моб): +7(915) 092-98-33

E-mail: ilyushin.pv@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт энергетических исследований Российской академии наук» (ИНЭИ РАН)

Адрес: 117186, Россия, г. Москва, ул. Нагорная, д. 31, корп. 2.

Телефоны: +7 (499) 127-46-64, +7 (499) 123-98-78, Факс: +7 (499) 123-44-85.

E-mail: info@eriras.ru, Web-сайт: 

*Озвон получен 05.09.2022г. А.А. Юсупов А.А. /
С ответом ознакомлен 05.09.2022г. Гуломзода АХ /*