

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «Национальный
исследовательский университет
«МЭИ»

доктор технических наук
Иван Игоревич Комаров

«01» июня 2025 г.

О Т З Ы В

ведущей организации

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»
на диссертационную работу **Замалеева Мансура Масхутовича**
«Повышение эффективности теплофикационных систем за счет расширения функционала городских ТЭЦ», представленную на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности
2.4.5 – «Энергетические системы и комплексы» (технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы.

Россия занимает первое место в мире по централизации теплоснабжения. При этом более 32 % всех потребителей тепловой энергии подключены к теплофикационным системам, в которых источниками теплоты служат ТЭЦ различной мощности. Теплофикация имеет большое значение для организации рационального энергоснабжения страны, поскольку является наиболее совершенным технологическим способом производства электрической и тепловой энергии и одним из основных путей снижения расхода топлива на выработку указанных видов энергии.

Автор диссертации справедливо отмечает, что в настоящее время энергетическая эффективность теплофикационных систем существенно снизилась, что обусловлено существенным сокращением выработки электроэнергии на тепловом потреблении; значительными потерями при транспорте теплоносителя; условиями оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ), не позволяющего обеспечивать стабильную загрузку турбоагрегатов ТЭЦ по тепловому графику.

В сложившихся условиях сохранение и развитие теплофикации является актуальной задачей рационального топливоиспользования в масштабах страны.

В этой связи актуальность диссертационной работы Замалеева М.М., направленной на повышение эффективности теплофикационных систем за счет расширения функционала городских ТЭЦ, не вызывает сомнения.

Структура и основное содержание диссертационной работы.

Текст диссертации изложен на 393 страницах и состоит из введения, семи глав, заключения по работе, списка литературы (175 наименований) и трех приложений.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, приведены сведения о степени разработанности темы исследования, сформулированы цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследований, степень достоверности результатов диссертации, приведены положения, выносимые на защиту, информация о реализации и апробации результатов работы, личном вкладе автора и структуре работы.

Первая глава диссертационной работы посвящена анализу существующего положения в сфере централизованного теплоснабжения на базе ТЭЦ, а также анализу возможностей использования ТЭЦ в городском коммунальном хозяйстве. Проведенная автором оценка эффективности использования преимуществ теплофикации показала, что когенерация, являющаяся наиболее экономичной технологией производства электрической и тепловой энергии, оказалась на сегодняшний день недостаточно эффективной. Также выявлены резервы тепловой экономичности, связанные с обеспечением тепловых нагрузок водоподготовительных установок ТЭЦ (ВПУ ТЭЦ). Основным фактором, понижающим экономичность ВПУ и ТЭЦ в целом, является практически повсеместное использование в схемах подогрева подпиточной и добавочной питательной воды высокопотенциальных отборов пара. Обоснованными представляются выводы автора относительно возможностей использования ТЭЦ в городском коммунальном хозяйстве. Совместное производство тепловой и электрической энергии, а также продукции и услуг, необходимых в сфере жилищно-коммунального хозяйства, позволяет достичь системного энергетического эффекта, а также получить оптимальные режимы работы ТЭЦ в теплофикационном режиме. Проанализированы и обоснованы возможности расширения функционала ТЭЦ по следующим направлениям: использование низкопотенциальных источников теплоты ТЭЦ для утилизации вывозимого с городских улиц снега; применение городских ТЭЦ в схеме подготовки питьевой воды системы централизованного холодного водоснабжения; использование инфраструктуры ТЭЦ для термической переработки коммунальных и производственных отходов.

Во второй главе представлены результаты разработки и обоснования новых технических и технологических решений, направленных на оптимизацию тепловых схем и режимов работы ТЭЦ, позволяющих наиболее полно использовать преимущества теплофикации в современных условиях. Предложенные и запатентованные решения с использованием пятого нерегулируемого отбора пара наиболее распространенной в нашей стране теплофикационной паровой турбины типа Т-100-130 позволяют повысить экономичность тепловых схем водоподготовительных установок подпиточной воды для теплосети и добавочной питательной воды котлов. Для оценки режимных параметров теплофикационных турбин Т-100/120-130, обеспечивающих необходимый для реализации разработанных технических решений регулировочный диапазон изменения давления пара в камере пятого нерегулируемого отбора, автором проведено расчетно-экспериментальное исследование, показавшее необходимость учета режимов работы турбоагрегатов по электрическому и тепловому графикам. Автором установлено, что для наиболее часто встречающихся в эксплуатации теплофикационных режимов при работе турбоагрегата по

электрическому графику, расход свежего пара на турбину Т-100/120-130, обеспечивающий избыточное давление в пятом отборе, должен составлять не менее 200 т/ч, а электрическая мощность – около 50 МВт. Вызывает интерес предложенный автором усовершенствованный способ работы ВПУ ТЭЦ, позволяющий увеличить теплофикационную выработку электроэнергии за счет изменения режима работы баков-аккумуляторов подпиточной воды теплосети в открытых системах теплоснабжения. Проведенное исследование режимов работы ВПУ на примере Ульяновской ТЭЦ-1 подтверждает возможность тиражирования новой технологии энергоэффективного использования баков-аккумуляторов подпиточной воды теплосети в открытых системах теплоснабжения.

В третьей главе представлены результаты разработки и обоснования возможности применения дополнительного источника энергии - мини-ГЭС на насосно-дресселирующих станциях (НДС) теплофикационных систем. На основе проведенного исследования теплофикационных систем ряда крупных городов России Замалеевым М.М. выявлены характерные особенности эксплуатации насосно-дресселирующих станций, позволяющие полезно использовать существующие перепады давлений и значительные расходы теплоносителя в обратном трубопроводе сетевой воды для выработки электроэнергии на мини-ГЭС. Автором, на примере централизованной системы теплоснабжения г. Ульяновска, предложены схемы интеграции гидроагрегатов мини-ГЭС с основным оборудованием насосно-дресселирующих станций (НДС-1 и НДС-5). Монтаж гидроагрегатов параллельно основной схеме регулирования с регулятором подпора позволяет реализовать запатентованное энергосберегающее решение без снижения надежности теплоснабжения потребителей и получить снижение затрат электроэнергии на собственные нужды НДС (до 20 %). Применительно к реальным условиям эксплуатации насосно-дресселирующих станций г. Ульяновска была рассчитана мощность мини-ГЭС, которая составила 55,6 кВт (для НДС-5) и 51,5 кВт (для НДС-1).

В четвертой главе рассматриваются предложенные технологии использования низкопотенциальных источников теплоты ТЭЦ для утилизации вывозимого с городских улиц снега. Проведенный автором анализ ранее реализованных, а также предлагаемых для реализации технических и технологических решений по утилизации вывозимого с городских улиц снега показал, что в России отсутствуют энергоэффективные решения, позволяющие использовать энергетический потенциал ТЭЦ для решения проблемы утилизации снега. Для расширения функционала ТЭЦ соискателем предложены запатентованные тепловые схемы использования основного конденсата турбин; конденсата сетевых подогревателей; обратной сетевой воды для утилизации снега. Также рассмотрен контактный способ утилизации снега за счет подачи в снегоплавильную камеру циркуляционной воды после конденсаторов турбин ТЭЦ. Справедливо отмечается, что основными преимуществами использования ТЭЦ для утилизации снега являются транспортная доступность, связанная с размещением большинства ТЭЦ в черте города; наличие низкопотенциальных источников теплоты, пригодных для утилизации снега; наличие систем водоподготовки и обученного персонала. Достаточно обоснованной является предложенная для внедрения технология с применением обратной сетевой воды, отбираемой в теплообменник

снегоплавильной установки из общего коллектора на вводе ТЭЦ (рисунок 4.14). Основными преимуществами этой технологии являются возможность утилизации значительного количества снега независимо от режимов работы турбин ТЭЦ (как по электрическому, так и по тепловому графикам); высокая тепловая экономичность, связанная с увеличением выработки электроэнергии на тепловом потреблении из-за снижения температуры обратной сетевой воды перед сетевыми подогревателями турбин. Расчетная величина удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении при использовании обратной сетевой воды в снегоплавильной установке (СУ) производительностью 650 т/ч составила 56 кВт·ч/т. Для реализации технологии утилизации снега на ТЭЦ автором предложена унифицированная конструкция снегоплавильной установки, рассчитаны ее технические характеристики, произведена оценка капитальных затрат на реализацию СУ производительностью 650 тонн снега в час.

В пятой главе рассматривается технология применения отработавшего пара турбин ТЭЦ в схемах подготовки воды для целей централизованного холодного водоснабжения. Автором разработаны два варианта реализации технологии регулируемого подогрева питьевой воды: первый предполагает установку ТЭЦ (мини-ТЭЦ) на территории или в непосредственной близости от водоочистных сооружений водоканала (ВОС). В конденсатор турбины мини-ТЭЦ направляется очищенная от грубодисперсных примесей исходная вода ВОС перед установкой коагуляции, нагрев воды осуществляется до 20 – 30 °С; второй предполагает использование существующих городской ТЭЦ для регулируемого (до 20 °С) подогрева питьевой воды. В конденсатор выделенной паровой турбины направляется питьевая вода системы централизованного холодного водоснабжения, после чего она возвращается в городскую водопроводную сеть. Реализация первой предложенной и запатентованной автором технологии позволяет получить системный эффект, во-первых, за счет выработки электроэнергии отработавшим паром турбины, т.е. с максимальной тепловой экономичностью, во-вторых, за счет интенсификации процессов осветления и коагуляции воды и снижения расхода реагентов в два и более раза. В случае использования существующих городской ТЭЦ для регулируемого подогрева питьевой воды повышение тепловой экономичности достигается за счет частичного замещения пара отопительных отборов отработавшим паром турбин ТЭЦ при подогреве воды для системы горячего водоснабжения (до 30 % от общей тепловой нагрузки ГВС). Следует, однако, отметить, что для реализации технологии требуется решение вопроса компенсации выпадающих доходов от продажи теплоносителя для целей ГВС, а также разработка новых условий оплаты при формировании тарифов на горячее и холодное водоснабжение.

В шестой главе рассматриваются технические и технологические решения, направленные на эффективную термическую переработку коммунальных и производственных отходов с использованием инфраструктуры ТЭЦ. Соискателем справедливо отмечается, что в России отсутствуют многоцелевые тепловые электростанции, инфраструктура которых эффективно использовалась бы не только для выработки электрической и тепловой энергии, но и для термической переработки коммунальных и производственных отходов. Очевидным преимуществом РФ

является наличие теплоэлектроцентралей практически во всех крупных городах. По мнению автора, на базе существующих ТЭЦ могут быть реализованы проекты по термической переработке отсортированных коммунальных и производственных отходов, в частности пластика и резины, в промышленных масштабах. Для термической переработки пластика на ТЭЦ автором предложена запатентованная технология, предусматривающая использование отборного пара турбин в экструзионных установках. В сравнении с электрическим нагревом экономия от применения отборного пара турбин для плавления пластика в экструзионной установке составляет 542 руб./т и 580 руб./т, соответственно, при использовании пара производственного и отопительного отбора. Проведенные соискателем расчеты показывают, что основной экономический эффект от реализации проекта переработки пластика на ТЭЦ для условий города Ульяновска и прилегающих населенных пунктов складывается от реализации вторичного переработанного пластика в виде гранул. С учетом разности в стоимости между отходами пластмасс и вторичного переработанного пластика в виде гранул в размере 20 руб./кг выручка энергокомпании от переработки 9 970 тонн может составить 199,4 млн руб. в год.

В седьмой главе представлены результаты технико-экономического обоснования предложенных в диссертации технических и технологических решений. Для оценки энергетической эффективности автором предложена усовершенствованная методика расчета технико-экономических показателей ТЭЦ (ТЭП ТЭЦ) при изменении тепловых схем и режимов работы оборудования, совмещающая в себе метод удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении (УВЭТП), нормативную методику расчета показателей тепловой экономичности энергетического оборудования электростанций, а также методику оценки выбросов CO_2 . Особенностью предложенной усовершенствованной методики расчета технико-экономических показателей ТЭЦ является то, что при изменении типовых схем или режима работы оборудования учитывается варьирование величины удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении, которое затем учитывается при решении уравнений материального и теплового балансов в соответствии с РД 34.08.552-93 и РД 34.08.552-95. Изменение режимов работы оборудования учитывается введением поправок по типовым энергетическим характеристикам. По результатам расчета общего расхода топлива также рассчитывается изменение валового выброса CO_2 в соответствии с применяемой в теплоэнергетике методикой РД 153-34.0-02.318-2001 (Методические указания по расчету валового выброса двуокиси углерода в атмосферу из котлов тепловых электростанций и котельных). Преимуществом усовершенствованной методики расчета ТЭП ТЭЦ является существенное уменьшение необходимых для выполнения расчета исходных данных. Для расчета удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении достаточно знать только изменения энтальпий теплоносителей. При этом расхождения в результатах расчета величины теплофикационной выработки электроэнергии не превышают 4 %. Сравнительный анализ проведен для турбины Т-110/120-130 в ПК ThermoFlow с полным расчетом тепловой схемы ТЭЦ. Для автоматизации расчетов удельных расходов условного топлива на отпуск электрической и тепловой энергии усовершенствованная методика

расчета ТЭП ТЭЦ реализована в виде следующих программных комплексов для ЭВМ: расчет показателей тепловой экономичности ТЭЦ в соответствии с РД 34.08.552-93 («физический» метод); расчет показателей тепловой экономичности ТЭЦ в соответствии с РД 34.08.552-95 («пропорциональный» метод). Результаты расчетов энергетической эффективности предложенных в диссертации технических и технологических решений, выполненных по формулам (7.94) – (7.211) представляются обоснованными и достоверными.

В заключении сформулированы основные итоги диссертационной работы в соответствии с поставленными задачами, обоснованы перспективы тиражирования предложенных технических и технологических решений.

В приложении приведены акты внедрения результатов исследования, свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также результаты расчета полной тепловой схемы энергоблока с турбиной Т-110/120-130, выполненные в программном комплексе ThermoFlow.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Приведенные автором исследования базируются на применении фундаментальных законов технической термодинамики, методов вычислительной математики и гидрогазодинамики, тепломассообмена, апробированных методик технико-экономического анализа в энергетике, сертифицированного программного обеспечения. Обоснованность и достоверность научных положений, результатов исследований и выводов подтверждается удовлетворительной согласованностью полученных теоретических, численных и экспериментальных показателей.

Научные положения, выносимые на защиту, раскрыты в тексте диссертации и в опубликованных соискателям работах.

Основные практические и теоретические результаты диссертационной работы опубликованы в 124 научных работах, в том числе, в 2 монографиях, 24 статьях в рецензируемых журналах по списку ВАК, 11 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science; 5 статьях в прочих журналах; 17 статьях в сборниках научных трудов; 46 тезисах и полных текстах докладов конференций; получено 17 патентов РФ и два свидетельства на регистрацию программы для ЭВМ.

Научная новизна

1. Разработан комплекс положений, определяющих общую направленность повышения эффективности теплофикационных систем за счет совместного развития предприятий энергетики и ЖКХ региона, в рамках которого предложены и научно обоснованы технические и технологические решения по совершенствованию тепловых схем и режимов работы ТЭЦ, расширению их функционала в составе единого энергетического комплекса городского хозяйства.

2. Разработана и научно обоснована серия высокоэкономичных технологических решений по совершенствованию тепловых схем водоподготовительных установок ТЭЦ с использованием низкопотенциальных отборов пара турбин.

3. Расчетно-экспериментальным путем установлены совокупности режимных параметров теплофикационных турбин типа Т-100/120-130, обеспечивающие

необходимый для реализации разработанных технических решений регулировочный диапазон изменения давления пара в камере пятого нерегулируемого отбора.

4. Предложен и обоснован усовершенствованный режим работы ВПУ ТЭЦ, позволяющий увеличить теплофикационную выработку электроэнергии за счет изменения режима работы баков-аккумуляторов подпиточной воды теплосети в открытых системах теплоснабжения.

5. Предложено и защищено патентом РФ новое техническое решение, позволяющее снизить затраты электроэнергии на транспорт теплоносителя теплофикационных систем за счет использования дополнительного источника энергии - мини-ГЭС на насосно-дресселирующих станциях тепловых сетей.

6. Предложены и обоснованы новые и усовершенствованы существующие технические и технологические решения, обеспечивающие повышение эффективности теплофикационных систем за счет расширения функционала городских ТЭЦ:

- технологии применения низкопотенциальных источников теплоты ТЭЦ в качестве греющей среды в стационарных снегоплавильных установках;
- технология применения отработавшего пара турбин ТЭЦ в схемах подготовки воды для целей централизованного холодного водоснабжения;
- технологии использования инфраструктуры ТЭЦ для термической переработки коммунальных и производственных отходов.

7. Предложена усовершенствованная методика расчета технико-экономических показателей ТЭЦ (ТЭП ТЭЦ) при изменении тепловых схем и режимов работы оборудования, совмещающая в себе несколько методов: метод удельной выработки электроэнергии на тепловом потреблении (УВЭТП), нормативную методику расчета показателей тепловой экономичности энергетического оборудования электростанций (в соответствии с РД 34.08.552-93 и РД 34.08.552-95), а также методику оценки выбросов CO₂. Основным преимуществом предложенной методики является существенное уменьшение необходимых для выполнения расчетов исходных данных. Изменение режимов работы оборудования учитывается введением поправок по типовым энергетическим характеристикам.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки.

Теоретическое значение имеет предложенный комплексный подход к повышению эффективности теплофикационных систем за счет совместного развития предприятий энергетики и ЖКХ региона, совершенствования тепловых схем и режимов работы ТЭЦ в составе единого энергетического комплекса городского хозяйства. Автором показана возможность повышения эффективности теплофикационных систем за счет расширения функционала ТЭЦ по следующим направлениям:

- использования ТЭЦ для утилизации вывозимого с городских улиц снега в снегоплавильных установках за счет применения низкопотенциальных источников теплоты;
- совместного использования инженерной инфраструктуры централизованного тепло- и водоснабжения потребителей, а именно применения ТЭЦ в схеме подготовки

питьевой воды системы централизованного холодного водоснабжения;

- использования инфраструктуры ТЭЦ для утилизации коммунальных и производственных отходов термическими способами.

Значимость для практики состоит в том, что практически все предложенные технические и технологические решения доведены до внедрения и имеют патентную защиту. Часть предложенных и научно обоснованных технических и технологических решений, направленных на совершенствование тепловых схем и режимов работы отечественных ТЭЦ, успешно используется на теплоэнергетических объектах теплофикационных систем, о чем свидетельствуют акты внедрения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.

Разработанные и обоснованные в диссертации технические и технологические решения, направленные на повышение эффективности теплофикационных систем, рекомендуются к использованию:

- на отечественных ТЭЦ для оптимизации тепловых схем и режимов работы водоподготовительных установок;

- в централизованных системах теплоснабжения с насосно-дросселирующими станциями для снижения затрат электроэнергии на собственные нужды за счет применения агрегатов мини-ГЭС;

- для расширения функционала городских ТЭЦ с целью энергоэффективного использования инфраструктуры тепловых электростанций для нужд коммунального хозяйства, в том числе для термической переработки отсортированных коммунальных и производственных отходов, утилизации вывозимого с городских улиц снега, а также применения ТЭЦ в схеме подготовки питьевой воды системы централизованного холодного водоснабжения;

- в проектных организациях при проектировании объектов генерации теплофикационных систем.

Соответствие диссертации научной специальности.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» в части направлений исследований:

- пункту 3: «Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий и оборудования для производства электрической и тепловой энергии, использования органического ... топлив(а), и возобновляемых видов энергии, водоподготовки ..., способов снижения негативного воздействия на окружающую среду...»;

- пункту 5: «Разработки и исследования в области энергосбережения и ресурсосбережения при производстве тепловой и электрической энергии, при транспортировке тепловой ... энергии и энергоносителей в энергетических системах и комплексах»;

- пункту 6: «...проектирование энергоустановок..., функционирующих на основе преобразования возобновляемых видов энергии (энергии водных потоков...) с целью ... оптимизации их параметров, режимов работы, экономии ископаемых видов топлива и решения проблем экологического ... характера»;

- пункту 7: «Исследование влияния технических решений, принимаемых при создании и эксплуатации энергетических систем ... и установок на их финансово-экономические и инвестиционные показатели, региональную экономику ...».

По содержанию диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. На странице 347 диссертации представлены результаты расчета удельных расходов условного топлива для новой технологии, предусматривающей применение для утилизации снега на ТЭЦ обратной сетевой воды. Указано, что реализация разработанной технологии на УлТЭЦ-1 позволяет улучшить удельные расходы условного топлива на отпуск электроэнергии более чем 15 г/кВт·ч, на отпуск теплоты - на 0,21 кг/Гкал. Однако отсутствуют пояснения для какого временного периода выполнены указанные расчеты.

2. В представленных результатах обоснования возможности применения дополнительного источника энергии - мини-ГЭС на насосно-дросселирующих станциях отсутствуют указания относительно диапазона параметров (расходов и перепадов давлений) сетевой воды, при которых применение мини-ГЭС будет экономически целесообразно.

3. Предложенная автором усовершенствованная методика расчета ТЭП ТЭЦ имеет ограничения применимости, связанные с расчетом энергетической эффективности теплофикационных турбин типа Т-250-240 сверхкритического давления (СКД). Усовершенствованная методика не учитывает наличие турбопривода питательных насосов и другие особенности энергоблоков СКД.

4. Для каких эксплуатационных параметров производился расчет тепловой схемы с применением пара 5-го нерегулируемого отбора турбины типа Т-100-130 в калориферных установках предварительного подогрева дутьевого воздуха котлов (рисунок 2.6)?

5. В рамках диссертационного исследования оценка капитальных вложений выполнялась на основе укрупненных стоимостных показателей. Такой методический подход может влиять на точность результатов при определении требуемых инвестиций и сроков их возврата. Также в диссертации не приведен анализ чувствительности результатов ТЭО к изменению различных факторов (стоимость топлива, тарифы на электроэнергию и теплоту, климатические условия и т.д.).

Замечания не снижают общую положительную оценку работы.

Теоретические и практические результаты диссертационной работы отвечают требованиям, которые предъявляются к докторским диссертациям.

Заключение по работе.

Диссертация Замалева Мансура Масхутовича «Повышение эффективности теплофикационных систем за счет расширения функционала городских ТЭЦ» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технический и технологически решения по совершенствованию теплофикационных систем за счет расширения функционала ТЭЦ, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие энергетической отрасли страны. Содержание

диссертационной работы соответствует паспорту специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

Диссертация удовлетворяет установленным требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в актуальной редакции), а ее автор Замалеев Мансур Масхутович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.5 «Энергетические системы и комплексы» (технические науки).

Диссертация, автореферат, а также отзыв ведущей организации обсуждены на объединенном заседании кафедр промышленных теплоэнергетических систем и тепловых электрических станций, протокол № 05/25 от 24.04.2025 г.

Заведующий кафедрой

тепловых электрических станций

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», кандидат технических наук,

доцент

Дудолин Алексей Анатольевич

Заведующий кафедрой

промышленных теплоэнергетических систем

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», кандидат технических наук,

доцент

Яворовский Юрий Викторович

Профессор кафедры

промышленных теплоэнергетических систем

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»,

доктор технических наук, доцент

Гащо Евгений Геннадьевич

Сведения о ведущей организации:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Адрес: 111250, Россия, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Лефортово, ул. Красноказарменная, д.14, стр.1.

Телефон: +7 495 362-70-01

Факс: +7 495 362-89-38

e-mail: universe@mpei.ac.ru

Подписи Дудолина Алексея Анатольевича, Яворовского Юрия Викторовича, Гащо Евгения Геннадьевича заверяю.



Подпись
удостоверяю
начальник управления по
работе с персоналом

Н.Г. Савин