

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу  
**Лахова Юрия Александровича**  
на тему: «**Методика и средства мониторинга электроинфраструктуры  
предприятия изготовления микроэлектроники**»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.02.22 - Организация производства (радиоэлектроника и  
приборостроение)

### **1. Актуальность темы диссертации.**

Государственная программа развития отечественной гражданской и специальной электроники основана на вводе новых высокотехнологичных предприятий микроэлектроники, которые в свою очередь, должны быть оснащены современными электроинфраструктурами, обеспечивающими их устойчивую и эффективную работу. Залогом достижения качества микроэлектронной продукции является «трансформация» существующих электроинфраструктур в ААИС (активно-адаптивные интеллектуальные сети), в направлении интеграции инновационной приборной базы. Это подтверждается включением программы «Технологии информационных, управляющих, навигационных систем» в Перечень критических технологий РФ, утвержденным Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899, а также Государственной программой Российской Федерации «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы», утвержденной постановлением правительства от 17 февраля 2016 года № 110, №109.

Актуальность создания инновационных методов и средств мониторинга в электроинфраструктурах микроэлектронных предприятий (ЭИС МЭП) определяется большим количеством электроэнергии, потребляемой чистыми помещениями. Непосредственно на производственные процессы в среднем расходуется около 40% потребляемой



электроэнергии, оставшиеся 60% идут на обеспечение функционирования производства. Система подготовки и транспортировки воздуха потребляет 43%, другие системы, включая освещение, систему подачи ультрачистой воды и т.д. - 17 %.

Основополагающим в диссертации является разработка новых статистических методов и методов нечеткой логики для задач мониторинга ЭИС МЭП, обеспечивающими необходимую надежность потребления и распределения электроэнергии (ЭЭ) в зависимости от потребляемой мощности. Важным моментом в постановке задачи является проблема снижения потребления чистыми помещениями ЭЭ без снижения класса чистоты.

На основании вышесказанного можно заключить, что тема диссертационной работы Ю.А. Лахова, направленная на решение задачи управления и мониторинга электроинфраструктуры предприятия производства изделий микроэлектроники, **своевременна и актуальна.**

## **2. Новизна основных выводов и результатов работы**

Научная новизна диссертации Лахова Ю.А. заключается в разработке системы мониторинга электроинфраструктуры предприятия изготовления микроэлектроники, которая декомпозируется на четыре взаимосвязанных процесса:

1. Мониторинг показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в ЭИС МЭП;
2. Параметрическое диагностирование элемента энергокластера;
3. Мониторинг топологии электроинфраструктуры;
4. Прогнозирование энергопотребления ЭИС МЭП.

Основным характерным отличием предложенной системы мониторинга является детальный мониторинг электрических параметров в заданных уставках и значениях апертур, согласно нормативной технической базе.

Разграничение решаемых задач в совокупности обеспечивает повышение результативности электроинфраструктуры.

**Научной новизной** обладают следующие результаты исследования:

1. Математическая модель функционирования ЭИС МЭП с регистрацией внутренних и внешних возмущающих факторов, обеспечивающая учет основных векторов состояний, измерений и управляющих воздействий;

2. Принципы построения системы мониторинга ЭИС МЭП, отличающиеся использованием декомпозиции структуры ЭИС МЭП для определения границ и точек мониторинга элементов при необходимом спектре контролируемых параметров;

3. Методика статистического мониторинга ЭИС МЭП с использованием данных приборной измерительной базы, отличающаяся от известных применением параметрического диагностирования на основе факторного анализа с последующим предиктивным управляющим воздействием;

4. Модель процесса мониторинга ЭИС МЭП в условиях концепции активно-адаптивной интеллектуальной сети (ААИС), учитывающая все подпроцессы сбора, передачи, обработки и прогнозирования информационных данных.

Перечисленные научные результаты позволяют учитывать более полный спектр параметров элементов энергокластеров ЭИС МЭП в условиях внешних и внутренних возмущениях, что в итоге формирует определенное повышение результативности функционирования.

**3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Полученные в работе результаты обладают научной новизной, основаны на использовании методов инженерии знаний, системного подхода,

управления проектами, теории вероятности, математической статистики и нечеткой логике.

Достоверность полученных автором научных результатов, выводов и рекомендаций определяется адекватным использованием современных информационных технологий, корректностью формулировок и логическим построением доказательств. Выносимые на защиту новые научные положения основываются на корректном применении аналитического и исследовательского аппарата, на широко используемых инструментах мониторинга и управления электроинфраструктурами предприятий.

Обоснованность полученных автором научных результатов подтверждается корректным использованием математических методов и подтверждается близостью теоретических расчетов и результатов статистических испытаний в программно-математическом пакете Statistica.

Обоснованность и достоверность сформулированных в диссертации положений, выводов и рекомендаций подтверждаются:

- полнотой и глубиной анализа трудов отечественных и зарубежных авторов, характеризующих современное состояние в исследуемой предметной области;
- высокой степенью согласованности результатов теоретических исследований и проведенных экспериментов;
- достаточной полнотой отражения основных положений и выводов диссертаций в авторских публикациях;
- апробацией и практической реализацией основных результатов диссертационного исследования.

#### **4. Практическая ценность результатов диссертационной работы.**

Диссертационная работа Лахова Ю. А. обладает очевидной практической ценностью, которая заключается в использовании предложенных моделей, процедур, методик мониторинга и управления в

повышении результативности функционирования электроинфраструктуры предприятия производства изделий микроэлектроники.

Практической значимостью обладают следующие научные положения, выводов и рекомендаций, сформулированные в диссертационной работе Лахова Ю.А.:

- научно-методический инструментарий моделирования процессов функционирования ЭИС МЭП с учетом требований концепции ААИС;
- методика статистического мониторинга и управления ЭИС МЭП в условиях концепции ААИС;
- методика и алгоритмы мониторинга ЭИС МЭП в условиях концепции ААИС;
- технические рекомендации по совершенствованию систем мониторинга и управления ЭИС МЭП в условиях концепции ААИС, которые могут быть использованы в электроинфраструктурах предприятий различных промышленных отраслей.

Внедрение основных научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, подтверждено актами об использовании в АО «НИИМА «Прогресс», АО «НПП «Радар ммс», ГУАП.

#### **5. Апробация результатов работы.**

Полученные Ю.А. Лаховым новые научные результаты в необходимой степени апробированы на научно-технических конференциях и семинарах различного уровня и нашли достаточно полное отражение в опубликованных автором научных трудах.

По результатам исследования опубликовано 30 статей, из них 7 – в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

#### **6. Оценка диссертационной работы и ее завершенности в целом**

Анализ содержания диссертации позволяет отметить ее целостность и завершенность. Объем и оформление диссертации соответствует

требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Стил ь изложения материала диссертации и автореферата отвечают нормам научной лексики.

По поставленным цели и задачам исследования, основному содержанию и полученным результатам диссертационная работа соответствует профилю научной специальности 05.02.22 – Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение).

Автореферат диссертации составлен и оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к авторефератам диссертаций и в полной мере передает основное содержание работы.

**По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания:**

1. Отсутствует обоснование формы математической модели электроинфраструктуры МЭП (стр. 65). Формула (6) модели описана не полностью (отсутствует описание переменной  $T$ , индексов  $h3$  и  $(x+1)$ ). Отмечено, что  $Y$  – нелинейная вектор-функция, но не указаны, какие нелинейности используются в модели. С какой целью вводятся случайные последовательности  $G_k, N_k$ ? Каким методом находятся параметры модели?

2. На стр. 69 записано: «значения параметров напряжения, тока, частоты измеряются в режиме реального времени с дискретностью, достаточной для формирования управляющего воздействия». Не ясно, какие условия устанавливаются для выбора частоты дискретизации указанных параметров?

3. Для прогнозирования электрической нагрузки ЭИС МЭП применяются нейронечеткие сети (стр. 108, 109). Однако отсутствует информация о числе нейронов, о модели формирования заключений по нечетким правилам. Не указано, какой метод применялся для обучения сети, в какой метрике оценивалась погрешность прогнозирования.

4. Аналогичное отсутствие информации о структуре синтезируемой нейронечеткой сети типа ANFIS, оценке погрешности моделирования наблюдается при описании управления топологией ЭИС МЭП в условиях концепции активно-адаптивных интеллектуальных сетей (ААИС) (стр. 121-124).

5. На некоторых структурах и графиках (например, на стр. 114, 117, 120) текст представлен очень мелко, что затрудняет понимание материала. На стр. 107 формулы напечатаны некорректно.

Указанные недостатки не снижают научный уровень диссертационной работы, а полученные результаты дают основание для положительной оценки проделанной работы.

#### **Заключение.**

Диссертация Лахова Ю. А. является завершенной научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и теоретические решения, имеющие существенное значение для развития страны.

Считаю, что по актуальности выбранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, полученных лично автором, их достоверности и научной новизне диссертационная работа «Методика и средства мониторинга электроинфраструктуры предприятия изготовления микроэлектроники» отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор – Лахов Юрий Александрович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата

технических наук по специальности 05.02.22 – Организация производства (радиоэлектроника и приборостроение).

Официальный оппонент

заведующая кафедрой теоретических основ электротехники ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Соловьева Елена Борисовна,  
доктор технических наук, доцент

**Контактные данные:**

ФИО: Соловьева Елена Борисовна

Почтовый адрес: 197376, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5.

Телефон: (812) 3461796; (812) 3464747

e-mail: [selenab@hotmail.ru](mailto:selenab@hotmail.ru)

Подпись Соловьевой Елены Борисовны заверяю.

Начальник отдела диссертационных советов

СПбГЭТУ «ЛЭТИ», к.э.н.

«04» июня 2018 года



Т. Л. Русьева