

ОТЗЫВ

на диссертацию Шунайлова Сергея Афанасьевича

«Разработка малогабаритных сильноточных устройств для исследований в пикосекундной электронике больших мощностей», представленную в виде научного доклада на соискание

учёной степени доктора технических наук

по специальности 1.3.13. Электрофизика, электрофизические установки

Как следует из названия диссертации и ее содержания, результаты связаны с разработкой малогабаритных сильноточных устройств для получения высоковольтных импульсов с длительностью фронта менее наносекунды и с применением таких импульсов в самых различных областях. По сути, речь идет о новом научном направлении, которое коллектив авторов, где работает С. А. Шунайлов, позиционирует как пикосекундную электронику больших мощностей. Нужно заметить, что коллектив является признанным мировым лидером в данной области, и представленные в диссертации результаты, безусловно, соответствуют мировому уровню.

Отмечу только некоторые из результатов, которые на мой взгляд заслуживают наибольшего внимания скорее всего потому, что непосредственно относятся к сфере моей текущей деятельности.

В качестве базовых систем в работе используются генераторы наносекундных импульсов, которые фактически превращены в устройства для получения высоковольтных импульсов напряжения с длительностью фронта существенно менее наносекунды (на уровне 100 пс) и с полной длительностью менее наносекунды. Основной принцип состоит в применении обостряющих искровых разрядников для уменьшения длительности фронта импульса и срезающих разрядников для уменьшения длительности спада напряжения. Ясно, что при разработке таких устройств потребовалось решить многочисленные проблемы, в том числе касающиеся и методов диагностики импульсов короткой длительности. Соответственно, новый разработанный инструмент позволил получить и новые результаты в плане физики и в плане технических применений.

Большой цикл исследований выполнен по физике процессов в искровых разрядниках и по физике процессов в вакуумном диоде, на электроды которого подается импульс напряжения с крутым фронтом. С одной стороны, автор решил проблему запуска искрового разрядника со стабильностью времени запаздывания менее наносекунды. С другой стороны, предложены методы, реализация которых позволяет получать электронный пучок в вакуумном диоде также с высокой стабильностью относительно фронта импульса напряжения. Как результат, была поставлена задача осуществления параллельной работы устройств релятивистской СВЧ электроники, причем в условиях, когда фазы СВЧ импульса в каждом устройстве синхронизованы между собой. Впечатляющий результат состоит в том, что была продемонстрирована возможность такого режима работы.

Одно из направлений диссертации относится к классическому разделу физики импульсного пробоя газов: к физике пробоя сильно перенапряженных промежутков. Дело в том, что при подаче на промежуток напряжения с коротким фронтом, возможно иметь ситуацию, когда в течение времени запаздывания достигаются высокие перенапряжения и высокие приведенные напряженности электрического поля. Тогда даже при атмосферном давлении газа электрон под действием электрического поля может двигаться не в режиме дрейфа, а в условиях непрерывного ускорения. По процессам формирования разряда на стадии запаздывания был получен серьезный результат, состоящий в следующем. Показано, что ускоренные электроны возникают вблизи катода, в области, где электрическое поле усилено.

По мере продвижения электронов к аноду электрическое поле в промежутке выравнивается и напряженность поля снижается. В целом данный процесс определяет энергетический спектр электронов, приходящих на анод, и в диссертации дана интерпретация особенностей формирования спектра электронов.

Поскольку диссертация защищается в форме доклада, то отмечу, что в публикациях и в докладах на конференциях содержание проделанной работы отражено полностью. Список работ автора по теме диссертации содержит 89 наименований, причем здесь имеются в виду статьи в престижных журналах. Личный вклад автора в полученные результаты не вызывает сомнений, а сам автор является признанным специалистом в области пикосекундной электроники больших мощностей и применений устройств пикосекундной электроники.

В заключение, следует сделать очевидный вывод, что автор диссертации С. А. Шунайлов безусловно достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.13. Электрофизика, электрофизические установки.

Доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник лаборатории низкотемпературной плазмы
Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук,
634055, г. Томск, проспект Академический, 2/3
e-mail: korolev@lnp.hcei.tsc.ru

Ю. Д. Королев

Подпись Ю. Д. Королева удостоверяю
Заместитель директора по научной работе ИСЭ СО РАН

А. В. Батраков



» января 2025 г.