

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.02  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б. Н. ЕЛЬЦИНА»,  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело №

решение диссертационного совета от 28.06.2017 г. № 6

О присуждении Пунанову Ивану Федоровичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Пространственно-временные и энергетические характеристики высоковольтного наносекундного пробоя конденсированных диэлектриков» по специальности 01.04.04 – Физическая электроника принята к защите 26 апреля 2017 г., протокол № 4, диссертационным советом Д 212.285.02 на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России; 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Пунанов Иван Федорович, 1987 года рождения.

В 2009 г. окончил ГОУ ВПО «Уральский государственный университет им. А.М. Горького» по специальности «Фундаментальная радиофизика и физическая электроника»; в 2012 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 01.04.04 – Физическая электроника; работает в должности младшего научного сотрудника группы физики диэлектриков ФГБУН Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), Федеральное агентство научных организаций.

Диссертация выполнена на кафедре электрофизики Физико-технологического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, и в группе физики диэлектриков ФГБУН Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, ФАНО России.

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, профессор, Чолах Сеиф Османович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Физико-технологический институт, кафедра электрофизики, профессор.

**Научный консультант** – кандидат физико-математических наук, Емлин Рафаил Вениаминович, ФГБУН Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, группа физики диэлектриков, старший научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

**Кривобок Валерий Павлович**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Физико-технический институт, кафедра экспериментальной физики, заведующий кафедрой;

**Березин Владимир Михайлович**, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск, кафедра физической электроники, профессор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск – в своем положительном заключении, подписанном Коробейниковым Сергеем Мироновичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой безопасности труда, и Лавровым Юрием Анатольевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой техники и электрофизики высоких напряжений, указала, что диссертационная работа Пунанова Ивана Федоровича является законченным научным исследованием по актуальной теме физической электроники. В

работе представлены результаты, имеющие важное научное и практическое значение, вносящие вклад в решение актуальной научной задачи координации изоляции высоковольтных наносекундных импульсных устройств. Диссертационная работа соответствует критериям, установленным пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 18 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 8. Другие публикации представлены в виде 10 тезисов докладов, опубликованных в сборниках докладов международных (8) и всероссийских (2) научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 4,62 п.л., авторский вклад – 1,31 п.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

- 1. Пунанов, И.Ф.** Исследование пробоя в алюмоиттриевом гранате при субнаносекундных временах нарастания напряжения / И.Ф. Пунанов, Р.В. Емлин, А.С. Гилёв, С.О. Чолах // Физика твердого тела. 2011. Т. 53. Вып. 5. С. 875–877.
- 2. Пунанов, И.Ф.** Исследование пробоя пористых керамик на наносекундных импульсах / И.Ф. Пунанов, Р.В. Емлин, П.А. Морозов, С.О. Чолах // Известия высших учебных заведений. Физика. 2012. Т. 55. Вып. 2. С. 57–60.
- 3. Punanov, I.F.** Measurement of Pre-Breakdown Current in Alkali-Halide Monocrystals Under Nanosecond Pulsed Voltage Conditions / I.F. Punanov, R.V. Emlin, V.D. Kulikov, S.O. Cholakh // Известия высших учебных заведений. Физика. 2012. Т. 55. Вып. 12/3. С. 48–52.
- 4. Punanov, I.F.** Investigation of Parameters of Plasma in Nanosecond Breakdown Channels in Alkali-Halide Single Crystals / I.F. Punanov, R.V. Emlin, P.A. Morozov, S.O. Cholakh // Proceedings of the 19th IEEE Pulsed Power Conference and the 40th International Conference on Plasma Science — PPS 2013, June 16–21, 2013, San Francisco, CA, USA. P. 790–793.

5. Morozov, P.A. Measurement of Parameters of Particle Beams Generated by High-Voltage Surface Vacuum Discharge in Coaxial and Linear Electrode Geometry / P.A. Morozov, **I.F. Punanov**, R.V. Emlin, A.S. Gilev // IEEE Transactions on Plasma Science. 2013. Vol. 41. Issue 8. Part 2. P. 2145–2149.

6. **Пунанов, И.Ф.** Сопротивление канала импульсного электрического пробоя в ионных кристаллах / И.Ф. Пунанов, Р.В. Емлин, А.С. Гилёв, С.О. Чолах // Журнал технической физики. 2014. Т. 84. Вып. 4. С. 35–39.

7. **Punanov, I.F.** Measurement of Ion Concentration in Plasma Bunches of Nanosecond Vacuum Surface Flashover at 140 kV / I.F. Punanov, R.V. Emlin, P.A. Morozov, S.O. Cholakh // Proceedings of the 21st IEEE International Pulsed Power Conference – PPC 2015, 31 May — 4 June 2015, Austin, TX, USA. P. 1–3.

На автореферат поступили положительные отзывы от:

1. Горелова Валерия Павловна, кандидата химических наук, старшего научного сотрудника, ведущего научного сотрудника лаборатории электрохимического материаловедения ФГБУН Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург). Без замечаний.

2. Казанкина Филиппа Андреевича, член-корреспондента Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского, заместителя главного конструктора ФГУП «Научно-исследовательский институт машиностроения» (г. Нижняя Салда, Свердловская обл.). В отзыве высказано замечание относительно отсутствия в автореферате анализа механизмов ускорения плазмы, возникающей при разряде по поверхности диэлектрика в вакууме.

3. Эркабаева Александра Мухтаровича, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории перспективных материалов химических источников тока ФГБУН Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург). В отзыве высказаны замечания, касающиеся процедуры разложения ионных скоростных спектров на составляющие. Автор отзыва предлагает разъяснить, каким образом выбирались начальные условия для разложения, количество элементарных составляющих и какой физический смысл имеет их ширина.

4. Гурбанова Эльчина Джалал оглы, кандидата физико-математических наук, ведущего инженера ОАО «Азерсу» (г. Баку, Азербайджан). В отзыве высказывается мнение, что картина исследуемого явления была бы более полной, если бы сделанные измерения были дополнены оптической регистрацией разрядов в исследуемых диэлектрических средах.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, их высокой научной компетентностью в области исследования электрических разрядов, электрофизики высоких напряжений, генерации пучков частиц, а также в области новых материалов для физической электроники и техники высоких напряжений.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

– **предложен** новый методический подход к исследованию диэлектриков, заключающийся в использовании линии задержки и организации режима воздействия на диэлектрик последовательностью отражённых наносекундных импульсов;

– **обнаружено** резкое увеличение времени пробоя в гетерофазном диэлектрике из пористого керамического материала на основе наноструктурного оксида алюминия, пропитанного жидким диэлектриком, при переходе в режим отражённых импульсов;

– **впервые получены** картины электрического пробоя в монокристаллах хлорида калия, воспроизводящие действие на образец последовательности импульсов с наносекундным разрешением;

– **впервые** получены спектры скоростей пучков частиц, истекающих из канала наносекундного пробоя в вакуум и показано, что в канале пробоя образуются высокозарядные высокоскоростные ионы с энергией  $\sim 2$  кэВ;

– **установлено**, что при воздействии последовательностью отражённых импульсов канал пробоя в кристалле формируется локально в момент прохождения фронта пробоя, а образующиеся в приканальной области структуры

сформированы сгустками плазмы, расширяющимися из области канала со скоростями  $\sim 50$  км/с.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– получен большой объём данных, которые могут быть использованы при построении новых и уточнении существующих моделей электрического пробоя жидких и твёрдых диэлектриков в наносекундной области.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

– **выделен** класс диэлектрических жидкостей, имеющих близкие значения максимальной скорости роста канала пробоя в широком интервале межэлектродных промежутков в выбранном режиме импульсного воздействия;

– **показаны перспективы** использования пористого керамического материала на основе нанопорошка оксида алюминия, пропитанного трансформаторным маслом, в качестве изолирующей среды в высоковольтных импульсных устройствах, работающих в наносекундном диапазоне.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

– результаты **достоверны**, что обеспечивается систематическим характером исследования, использованием современного оборудования, использованием взаимно дополняющих экспериментальных методик, большим объёмом статистически надёжных экспериментальных данных.

**Личный вклад соискателя** состоит в проектировании и создании экспериментальной установки, проведении экспериментов, обработке и анализе результатов, формулировке выводов и защищаемых положений, а также подготовке основных публикаций по теме диссертации. Обсуждение результатов и подготовка их к публикации проводились при участии научного консультанта.

Диссертация Пунанова Ивана Федоровича соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней и является научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача по определению энерговклада в вещество на основании измерения скорости развития канала пробоя с анода импульсами наносекундной длительности с субнаносекундными фронтами для широкого класса материалов, включающих в себя жидкие, монокристаллические и керамические

среды, имеющая важное значение для развития электрофизики и физической электроники.

На заседании 28 июня 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Пунанову И.Ф. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Кортов Всеволод Семенович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Ищенко Алексей Владимирович

28 июня 2017 г.