

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Надежды Викторовны Коноваловой на тему «Структура и свойства Nb_3Sn сверхпроводников для работы в сильных магнитных полях», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 30.06.2026 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 13.04.2026 г. № 38.

Диссертация выполнена в научно-исследовательском отделении технологии и материаловедения сверхпроводящих и функциональных материалов Акционерного общества «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара» (АО «ВНИИНМ»).

Научный руководитель: к.т.н., заместитель генерального директора, директор научно-исследовательского отделения технологии и материаловедения СПМ и функциональных материалов АО «ВНИИНМ» Абдюханов Ильдар Мансурович.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 38 от 13.04.2026 г.) в составе:

1. Кудря Александр Викторович, д.т.н., профессор кафедры металловедения и физики прочности НИТУ МИСИС - председатель комиссии;

2. Беломытцев Михаил Юрьевич, д.т.н., профессор кафедры металловедения и физики прочности НИТУ МИСИС;

3. Мерсон Дмитрий Львович, д.ф.-м.н., директор Научно-исследовательского института прогрессивных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет»;

4. Высоцкий Виталий Сергеевич, д.т.н., научный руководитель отделения «Сверхпроводящие и криорезистивные провода и технологии их производства» акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт кабельной промышленности»;

5. Демихов Евгений Иванович, д.ф.-м.н., профессор, заведующий криогенным отделом федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

В качестве ведущей организации утвержден Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Установлены закономерности формирования микроструктуры высокооловянной бронзы (15,5–16 мас.% Sn) в зависимости от метода получения (Osprey, дуплекс-процесс, полунепрерывное литьё) и легирования (Ti, Zr). Показано, что применение Osprey-технологии позволяет в 2–3 раза уменьшить размер эвтектоидных включений по сравнению с дуплекс-процессом и исключить необходимость гомогенизации;

- Разработаны и апробированы в промышленных условиях технологические режимы изготовления Nb₃Sn сверхпроводников на основе легированной высокооловянной бронзы (15,5–16 мас.% Sn) с волокнами из Nb или Nb-Ta. Изготовлены экспериментальные партии стрендов диаметром 1 мм длиной единичных кусков более 3 км, для работы разработанных конструкций в сильных магнитных полях (более 12 Тл).

- Показано, что совместное легирование (Ti+Ta) и повышение содержания олова в бронзовой матрице сопровождаются: увеличением верхнего критического поля B_{c2} на 1,5 Тл; смещением пика силы пиннинга в область более сильных полей (до 18 Тл) и повышением плотности критического тока на 15% (в поле 18 Тл, 4,2 К) по сравнению со стрендами для ИТЭР.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Результативно использованы методы оптической и сканирующей электронной микроскопии, микрорентгеноспектрального анализа и количественной металлографии для оценки структурных и размерных характеристик бронзовых полуфабрикатов и сверхпроводящей фазы Nb₃Sn.

- Выявлена корреляция между содержанием олова в бронзовой матрице (14–16 мас.%) и морфологией структуры сверхпроводящего слоя Nb₃Sn: увеличение доли Sn сопровождается ростом доли равноосных зёрен на ~12% при одновременном сокращении доли столбчатых зёрен и остаточного ниобия. Это приводит к повышению плотности критического тока на 15% (до 885 А/мм² в поле 12 Тл при 4,2 К).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждено:

апробацией предложенных режимов на АО ЧМЗ при изготовлении Nb₃Sn сверхпроводников с повышенным до 16 мас % Sn в бронзовой матрице.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты измерения электрофизических характеристик Nb₃Sn сверхпроводников получены на сертифицированном оборудовании с использованием аттестованных методик

АО «ВНИИНМ». Полученные данные согласуются с теоретическими представлениями и результатами, имеющимися в научно-технической литературе.

Личный вклад соискателя состоит в:

непосредственном участии в разработке плана исследований, их проведении с использованием различных методов анализа и измерений механических свойств образцов бронзовых полуфабрикатов; в разработке конструкций и внедрении технологии изготовления стрендов опытных и экспериментальных партий Nb_3Sn стрендов (в АО «ВНИИНМ» и АО «ЧМЗ»); подготовке образцов и их реакционной термической обработке для различных видов исследований в диапазоне температур (в т.ч. при 4,2 К); публикаций и защите РИД; рукописи диссертации и автореферата.

Основное содержание диссертации опубликовано в 13 печатных работах, из которых 5 научных статей в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, имеется 1 патент.

Пункт 2.6 Положения о присуждении ученой степени в НИТУ МИСИС не нарушен.

Диссертация Коноваловой Н.В. соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней изложены научно обоснованные технологические решения, направленные на создание отечественных Nb_3Sn сверхпроводников нового поколения для работы в сильных магнитных полях. Это вносит вклад в развитие металловедения сверхпроводящих материалов и имеет значение для развития наукоемких отраслей (термоядерный синтез, ускорительная техника).

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Надежде Викторовне Коноваловой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель Экспертной комиссии

Кудря А.В.

30.06.2026 г.