

ОТЗЫВ

доктора физико-математических наук, профессора

Гасумянца Виталия Эдуардовича

на автореферат диссертационной работы Петрушина Юрия Александровича

«Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7 методом мёссбауэровской спектроскопии», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Объектом исследования в диссертационной работе Ю.А. Петрушина являются пленочные материалы системы Ge-Sb-Te в различных (как кристаллическом, так и аморфном) состояниях. Данные материалы интенсивно исследуются уже почти сорок лет, что связано с реализацией в них эффекта фазового переключения. Именно этот эффект позволяет использовать их в качестве рабочих элементов для перезаписываемых устройств энергонезависимой памяти. Однако несмотря на достигнутый прогресс в практическом использовании материалов системы Ge-Sb-Te в микроэлектронике, до сих пор остаются до конца неясными ряд фундаментальных вопросов, связанных, в первую очередь, с выяснением микроскопического характера структурных перестроек, происходящих при фазовом переходе из аморфного в кристаллическое состояние. Получение ответов на эти вопросы должно способствовать как установлению способов оптимизации параметров уже существующих устройств памяти, так и, возможно, разработке новых. По этим причинам актуальность диссертационной работы Ю.А. Петрушина не вызывает сомнений.

В качестве основного метода исследования автором в работе применена мёссбауэровская спектроскопия, позволяющая на основе анализа экспериментально полученных спектров идентифицировать зарядовое состояние атомов, определить симметрию их локального окружения и обнаружить образование комплексов с дефектами кристаллической структуры, что делает данный метод эффективным инструментом для решения указанных выше задач.

В автореферате представлены результаты мёссбауэровских исследований пленочных образцов системы Ge-Sb-Te различных составов. При этом основное внимание уделяется выявлению и анализу структурных перестроений, происходящих в локальном окружении различных атомов при фазовом переходе. Именно это позволило автору получить необходимые данные, сделать обоснованные выводы и сформулировать положения, выносимые на защиту. В целом структура автореферата является последовательной и логичной.

В диссертационной работе получен ряд новых и научно значимых для рассматриваемой области результатов, к которым прежде всего следует отнести надежное определение координационного числа для атомов германия в аморфной и кристаллической фазах. Практическая значимость работы заключается в том, что полученные данные могут быть в дальнейшем использованы при разработке новых типов ячеек энергонезависимой памяти на основе материалов исследованных составов. Достоверность полученных соискателем результатов обеспечивается использованием нескольких независимых изотопов-зондов, воспроизводимостью найденных значений параметров мёссбауэровских спектров, согласием, где это

возможно, результатов работы с данными других авторов и непротиворечивостью сделанных выводов.

В качестве замечаний по содержанию автореферата мне хотелось бы указать следующее.

1. На ряде рисунков (рис. 3, рис. 10) автором представлено разложение экспериментально полученных спектров на различные линии, однако использованный метод этого разложения и его точность в автореферате не указаны.

2. В качестве метода контроля состава автором указан метод рентгенофлуоресцентного анализа. Однако данные о конкретных составах исследованных образцов, а также какая-либо информация об их качестве в автореферате отсутствуют.

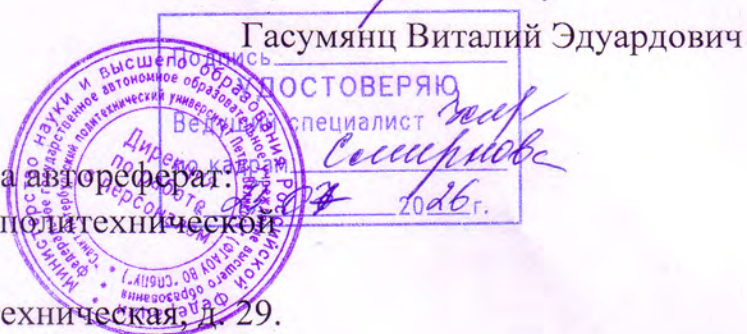
3. Автором исследованы различные соединения общего состава Ge-Sb-Te. Хотелось бы видеть какое-либо сравнение полученных для них данных и вывод о том, какой состав, по мнению автора, является наиболее оптимальным с точки зрения улучшения параметров ячеек энергонезависимой памяти.

Указанные замечания не являются принципиальными и не снижают общей положительной оценки диссертации. Судя по автореферату, диссертационная работа Петрушина Ю.А. «Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7 методом мёссбауэровской спектроскопии» является завершённым научным трудом и соответствует критериям пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства № 842 от 24.09.2013 г.), а ее автор заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук, профессор,
профессор Высшей инженерно-физической школы
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого»

«23» июля 2026 г.

Контактные данные автора отзыва на автореферат:
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.
Тел.: +7 (921) 443-52-86 (личный)
E-mail: vgasum@spbstu.ru
Веб-сайт: www.spbstu.ru (вуза)



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Петрушина Юрия Александровича на тему: «Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7 методом мёссбауэровской спектроскопии», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния.

Актуальность темы исследования. Диссертационная работа Петрушина Ю.А. посвящена изучению пленочных материалов многокомпонентных халькогенидов $(\text{GeTe})_x(\text{Sb}_2\text{Te}_3)$, обладающих контрастирующими оптическими и электрическими свойствами в кристаллическом и аморфном состояниях, что обеспечило широкое использование этих материалов в различных устройствах энергонезависимой компьютерной памяти. Актуальность работы определяется тем, что требования повышения плотности записи информации и миниатюризации запоминающих устройств могут быть выполнены, если будет определена структура ближнего порядка аморфных и кристаллических пленок $(\text{GeTe})_x(\text{Sb}_2\text{Te}_3)$ (где $x = 0.5, 1, 2, 3$), что и позволяет исследовать метод мёссбауэровской спектроскопии в своем эмиссионном и адсорбционном вариантах. В свете сказанного **актуальность** темы диссертации Петрушина Ю.А. не вызывает сомнений.

Научная новизна в работе обусловлена тем, что автором успешно решена сложная задача: применение изотопа ^{73}Ge с крайне высокими требованиями к источнику позволило напрямую подтвердить тетраэдрическую координацию германия в аморфной фазе пленок многокомпонентных халькогенидов. Особого внимания здесь заслуживает эмиссионная мёссбауэровская спектроскопия на изотопе $^{119\text{m}}\text{Te}$, которая впервые выявила антиструктурные дефекты в $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$.

Несомненным достоинством работы является детальное, поэтапное представление в автореферате следующих исследований: синтез плёнок халькогенидных составов $(\text{GeTe})_x(\text{Sb}_2\text{Te}_3)$ ($x = 0.5, 1, 2, 3$), их последующая термическая обработка, а затем исследование методом мёссбауэровской спектроскопии на ряде изотопов ^{73}Ge , ^{119}Sn , ^{121}Sb и ^{125}Te в абсорбционном и эмиссионном режимах.

Практическая значимость работы состоит в том, что полученные результаты диссертационного исследования могут быть использованы в разработке технологии синтеза материалов на основе теллуридов германия и сурьмы.

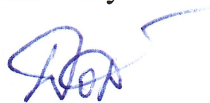
Обоснованность защищаемых положений подтверждена результатами измерений и публикационной базой (10 статей в журналах ВАК/Scopus).

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием современных методов мёссбауэровской и рентгенофлуоресцентной спектроскопии, корректной обработкой полученных спектров, а также апробацией работы на международных научно-технических конференциях.

В качестве **замечания** следует отметить, что в работе было бы неплохо также рассмотреть комплекс других перспективных многокомпонентных халькогенидов на основе теллура (включая $(\text{Bi}_2\text{Te}_3)_x(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_x$ и бинарные системы $\text{Ga}_x\text{Te}_{1-x}$, $\text{As}_x\text{Te}_{1-x}$), учитывая, что заявленные источники ^{121}Sb и ^{125}Te открывают возможности для их полноценного анализа.

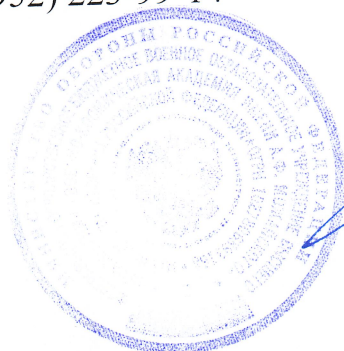
Указанное замечание носит частный характер и не снижает научной и практической значимости диссертационной работы. По актуальности, новизне, теоретической и практической значимости диссертация Петрушина Ю.А. «Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7 методом мёссбауэровской спектроскопии» является законченной научно-квалификационной работой и полностью соответствует современным требованиям пп. 9–14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Петрушин Юрий Александрович, заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния.

Старший преподаватель кафедры физики
ФГБОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»
Министерства обороны Российской Федерации
кандидат физико-математических наук



Доронин Вячеслав Александрович
« 9 » июля 2026 г.

Контактные данные автора отзыва на автореферат:
ФГБОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»
Министерства обороны Российской Федерации
Адрес: 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13
Адрес электронной почты: doroninslava@rambler.ru
Тел.: 8 (952) 223-99-14



Подпись Доронина В.А. удостоверяю
Начальник отдела кадров
Плотников Г.В.

ОТЗЫВ

Кандидата физико-математических наук, доцента Егорова Сергея
Валентиновича
на автореферат диссертационной работы Петрушина Юрия Александровича

***«Исследование локального окружения атомов в аморфных и
кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7
методом мёссбауэровской спектроскопии»,***

представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности

1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Практическая актуальность работы определяется широким применением сплавов Ge-Sb-Te в энергонезависимой памяти. Для промышленности важно знать, какие именно атомы и как меняют своё окружение при многократных циклах записи/стирания. Автором впервые на систематической серии составов $(\text{GeTe})_x(\text{Sb}_2\text{Te}_3)$ показано, что ключевым «переключающимся» элементом является германий, тогда как сурьма и теллур сохраняют локальную структуру. Это открывает путь к более надёжному моделированию фазового перехода.

В автореферате отражены все стадии исследования: синтез плёнок $(\text{GeTe})_x(\text{Sb}_2\text{Te}_3)$ ($x=0,5; 1; 2; 3$), термообработка для получения аморфной и кристаллической фаз, РФА-контроль состава, мёссбауэровские измерения в абсорбционном режиме (изотопы ^{73}Ge , ^{119}Sn , ^{121}Sb , ^{125}Te) и эмиссионном ($^{119\text{m}}\text{Sn}$, ^{119}Sb , $^{119\text{m}}\text{Te}$), а также последующая обработка и анализ спектров. Все положения, выносимые на защиту, подкреплены результатами и публикациями (10 статей ВАК/Scopus, 5 тезисов).

Новизна работы подтверждается также идентификацией антиструктурных дефектов методом эмиссионной МС, что важно для понимания механизмов деградации материалов.

Достоверность полученных результатов обеспечивается значительным объёмом экспериментальных данных, полученных на нескольких независимых изотопных каналах и в двух измерительных режимах.

Анализируя текст автореферата, можно сформулировать следующие замечания:

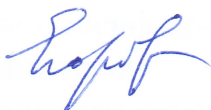
1. На стр. 10–11 приведены спектры ^{125}Te для аморфных и кристаллических плёнок, но отсутствует количественное сравнение параметров (изомерный сдвиг, ширина линии) с эталонными соединениями GeTe и Sb_2Te_3 , что сделало бы интерпретацию более наглядной.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы.

Диссертация Петрушина Ю.А. «Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и

GeSb₄Te₇ методом мёссбауэровской спектроскопии» является завершённым научным трудом и соответствует критериям пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства №842 от 24.09.2013 г.), а ее автор заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

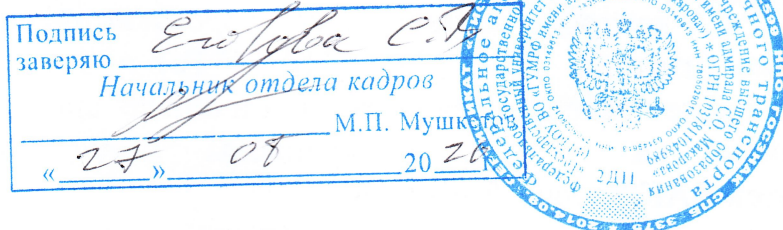
Кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры физики Санкт-Петербургского государственного университета
морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова



Егоров Сергей Валентинович

«20» августа 2026 г.

Контактные данные автора отзыва на автореферат:
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет морского и
речного флота», Санкт-Петербург, Санкт-Петербургское шоссе, д. 43.
Тел.: +7 (812) 421-39-49
E-mail: s.v.egorov@mail.ru
Веб-сайт: www.gumrf.ru (вуза)



ОТЗЫВ

Доктора физико-математических наук, профессора
Попеля Петра Станиславовича
на автореферат диссертационной работы
Петрушина Юрия Александровича

**«Исследование локального окружения атомов в аморфных и
кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7
методом мёссбауэровской спектроскопии»,**

представленной на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Материалы с фазовым переходом (Phase Change Materials – PCM) на основе теллуридов германия и сурьмы активно используются в элементах памяти электронных устройств. Однако до сих пор отсутствует единое представление об их локальной структуре в аморфном состоянии. Диссертация Петрушина Ю.А. приближает нас к ее пониманию благодаря последовательному использованию мёссбауэровских измерений в абсорбционном и эмиссионном вариантах, дающих объективную информацию именно о такой структуре. Это свидетельствует об актуальности данного исследования.

О высоком уровне проведения эксперимента можно судить, в частности, по тщательности синтеза пленок и контроля их химического состава методом рентгенофлуоресцентного анализа, использованию апробированных приборов как для этого анализа, так и для собственно мёссбауэровских измерений. Обработка и интерпретация полученных спектров также не вызывают возражений. Структура автореферата логична и последовательна, в нём представлены все основные результаты, выносимые на защиту, а также приведены достаточные экспериментальные данные, позволяющие оценить обоснованность выводов диссертанта.

К новым результатам можно отнести впервые проведённое систематическое исследование локального окружения всех трёх элементов (Ge, Sb, Te) в плёнках разного состава как в аморфном, так и в кристаллическом состояниях. Показано, что при кристаллизации германий меняет координацию с тетраэдрической на октаэдрическую, тогда как окружение сурьмы и теллура остаётся неизменным. Интересным примером является использование эмиссионной мёссбауэровской спектроскопии на материнских изотопах $^{119\text{m}}\text{Te}$, что позволило идентифицировать антиструктурные дефекты.

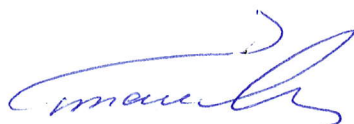
Достоверность результатов обеспечивается применением апробированных методик мёссбауэровской и рентгенофлуоресцентной спектроскопии, воспроизводимостью данных и согласием с наиболее достоверными результатами имеющимися в научной литературе.

Востребованность работы подтверждается публикациями в рецензируемых журналах (10 статей ВАК/Scopus) и докладами на международных конференциях.

В качестве единственного замечания по автореферату можно указать на то, что автор использует термины «искажённые октаэдры» и «дефектные октаэдры» как синонимы, однако в физике кристаллов эти понятия могут нести разную смысловую нагрузку. Следовало бы дать чёткое определение, что именно имеется в виду. Указанный недостаток не снижает общей высокой оценки работы.

На основании материалов автореферата можно заключить, что диссертация Петрушина Ю.А. «Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7 методом мёссбауэровской спектроскопии» представляет собой завершённое научное исследование, выполненное на актуальную тему, обладающее новизной и научной значимостью и соответствует критериям пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства №842 от 24.09.2013 г.), а ее автор заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник управления
научных исследований и проектной деятельности
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Уральский государственный педагогический университет»



Попель Петр Станиславович

«21» августа 2026 г.

Контактные данные автора отзыва на автореферат:
ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет»
620017, Екатеринбург, пр. Космонавтов, д.26
Тел.: +7 922 204 44 22 (личный)
E-mail: pspopel@mail.ru
Веб-сайт: www.uspu.ru (вуза)



Попель П.С.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Петрушина Юрия Александровича** "Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7 методом мессбауэровской спектроскопии", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния.

Установление связи между атомной структурой и макроскопическими свойствами материалов по-прежнему является одной из ключевых задач физики и химии конденсированного состояния. Ее решение требует использования новых подходов и применения новых экспериментальных методов диагностики. Именно с этих позиций следует рассматривать содержание диссертационной работы Ю.А.Петрушина. В качестве объекта исследования в ней были выбраны халькогенидные сплавы Ge-Sb-Te, претерпевающие быстрый и обратимый переход между аморфным и кристаллическим состояниями. В качестве основного метода физико-химической диагностики автором была использована мессбауэровская спектроскопия на ядрах всех трех элементов, образующих указанные сплавы. Проведенное соискателем исследование весьма оригинально по своему замыслу. Им выполнен большой работы объем экспериментальной работы. Впервые на одном и том же наборе образцов (четыре псевдобинарные системы, аморфное и кристаллическое состояния) получена информация о валентном состоянии и симметрии локального окружения всех элементов-компонентов сплава Ge-Sb-Te с использованием четырех различных мессбауэровских нуклидов. Такой комплексный подход обеспечил получение достоверной информации, свидетельствующей, в частности, о том, что при кристаллизации аморфных плёнок изменяется только координационное состояние германия (переходящего из тетраэдрического окружения в октаэдрическое), тогда как атомы сурьмы и теллура сохраняют свое окружение. В то же время выяснилось, что ближайшее окружения германия в обеих фазах образовано преимущественно атомами теллура. Достоверность выводов работы не вызывает сомнений благодаря тщательно продуманной методике эксперимента, контролю состава образцов, использованию независимых изотопных зондов и наблюдавшейся воспроизводимости результатов. В этой связи следует, однако, заметить, что их интерпретация автором была преимущественно проведена на качественном уровне.

Диссертация Ю.А. Петрушина прошла достаточно широкую апробацию (три международных конференции, 10 публикаций в рецензируемых журналах).

Считаю, что автореферат работы "Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7 методом мессбауэровской спектроскопии" в целом свидетельствует о высоком квалификационном уровне ее автора, заслуживающего присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния.

Доктор химических наук, заведующий лабораторией мессбауэровской спектроскопии и радиохимических методов Химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова,

профессор

П.Б.Фабричный
23 августа 2026 г.

Контактные данные автора отзыва на автореферат:

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего

образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова".

Адрес 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3, Химический факультет

Личную подпись

ЗАВЕРЯЮ:

Нач. отдела делопроизводства
химического факультета МГУ

Капустина Т.А.

Фабричный Павел Борисович

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего
Образования Московский государственный университет имени М.В.
Ломоносова»

Адрес 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д.1, стр. 3,
Химический факультет, заведующий лабораторией мёссбауэровской
спектроскопии и радиохимических методов исследования химического
факультета.

Тел.: +7 916 394 84 66 (личный)

E-mail: pf@radio.chem.msu.ru

Веб-сайт: www.spbu.ru (вуза)

ОТЗЫВ

кандидата технических наук, доцента, Фицака Владимира Васильевича

на автореферат диссертационной работы Петрушина Юрия Александровича «Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7 методом мёссбауэровской спектроскопии», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Исследования аморфных и кристаллических плёнок на основе теллуридов германия и сурьмы являются объектом пристального внимания физиков и материаловедов благодаря их применению в энергонезависимой памяти. При этом фундаментальный вопрос о локальной структуре аморфной фазы остаётся дискуссионным. Диссертация Петрушина Ю.А. направлена на его решение с использованием мощного структурно-чувствительного метода – мёссбауэровской спектроскопии, что делает тему безусловно актуальной.

К числу наиболее значимых результатов следует отнести:

- прямое доказательство того, что в аморфных плёнках всех исследованных составов атомы германия (и изовалентно замещающего их олова) находятся в тетраэдрической sp^3 -координации с ближайшим окружением из атомов теллура, тогда как в кристаллической фазе они переходят в искажённую октаэдрическую координацию;
- установление факта, что локальное окружение сурьмы и теллура не претерпевает существенных изменений при фазовом переходе;
- идентификацию антиструктурных дефектов в кристаллической решётке $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ методом эмиссионной мёссбауэровской спектроскопии.

Особый интерес представляет использование примесного зонда ^{119}Sn , который изовалентно замещает германий. Это позволило автором корректно определить координационное число германия в обеих фазах, минуя методические трудности, связанные с прямым измерением на ядрах ^{73}Ge . Дополнительным достоинством работы является систематический подход – исследованы четыре состава ($x=0,5, 1, 2, 3$), что позволило выявить общие закономерности.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием современного аттестованного оборудования, комплексным применением нескольких мёссбауэровских изотопов, контролем состава методом РФА, а также воспроизводимостью данных и их согласованностью с теми литературными результатами, которые не противоречат выводам автора. Публикационная активность соискателя (10 статей в журналах ВАК/Scopus)

и апробация на представительных конференциях свидетельствуют о высоком уровне работы.

Диссертация Петрушина Ю.А. «Исследование локального окружения атомов в аморфных и кристаллических плёнках $\text{Ge}_3\text{Sb}_2\text{Te}_6$, $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GeSb_2Te_4 и GeSb_4Te_7 методом мёссбауэровской спектроскопии» является завершённым научным трудом и соответствует критериям пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства №842 от 24.09.2013 г.), а ее автор заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Кандидат технических наук, доцент кафедры Общей и технической физики,
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

«01» сентября 2026 г.

Фицак Владимир Васильевич

Контактные данные автора отзыва на автореферат:

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы
Екатерины II»,

199106, Санкт-Петербург, 21 линия Васильевского острова, д. 2.

Тел.: +7 (812) 328-84-65

E-mail: Fitsak_VV@pers.spmi.ru

Веб-сайт: www.spmi.ru



Подпись

Должность:

Секретарь управления делопроизводства
и контроля документооборота

Е.Р. Яковлева

01.09.2026