

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И МИНЕРАЛЬНОГО
СЫРЬЯ ИМ. И.В. ТАНАНАЕВА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Аспирантура



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Фундаментальные научные основы технологии
монокристаллических и керамических материалов электронной техники
на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов»
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлениям подготовки высшей квалификации
04.06.01 Химические науки
(профиль направления 02.00.01 – Неорганическая химия)
18.06.01 Химическая технология
(профиль направления 05.17.01 – Технология неорганических веществ)

Уровень – подготовка кадров высшей
квалификации.
Квалификация выпускника –
Исследователь. Преподаватель-
исследователь.
Форма обучения – очная.
Срок освоения – 4 года.

Апатиты, 2014 г.

1. Область применения программы

Рабочая программа по дисциплине по выбору «Фундаментальные научные основы технологии монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов» является обязательной дисциплиной вариативной части основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура) по направлениям 04.06.01 Химические науки (профиль направления 02.00.01 – Неорганическая химия), 18.06.01 Химическая технология (профиль направления 05.17.01 – Технология неорганических веществ). утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ № 274 от 08.10.2007 г.; согласно учебного плана ИХТРЭМС КНЦ РАН по основной образовательной программе аспирантской подготовки; в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (Уровень высшего образования «Подготовка кадров высшей квалификации»), направления подготовки «04.06.01- Химические науки», «18.06.01- Химическая технология», «22.06.01- Технологии материалов», утвержденные приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 30 июля 2014 г., № 869, 883.

Дисциплина «Фундаментальные научные основы технологии монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов» для аспирантов и соискателей знакомит с системой основных научных знаний и методов исследований в области современного материаловедения кристаллических систем. Эти знания могут быть использованы специалистами в их деятельности в различных научных, производственных и учебных организациях.

Программа разработана в Лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС КНЦ РАН (руководитель академик В.Т. Калинин, ответственные разработчики д.ф.-м.н. Н.В.Сидоров, д.т.н. М.Н. Палатников), одобрена Ученым советом ИХТРЭМС КНЦ РАН.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП)

Дисциплина является дисциплиной по выбору вариативной части основной образовательной программы в соответствии с ФГОС ВО компетенций.

3. Требования к уровню подготовки обучающегося в рамках данной дисциплины.

Выпускник, освоивший программу дисциплины, в соответствии с ФГОС ВО должен обладать следующими компетенциями:

По направлению 04.06.01:

общепрофессиональными компетенциями:

- способностью и готовностью к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий (ОПК-1);
- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

профессиональными компетенциями:

- способность к проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области изучения строения и свойств материалов на основе синтетических и природных моно- и поликристаллических образцов (ПК-1);
- способность и готовность к изучению методов неорганической химии, включая синтез неорганических соединений различными способами, изучение их строения, химических превращений и свойств физическими и физико-химическими методами (ПК-4).

по направлению 18.06.01:

общепрофессиональными компетенциями:

- владение культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

профессиональными компетенциями:

- способность к проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области изучения строения и свойств материалов на основе синтетических и природных моно- и поликристаллических образцов (ПК-1);
- способность и готовность к разработке новых подходов и к созданию новых наноматериалов различными методами (ПК-6).

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Таблица 1

Объем учебной работы по дисциплине

Виды занятий	Курс	
	1	2
Лекционные, ч.	10	10
Контроль самостоятельной работы, ч.	2	2
Самостоятельная работа, ч	96	96
Всего часов по дисциплине	108	108

Таблица 2

4.2. Содержание предмета

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	Семинары	Самост. работа
1.	Строение монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов. Кристаллические фазы переменного состава. Монокристаллические и керамические материалы электронной техники со структурой кислородно-октаэдрического типа. Особенности структуры монокристаллов ниобата и танталата лития, как фаз переменного состава.	2		24
2.	Фазовые диаграммы ниобата и танталата лития. Подготовка исходных компонентов и шихты. Особенности выращивания монокристаллов ниобата и танталата лития методом Чохральского.	2		24

	Механизмы твердофазного взаимодействия при твердофазном синтезе ниобата и танталата лития.			
3.	Выращивание монокристаллов ниобата и танталата лития из расплава конгруэнтного состава. Выращивание монокристаллов ниобата лития из расплава с 58,6 моль.% Li_2O . Выращивание монокристаллов ниобата лития из расплава разного состава с добавлением флюса K_2O . Подготовка исходных компонентов и синтез керамических твердых растворов $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{TaNbO}_3$ со структурой кислородно-октаэдрического типа. Механизмы твердофазного взаимодействия при синтезе твердых растворов $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{TaNbO}_3$. Особенности строения кислородно-октаэдрических керамических твердых растворов $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{TaNbO}_3$ со структурой перовскита и псевдоильменита.	4		24
4.	Методы исследования монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов. Методы исследования структуры кристаллов и керамик. Рентгеноструктурный анализ. Полнопрофильный рентгеноструктурный анализ. Колебательная спектроскопия. Комбинационное (рамановское) рассеяние света. Спектр комбинационного рассеяния света монокристаллов ниобата и танталата лития и керамических твердых растворов $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{TaNbO}_3$ со структурами перовскита и псевдоильменита. Диэлектрическая спектроскопия. Рассеяние нейтронов.	4		18
5.	Физические свойства монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов: Сегнетоэлектрические явления и структурные фазовые переходы в кристаллах. Основы феноменологической теории структурных фазовых переходов. Сегнетоэлектрические структурные фазовые переходы. Домены в сегнетоэлектрических кристаллах. Ионная проводимость кристаллов. Основы ионного транспорта. Суперионная проводимость. Особенности структуры кристаллов при суперионной проводимости. Суперионная проводимость и структурные фазовые переходы в керамических твердых растворах $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{TaNbO}_3$ со структурой перовскита и псевдоильменита.	2		20

6.	Беспорядок в кристаллах. Дефекты. Модели дефектной структуры кристалла ниобата и танталата лития. Компьютерное моделирование структурного беспорядка в кристаллах. Кластеры и фракталы. Кластеризация катионов в структуре монокристаллов ниобата и танталата лития.	2		20
7.	Взаимодействие лазерного излучения с кристаллом. Нелинейнооптические и фотоэлектрические свойства кристаллов. Эффект фоторефракции в сегнетоэлектрических кристаллах. Механизмы фоторефрактивного эффекта. Особенности эффекта фоторефракции в монокристаллах ниобата и танталата лития разного состава. Наведенные лазерным излучением микро- и наноструктуры в фоторефрактивном монокристалле ниобата лития и их проявление в спектре комбинационного рассеяния света. Применение эффекта фоторефракции для записи информации кристаллами. Фотовольтаический эффект в сегнетоэлектрических кристаллах. Фоторефрактивное (фотоиндуцированное) рассеяние света в сегнетоэлектрических кристаллах. Модели и основные типы фоторефрактивного рассеяния света в кристаллах. Особенности фоторефрактивного рассеяния света в номинально чистых и легированных монокристаллах ниобата и танталата лития.	2		20
8.	Применение комбинационного рассеяния света для исследований особенностей структуры и оптических свойств монокристаллов ниобата и танталата лития разного состава. Применение фоторефрактивного рассеяния света для исследований особенностей структуры и оптических свойств монокристаллов ниобата и танталата лития разного состава. Коноскопические фигуры и их применение для исследований структурного совершенства монокристаллов. Лазерная коноскопия монокристаллов.	2		22
9.	Современные научные направления в области создания и исследования физических и структурных характеристик монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов и других материалов с кислородно-октаэдрической структурой. Перспективы создания материалов с заданными свойствами на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов.	0		24
10.	Всего	20		196
11.	Контроль самостоятельной работы	4		
	Итого	216		

5. Литература

Основная литература

1. В.Т. Калинин, М.Н.Палатников, Н.В.Сидоров. Ниобат и танталат лития: Фундаментальные аспекты технологии. Апатиты, 2005. 108с.
2. Максименко В.А., Сюй А.В., Карпец Ю.М. Фотоиндуцированные процессы в кристаллах ниобата лития. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.- 96 с.
3. 15. В.А.Сандлер, Н.В.Сидоров, М.Н.Палатников. Диэлектрические кристаллы: симметрия и физические свойства. Изд-во КНЦ РАН, Апатиты. 2010. Ч.1, 204 с., Ч.2.176 с.
4. 16. А.В.Сюй, Н.В.Сидоров, Е.А.Антонычева. Фоторефрактивные свойства и особенности строения нелинейнооптического кристалла ниобата лития. Хабаровск, ДВГУПС. 2011, 108 с.
5. 17. Н. В. Сидоров, Б.Н.Маврин, П.Г.Чуфырев, М. Н. Палатников. Фононные спектры монокристаллов ниобата лития. Ред. акад. В.Т.Калинников. Изд-во КНЦ РАН, Апатиты, 2012, 215 с.
- 6.

Дополнительная литература

7. Кузьминов Ю.С. Электрооптический и нелинейнооптический кристалл ниобата лития. М.: Наука. 1987. 262 с.
8. Палатников М.Н., Сидоров Н.В., Калинин В.Т. Сегнетоэлектрические твердые растворы на основе оксидных соединений ниобия и тантала. Санкт-Петербург, Наука, 2001. 302 с. (переиздание в 2002 г.).
9. Н.В.Сидоров, Т.Р.Волк, Б.Н.Маврин, В.Т.Калинников. Ниобат лития: дефекты, фоторефракция, колебательный спектр, поляритоны. М.:Наука. 2003. 250с.
10. Жижин Г.Н., Маврин Б.Н., Шабанов В.Ф. Оптические колебательные спектры кристаллов. М.: Наука. 1984. 232 с.
7. Пуле А., Матье Ж.-П. Колебательные спектры и симметрия кристаллов. М. : Мир. 1973. 437 с.
8. Парсонидж Н., Стейвли Л. Беспорядок в кристаллах. М.: Мир. 1982. Т.1. 434 с., т.2. 335 с.
9. Применение спектров комбинационного рассеяния. Под ред. А.Андерсона и К.И.Петрова. М.: Мир. 1977. 586 с.
- 10.Volk T., Wohlecke M. Lithium niobate. Defects, photorefractive and ferroelectric switching. Berlin. Springer, 2008.- 250 P.
11. Gunter P. Photorefractive Materials and Their Applications 1. Peter Gunter, Jean-Pierre Huidnard. Springer, 2007. -P.421
- 12.
13. Б.И.Стурман, В.М. Фридкин Фотогальванический эффект в средах без центра симметрии и родственные явления. М.: Наука, 1992.- 208 с.
14. Сидоров Н.В., Калинин В.Т. Процессы разупорядочения в сегнетоэлектрических кристаллах и их проявление в спектрах комбинационного рассеяния света. Изд-во КНЦ РАН. Апатиты. 2001. 158с.

б) программное обеспечение:

Microsoft Office 2003/2007

CorelDRAW Graphics Suite X5 Classroom

MathCAD Education - University Edition

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
электронные ресурсы Springer, <http://www.springer.com/gp/>
электронные ресурсы Wiley, <http://onlinelibrary.wiley.com>
ЭБС Издательства «Лань», <http://e.lanbook.com/> ;
ЭБС IQlib<http://www.iqlib.ru/>,
ЭБС «[Национальный цифровой ресурс "Рукопт"](http://www.rucont.ru/)<http://www.rucont.ru/>

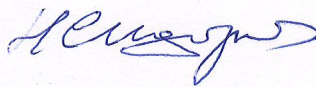
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории института, презентационное оборудование

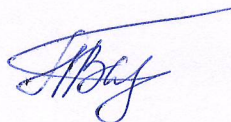
Разработчики:

Программа разработана в Лаборатории материалов электронной техники ИХТРЭМС КНЦ РАН (руководитель академик В.Т. Калинин, ответственные разработчики д.ф.-м.н. Н.В.Сидоров, д.т.н. М.Н. Палатников), одобрена Ученым советом ИХТРЭМС КНЦ РАН 04 октября 2012 г. протокол №13.

Сидоров Н.В., д.ф.-м.н., профессор
Палатников М.Н., д.т.н.



Согласовано
Ученый секретарь
ИХТРЭМС КНЦ РАН, к.т.н.



Васильева Т.Н.