

ДПП СКАН.jpeg

ДПП СКАН 2017.doc

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных
материалов»
ФГБНУ ТИСНУМ

ПРИНЯТО

На заседании Ученого совета
ФГБНУ ТИСНУМ

Протокол № 2016-11-03

« 3 » ноября 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБНУ ТИСНУМ

В.Д. Бланк

« 3 » ноября 2016 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

Методы исследования твердых тел при высоких давлениях
в сдвиговой камере с алмазными наковальнями (СКАН)

Срок освоения 36 академических часов

г. Москва, г. Троицк
2016 год

СОДЕРЖАНИЕ

Оглавление	стр.
Введение	3
Общие положения	3
Характеристика программы	3
Планируемые результаты обучения	4
Календарный учебный график	5
Учебный план	5
Рабочая программа	6
Организационно-педагогические условия реализации программы	8
Формы контроля и аттестации	11
Оценочные средства	11
Нормативные правовые акты	12

1. ВВЕДЕНИЕ

Рабочая программа предназначена для реализации повышения квалификации специалистов в рамках направления подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия».

Целью повышения квалификации является повышение профессионального уровня специалистов, развитие творческой инициативы, подготовка к выполнению новых трудовых функций.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации по теме «Методы исследования твердых тел при высоких давлениях в сдвиговой камере с алмазными наковальнями (СКАН)» (далее – Программа), по специальности «Приборы и методы экспериментальной физики», представляет собой совокупность требований, обязательных при ее реализации в рамках системы образования.

2.2. Направленность Программы практико-ориентированная и заключается в удовлетворении потребностей профессионального развития научных и инженерных работников, обеспечении соответствия их квалификации меняющимся условиям профессиональной деятельности и социальной среды.

2.3. Цель Программы – совершенствование имеющихся компетенций, приобретение новых компетенций для повышения профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

2.4. Задачи Программы:

- обновление существующих теоретических и освоение новых знаний, методик и изучение передового практического опыта в области экспериментальной физики;
- усвоение и закрепление на практике профессиональных знаний, умений и навыков, обеспечивающих совершенствование профессиональных компетенций по вопросам методов исследования твердых тел при высоких давлениях в сдвиговой камере с алмазными наковальнями.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

3.1. Трудоемкость освоения Программы составляет 36 академических часов (1 академический час равен 45 мин).

3.2. Программа реализуется в очной форме обучения (с отрывом от работы) на базе федерального государственного бюджетного научного учреждения «Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов» (далее - ФГБНУ ТИСНУМ) Минобрнауки России.

К освоению Программы допускаются научные работники специальностей, установленные номенклатурой специальностей научных работников (утвержденных Приказом Министерства образования и науки РФ от 25 февраля 2009 г. N 59 "Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени», отрасль науки - физико-математическая), а также инженерный и технический состав с высшим образованием

3.3. Для формирования профессиональных умений и навыков в Программе предусматриваются: лекционные, практические и контролируемые занятия.

3.4. Содержание Программы построено в соответствии с модульным принципом, структурными единицами модуля являются разделы. Каждый раздел модуля подразделяется на темы, каждая тема – на элементы.

Для удобства пользования Программой в учебном процессе каждая его структурная

единица кодируется. На первом месте ставится код раздела (например, 1), на втором – код темы (например, 1.1), далее – код элемента (например, 1.1.1). Кодировка вносит определенный порядок в изучении разделов и тем, содержащихся в Программе.

3.5. Учебный план определяет перечень, трудоемкость, последовательность и распределение модулей (разделов), устанавливает формы организации учебного процесса и их соотношение (лекции, практические занятия), формы контроля знаний и умений обучающихся.

С учетом базовых знаний обучающихся и актуальности задач в системе непрерывного образования отделом образовательных программ и аспирантуры могут быть внесены изменения в распределение учебного времени, предусмотренного учебным планом программы, в пределах 15 % от общего количества учебных часов.

3.6. В Программу включены планируемые результаты обучения, в которых отражаются требования профессиональных стандартов или квалификационных характеристик по соответствующим должностям, профессиям и специальностям.

3.7. Программа содержит требования к итоговой аттестации обучающихся, которая осуществляется в форме зачета и выявляет теоретическую и практическую подготовку в соответствии с целями и содержанием программы.

3.8. Организационно-педагогические условия реализации Программы включают:

- а) тематику учебных занятий и их содержание для совершенствования компетенций;
- б) учебно-методическое и информационное обеспечение;
- в) материально-техническое обеспечение;
- г) кадровое обеспечение.

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Требования к квалификации:

Уровень образования работников, проходящих повышение квалификации должен соответствовать установленным квалификационным требованиям к конкретным должностям, а именно: уровень профессионального образования – высшее образование соответствующее отрасли 01.00.00 Физико-математические науки и некоторые специальности отрасли 05.00.00 технические науки.

4.2. Результаты обучения по Программе, направлены на совершенствование компетенций, усвоенных в рамках полученного ранее высшего профессионального образования, и в приобретении компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности по вышеуказанным специальностям.

4.3. Характеристика профессиональных компетенций, подлежащих совершенствованию в результате освоения Программы.

У обучающегося совершенствуются следующая профессиональная компетенция (далее – ПК):

Способность самостоятельно использовать методы для исследования твердых тел при высоких давлениях в сдвиговой камере с алмазными наковальнями (СКАН).

4.4. Характеристика новых профессиональных компетенций, приобретаемых в результате освоения Программы.

У обучающегося должна быть сформирована следующая профессиональная компетенция (ПК-2):

Способность самостоятельно исследовать и применять физические явления и процессы, которые могут быть использованы для исследования твердых тел при высоких давлениях в сдвиговой камере с алмазными наковальнями (СКАН). (ПК- 2).

Требования к результатам освоения содержания программы

В результате изучения программы обучающийся должен:

Знать: естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной дея-

тельности, основные тенденции развития приборов и методов экспериментальной физики;
Уметь: разрабатывать методы исследовательских испытаний;
 производить калибровку приборов и методов экспериментальной физики с учетом конкретной научной или технической задачи;
Владеть: навыками и методами работы со специализированным оборудованием;
 навыками применения знаний в экспериментальной работе.

5. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

График обучения				
Форма обучения	Академических часов в день	Дней в неделю	Общая трудоемкость Программы в часах	Итоговая аттестация
Очная	6-8	5	36	зачет

6. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Код	Наименование разделов дисциплин и тем	Всего часов	Форма контроля			
			Лекции	СР	ПРАКТ. ЗАН.	
1	Фундаментальные и прикладные вопросы при изучении физических свойств алмаза.	12	12	–	–	Промежуточный контроль (тестовые задания)
1.1	Физика, химия и механика процессов деформации твердых тел.	6	6	–	–	Текущий контроль (опрос)
1.2	Преимущества и ограничения методов исследования в СКАН.	2	2	–	–	Текущий контроль (опрос)
1.3	Измерительные приборы, методы.	4	4	–	–	Текущий контроль (опрос)
2	Измерение напряжений и упругих модулей в образцах, нагруженных в СКАН.	10	10	–	–	Промежуточный контроль (опрос)
2.1	Измерения напряжений в образцах по спектрам КРС алмазной наковальни и алмазная шкала напряжений.	2	2	–	–	Текущий контроль (опрос)
2.2	Вычисление напряжений в образце и в вершине алмазной наковальни по спектрам КРС.	4	4	–	–	Текущий контроль (опрос)
2.3.	Измерение модуля объемного сжатия.	4	4			Текущий контроль (опрос)
3	Основы работы со СКАН.	6	–	–	6	Промежуточный контроль (опрос)
3.1	Практические занятия.	6	–	–	6	Текущий контроль (опрос)
4	Методы исследования в СКАН.	6	–	–	6	Промежуточный контроль (опрос)

Код	Наименование разделов дисциплин и тем	Всего часов	Форма контроля			
			Лекции	СР	ПРАКТ.ЗАН.	
4.1	Практические занятия	6	–	–	6	Текущий контроль (опрос)
5.	Проверка усвоения курса. Зачетное занятие.	2	–	–		Контрольный опрос
Итоговая аттестация		2	–	–	–	Зачет (контрольные вопросы)
Всего		36	22	–	12	2

7. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по теме «Методы исследования твердых тел при высоких давлениях в сдвиговой камере с алмазными наковальнями (СКАН)»

РАЗДЕЛ 1.

Фундаментальные и прикладные вопросы при изучении физических свойств алмаза

Код	Наименования тем, элементов и подэлементов
1.1.	Физика, химия и механика процессов деформации твердых тел.
1.1.1.	Основные понятия динамики решетки: динамическая задача, адиабатическое приближение; равновесие; колебания атомов - линейное и общее решение; свойства нормальных колебаний; упругие постоянные и силовые константы. Тензор деформации. Тензор напряжений.
1.1.2.	Термодинамика деформирования: фундаментальные определения упругих констант. Закон Гука. Одноосная деформация. Одноосное напряжение. Всестороннее сжатие. Чистый сдвиг.
1.1.3.	Прочность и теоретическая прочность: понятие прочности с точки зрения механики твердого деформируемого тела; предельно достижимая прочность. Механизмы пластической деформации. Модели, описывающие соотношение между прочностью и упругими модулями.
1.2.	Преимущества и ограничения методов исследования в СКАН.
1.2.1.	Ограничения на предельные статические давления, достижимые в СКАН. Устойчивость алмазной решетки. Прочность алмаза.
1.2.2.	Сверхтвердые материалы: особенности прочности ковалентных кристаллов; прочностные свойства материалов, образованных ковалентно связанными атомами углерода; особенности движения дислокаций при разных температурах в алмазе и кремнии;
1.2.3.	Потеря устойчивости решетки и фазовые переходы как механизмы пластической деформации сверхтвердых материалов; ковалентные материалы с упругими модулями, превышающими алмаз.
1.3.	Измерительные приборы, методы
1.3.1.	Устройство СКАН; принципы юстировки; типы алмазных наковален; способы нагружения образцов.
1.3.2.	Способы загрузки образцов в СКАН. Методы лазерного нагрева.

РАЗДЕЛ 2.

Измерение напряжений и упругих модулей в образцах, нагруженных в СКАН.

Код	Наименования тем, элементов и подэлементов
-----	--

2.1	Измерения напряжений в образцах по спектрам КРС алмазной наковальни и алмазная шкала напряжений.
2.1.1.	Комбинационное рассеяние света.
2.1.2.	Ограничения метода измерений давления по рубиновой шкале; Анализ возможности измерения напряжений в образце методом пьезоспектроскопии.
2.1.3.	Пьезоспектроскопия.
2.2.	Вычисление напряжений в образце и в вершине алмазной наковальни по спектрам КРС.
2.2.1.	УФ/Видимая спектроскопия молекулярного поглощения, флуоресцентная/ фосфоресцентная спектроскопия, Рамановская спектроскопия, ИК спектроскопия.
2.2.2.	Экспериментальное исследование расщепления трижды вырожденной оптической моды алмаза на синглет и дуплет в вершине напряженной алмазной наковальни.
2.2.3.	Тензор напряжений в вершине алмазной наковальни.
2.2.4.	Тензор напряжений в образце.
2.3.	Измерение модуля объемного сжатия.
2.3.1.	Зависимость частоты фононов от давления; Зависимости модулей упругости от давления и объема. Коэффициент и тензор Грюнайзена.
2.3.2.	Различие динамического и статического нагружений. Термодинамические свойства твердых тел при высоких давлениях и температурах.

РАЗДЕЛ 3. Основы работы со СКАН

Код	Наименования тем, элементов и подэлементов
3.1.	Практическое занятие
3.1.1.	Юстировка СКАН.
3.1.2.	Измерение давления в образце методом пьезоспектроскопии.
3.2.3.	Изготовление гasket и загрузка образца в СКАН. Экспериментальное определение модуля объемного сжатия образца.

РАЗДЕЛ 4. Методы исследования в СКАН

Код	Наименование тем, элементов и подэлементов
4.1	Отработка умений и навыков при работе с методом исследования в СКАН
4.1.1.	Экспериментальное исследование распределения давления в образце.
4.1.2.	Экспериментальное исследование влияния фазового перехода на аномалии на распределение давления в образце.
4.1.3.	Экспериментальное исследование влияния сдвиговых деформаций на гистерезис фазового перехода.

РАЗДЕЛ 5. Зачетное занятие

5.1.	Итоговая аттестация (Зачетное занятие)
5.1.1.	Обсуждение проведенных занятий. Рассмотрение нестандартных вопросов.
5.1.2.	Контрольный опрос по пройденному материалу.

8. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

8.1. Тематика учебных занятий и их содержание для совершенствования компетенций:

Лекционные занятия:

№	Тема лекции	Содержание	Совершенствуемые компетенции
1.	Физика, химия и механика процессов деформации твердых тел.	1.1	ПК-1, ПК-2
2.	Преимущества и ограничения методов исследования в СКАН.	1.2	ПК-1, ПК-2
3.	Измерительные приборы, методы	1.3.	ПК-2
4	Измерения напряжений в образцах по спектрам КРС алмазной наковальни и ал-мазная шкала напряжений.	2.1.	ПК-2
5	Вычисление напряжений в образце и в вершине алмазной наковальни по спектрам КРС.	2.2	ПК-2
6	Измерение модуля объемного сжатия.	2.3	ПК-2

Практические занятия:

№	Тема практического занятия	Содержание	Совершенствуемые компетенции
1.	Основы работы со СКАН.	3.1	ПК-1
	Юстировка СКАН.	3.1.1.	ПК-1
	Измерение давления в образце методом пьезоспектроскопии.	3.1.2.	ПК-1
	Изготовление гasket и загрузка образца в СКАН. Экспериментальное определение модуля объемного сжатия образца.	3.2.3.	ПК-1
2.	Отработка умений и навыков при работе с методом исследования в СКАН.	4.1	ПК-1, ПК-2
3.	Экспериментальное исследование распределения давления в образце.	4.1.1	ПК-1, ПК-2
4.	Экспериментальное исследование влияния фазового перехода на аномалии на распределение давления в образце.	4.1.2	ПК-1, ПК-2

Итоговая аттестация:

№	Зачетное занятие	Содержание	Совершенствуемые компетенции
1	Контрольный опрос.	5.1.2	ПК-1, ПК-2

8.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Основная литература:

1. Попов М.Ю. Фазовые и структурные превращения в углероде и азоте при высоких давлениях и создание новых наноматериалов на их основе. Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук / Институт проблем химической физики Российской академии наук. Москва, 2011.
2. Попов М.Ю. Фазовые и структурные превращения в углероде и азоте при высоких давлениях и создание новых наноматериалов на их основе. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук / Институт проблем химической физики Российской академии наук. Москва, 2011.
3. Попов М.Ю. Механические свойства сверхтвердых и ультратвердых материалов на основе углеродных нанокластеров. Учебное пособие. М.: МФТИ, 2014. -96 с.

Дополнительная литература:

1. Grimvall G. Thermophysical Properties of Materials. Elsevier, 1999.
2. Tندر R.F. Tensor Properties of Solids. Morgan & Claypool, 2008
3. Работнов Ю.Н. Механика твердого деформируемого тела. —М.: Наука, 1988.
4. Gilman J. J. CHEMISTRY AND PHYSICS OF MECHANICAL HARDNESS. John Wiley & Sons, Inc. 2009.
5. Морозов Е.М., Зернин М.В.. Контактные задачи механики разрушения. М.: Машиностроение, 1999.
6. Richard F. Tندر. Tensor Properties of Solids: Phenomenological Development of the Tensor Properties of Crystals. Morgan & Claypool, 2008
7. Sirdeshmukh D.B., Sirdeshmukh L., Subhadra K.G. Micro- and Macro-Properties of Solids. Springer, 2006

8.3 Базы данных, информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека: электронные научные информационные ресурсы зарубежного издательства Elsevier, www.elsevier.ru
2. Научная электронная библиотека: электронные научные информационные ресурсы зарубежного издательства Springer, www.springer.com
3. Научная электронная библиотека: elibrary.ru
4. Научная электронная библиотека диссертаций и авторефератов: www.dissercat.com
5. Российская национальная библиотека: www.nlr.ru
6. Журналы по физике твердого тела (Физика твердого тела, Кристаллография, ЖТФ, Письма в ЖТФ, Physica Status Solidi b, Physical Review B и др.), доступные через Internet научные и научно-технические журналы, электронные конспекты лекций, учебные пособия и сборники задач, разработанные для данного курса

Программное обеспечение:

1. Windows 7 Enterprise
2. Microsoft Office Professional Plus 2013 with SP1
3. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations

Интернет-сайты:

Журналы издательства SAGE

Список журналов и глубина доступа: http://www.neicon.ru/res/List/sage_prem_list.doc

Адрес для работы с ресурсом: <http://sagepub.com/home.nav>

Журнал Nature

Адрес: <http://nature.com>

Журнал Science

Адрес: <http://www.sciencemag.org/>

Журналы American Institute of Physics

Адрес: <http://scitation.aip.org/>

Журналы The Optical Society of America (OSA) – Optics InfoBase

Список журналов: http://neicon.ru/res/List/osa_list.doc

Адрес для работы с ресурсом: <http://opticsinfobase.org>

Издания по оптике и фотонике SPIE Digital Library

Список журналов: http://neicon.ru/res/List/spie_list.doc

Адрес для работы с ресурсом: <http://spiedigitallibrary.org>

8.4. Материально-техническое обеспечение

Лекционный зал с мультимедийным оборудованием (Аудитория №6)

Монитор NEC (1 шт.)

Системный блок Microlab(1 шт.)

Клавиатура+мышь Genius(1 шт.)

Интерактивная доска Triumph Board (1 шт)

Мультимедийное оборудование:

Усилитель AVE, колонки, проектор IPRO-ГЕСТА, документ-камера, лазерная указка, пульт дистанционного управления презентациями, микрофон, смарт-тв LG на подставке

Копировальный аппарат Canon (1 шт.)

Принтер HP Laser Jet (1 шт.)

Стол для лекционных занятий (11 шт.)

Стул (20 шт.).

Учебная Аудитория (Аудитория №4):

Специальное оборудование для проведения научных исследований:

Renishaw in Via

Романовский микроскоп

Оптический микроскоп

Olympus

Электронный станок (ФГБНУ ТИСНУМ, Россия)

Устройство для проверки плоскопараллельности алмазных наковален (ФГБНУ ТИСНУМ, Россия)

Устройство для центровки наковален в СКАН (ФГБНУ ТИСНУМ, Россия)

Локальная вычислительная сеть и беспроводная сеть для комфортной работы с компь-

ютерами (ноутбуками) в каждом отделе, отделении и лаборатории со свободным выходом пользователей сети в Интернет (компьютеры с выходом в Интернет – 70 шт.); Аудиторный и библиотечный фонд, в том числе дистанционные и электронные возможности, для самостоятельной подготовки обучающихся.

8.5. Кадровое обеспечение

Реализация Программы осуществляется научно-педагогическим составом, состоящим из специалистов, систематически занимающихся научной и научно-методической деятельностью со стажем работы в системе высшего и/или дополнительного профессионального образования, научной сферы в области физико-математических и технических наук не менее 5 лет.

9. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И АТТЕСТАЦИИ

9.1. Текущий контроль хода освоения учебного материала проводится в форме устного опроса. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования.

9.2. Итоговая аттестация обучающихся по результатам освоения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации проводится в форме зачета.

9.3. Обучающиеся допускаются к итоговой аттестации после изучения Программы в объеме, предусмотренном учебным планом.

9.4. Обучающиеся, освоившие Программу и успешно прошедшие итоговую аттестацию, получают удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

10. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Примерная тематика контрольных вопросов:

Пластичность и упругость
основные понятия динамики решетки - силовые константы и соотношение для модуля объемного сжатия
прочность и теоретическая прочность - определения и основные модели
механизмы пластической деформации
модели, описывающие соотношение между прочностью и упругими модулями
достижимость теоретического предела прочности в наноструктурированных материалах
сверхтвердые материалы - параметры, по которым определяется этот класс материалов

Влияние высоких давлений на механические свойства твердых тел
давление и напряжения
коэффициент и тензор Грюнайзена - определение понятия
различие динамического и статического нагружений
зависимость упругих модулей от давления
пьезоспектроскопия - основные понятия и соотношения

Некоторые задачи неупругости и механики разрушения
модель твердости в механике твердого деформируемого тела (соотношение между твердостью и пределом текучести)
трещиностойкость - определение понятия
износостойкость - определение понятия
соотношение между трещиностойкостью, твердостью и износостойкостью

Основы экспериментальных методов исследования механических свойств сверхтвердых материалов
твердость
прочность и упругие модули
износостойкость
трещиностойкость

11. НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 25 февраля 2009 г. N 59 "Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени"
4. Приказа Министерства образования и науки РФ от 15.01.2013 г. № 10 «О федеральных государственных требованиях к минимуму содержания дополнительных профессиональных образовательных программ профессиональной переподготовки и повышения квалификации педагогических работников, а также к уровню профессиональной переподготовки педагогических работников»;
5. Письма Минобрнауки России от 09.10.2013 № 06 - 735 «О дополнительном профессиональном образовании».