

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФВТ

 А.Н. Яковлев
« ___ » _____ 2015 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)
«Исследование структуры и свойств керамических наноматериалов»**

Направление (специальность) ООП Материаловедение и технологии материалов

Профиль(и) подготовки (специализация, программа) Программа повышения квалификации "Технологии наноструктурированных композиционных оксидных и безоксидных керамических материалов"

Базовый учебный план приема _____ 2015 – 2016 г.

Семестр 1, 2

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	15
Практические занятия, ч	39
Лабораторные занятия, ч	4
Аудиторные занятия, ч	58
Самостоятельная работа, ч	14
ИТОГО, ч	108 часов

Вид промежуточной аттестации _____ зачет

Обеспечивающее подразделение _____ кафедра НМНТ

Заведующий кафедрой _____

О.Л. Хасанов
(ФИО)

Руководитель ППК _____

О.Л. Хасанов
(ФИО)

Преподаватель _____

И.А. Божко
(ФИО)

2015 г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Профессиональный модуль 1 «Исследование структуры и свойств керамических наноматериалов» предназначен для повышения квалификации инженеров – исследователей и разработчиков технологии производства наноструктурированной керамики и инженеров – технологов производства наноструктурированной керамики. Программа профессионального модуля «Исследование структуры и свойств керамических наноматериалов» используется в части получения следующих результатов:

ПК 1¹. Диагностировать и испытывать композиционные керамические материалы, в том числе наноструктурированные.

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Программа профессионального модуля 1 «Исследование структуры и свойств керамических наноматериалов» является составной частью программы повышения квалификации «Технологии наноструктурированных композиционных оксидных и безоксидных керамических материалов». Обучающийся по данной программе, может выбрать этот модуль для построения своей индивидуальной образовательной программы при условии аттестации по модулю 1 данной программы повышения квалификации.

Для освоения данного профессионального модуля обучающийся должен иметь опыт работы на производстве по производству керамики не менее 1 года, в должности инженера и набрать не менее чем 65 баллов по модулю 1 данной программы повышения квалификации.

3. Результаты освоения дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ООП освоение модуля направлено на формирование у слушателей следующих компетенций:

ПК 1. Диагностировать и испытывать композиционные керамические материалы, в том числе наноструктурированные.

В результате освоения модуля «Исследование структуры и свойств керамических наноматериалов» обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- определения физико-механических свойств керамик, в том числе наноструктурированных;
- исследования структуры и фазового состава сырья и готовой керамики, в том числе наноструктурированной;

уметь

- эксплуатировать оборудование, позволяющее диагностировать механические свойства керамик;
- проводить пробоподготовку керамик для проведения механических испытаний
- эксплуатировать оборудование, позволяющее диагностировать гранулометрический состав керамических порошков и нанопорошков методами светорассеяния;
- эксплуатировать оборудование для определения удельной поверхности порошков и нанопорошков эксплуатировать оборудование для определения коэффициентов линейного температурного расширения керамик; изучения кинетики спекания керамик;
- эксплуатировать дифрактометр;
- расшифровывать дифрактограммы керамических образцов;
- эксплуатировать просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ) ;
- расшифровывать данные электронной микроскопии;
- эксплуатировать растровый электронный микроскоп (РЭМ) ;

¹ ПК – профессиональная компетенция

знать

- виды механических испытаний;
- методики определения твердости;
- методики наноиндентирования;
- способы механической полировки керамик;
- способы химической и электрохимической полировки керамик;
- факторы, характеризующих форму частиц;
- классические методы определения гранулометрического состава порошков;
- теоретические основы метода статистического рассеяния света;
- теории адсорбции газов на твердых телах;
- устройство и технические характеристики приборов серии «Sorbi» ;
- принципы дилатометрических методов анализа;
- методики определения коэффициентов линейного термического расширения твердых тел;
- методики изучения кинетики спекания керамик с использованием дилатометров
- устройство дифрактометра;
- способы подготовки керамик для определения фазового состава;
- методы индентирования рентгенограмм;
- устройство просвечивающего электронного микроскопа;
- способы подготовки керамического образца для изучения методом ПЭМ;
- основы теории взаимодействия электронов с веществом;
- типы морфологии керамики;
- устройство растрового электронного микроскопа;
- способы подготовки керамического образца для изучения методом РЭМ.

4. Структура и содержание дисциплины*4.1 Учебно-тематический план профессионального модуля 1 «Исследование структуры и свойств керамических наноматериалов»*

Таблица 1

Наименования элементов ПМ	Всего часов	Обязательная аудиторная учебная нагрузка, часов		Практика, часов	Самостоятельная работа, часов
		всего	в т.ч. практические и лабораторные занятия		
МДК 1.1. ДИАГНОСТИКА СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ КЕРАМИКИ	33	26	18		7
Тема 1.1.1 Рентгенофазовый анализ	16	12	8		4
Тема 1.1.2 Электронная микроскопия	17	14	10		3
МДК 1.2 ТЕСТИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ НАНОКЕРАМИК	39	32	25		7
Тема 1.2.1 Механические испытания керамики	13	10	8		3
Тема 1.2.2 Определение пористости порошков и керамик	18	14	10		4
Тема 1.2.3 Термический анализ	8	8	7		-

Наименования элементов ПМ	Всего часов	Обязательная аудиторная учебная нагрузка, часов		Практика, часов	Самостоятельная работа, часов
		всего	в т.ч. практические и лабораторные занятия		
ПП 1 Практика Проектные задания				36	
Всего	108	58	43	36	14

4.2. Содержание обучения по профессиональному модулю 1 «Исследование структуры и свойств керамических наноматериалов»

Таблица 2

Наименование тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, практика, самостоятельная работа обучающихся, проекты	Объем часов
МДК 1.1. ДИАГНОСТИКА СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ КЕРАМИКИ		
Тема 1.1.1 Рентгенофазовый анализ	Содержание	
	1 Лекция 1. Качественный фазовый анализ.	2
	2 Лекция 2. Методы количественного фазового анализа.	2
	Лабораторные работы	
	1 Расшифровка дифрактограмм керамик на основе оксида циркония до и после спекания: определение параметра кристаллической решетки вещества, фазового состава вещества, микроискажений кристаллической решетки	2
	Практические занятия	
	1 Определение фазового состава керамик на основе оксида циркония до и после спекания на дифрактометре «XRD-7000S»	2
	2 Индексирование дифрактограммы, полученной с использованием рентгеновского дифрактометра. Картоотека JCPDS.	4
	Самостоятельная работа при изучении темы	
	1 Изучение устройства дифрактометра XRD-7000S»	2
2 Изучение глав учебного пособия «Подготовка образцов керамики для определения фазового состава»	2	
Тема 1.1.2. Электронная микроскопия	Содержание	
	1 Лекция 1. Просвечивающая электронная микроскопия: устройство просвечивающего электронного микроскопа, подготовка образцов	2
	2 Лекция 2. Растровая электронная микроскопия: устройство растрового электронного микроскопа, подготовка образцов	2
	Практические занятия	
1 Изучение порошков оксида алюминия методом ПЭМ 1. Подготовка образцов порошка оксида алюминия для изучения методом ПЭМ 2. Получение ПЭМ изображений порошков керамики 3. Расшифровка данных электронной микроскопии	6	

Наименование тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, практика, самостоятельная работа обучающихся, проекты	Объем часов	
	порошка оксида алюминия		
2	Изучение порошков оксида алюминия методом РЭМ Подготовка керамических объектов для исследований методом РЭМ Получение РЭМ изображений порошков керамики	4	
Самостоятельная работа при изучении темы			
1.	Составление таблицы с наиболее распространенными типами морфологии керамики	3	
МДК 1.2 ТЕСТИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ НАНОКЕРАМИК			
Тема 1.2.1. Механические испытания керамики	Содержание		
	1.	Лекция 1. Виды механических испытаний	2
	Практические занятия		
	1	Определение твердости керамик на основе карбида бора с добавками нанопорошка на твердомере	2
	2	Наноиндентирование керамики керамик на основе карбида бора с добавками нанопорошка на нанотвердомере	2
	3	Травление образцов карбидных керамик в щелочных электролитах. Оценка качества подготовки керамики на оптическом микроскопе	2
	4	Механическая полировка образцов оксидных керамик. Оценка качества подготовки керамики на оптическом микроскопе	2
	Самостоятельная работа при изучении темы		
	1	Составление таблицы сравнения методов определения твердости	1
	2	Изучение принципа работы наноиндентора	0,5
3	Составление конспекта: способы механической и электрохимической полировки керамик	1,5	
Тема 1.2.2. Определение пористости порошков и керамик	Содержание		
	1	Лекция 1. Формы частиц твердых тел. Методы определения гранулометрического состава порошковых материалов Адсорбция газов на твердых телах	2
	2	Лекция 2. Применение лазерных анализаторов размера частиц	2
	Лабораторные работы		
	1	Сопоставление данных, полученных для порошков оксидных керамик на лазерном анализаторе размера частиц с данными растровой электронной микроскопии	2
	Практические занятия		
	1	Определение гранулометрического состава порошков оксидных керамик, полученных различными способами на лазерном анализаторе размера частиц	4
	2	Определение удельной поверхности порошков оксидных керамик, полученных различными способами (приборы серии «Sorbi»)	4
	Самостоятельная работа при изучении темы		
	1	Составление таблицы сравнения различных методов определения плотности частиц	3

Наименование тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, практика, самостоятельная работа обучающихся, проекты		Объем часов
	2	Изучение принципа работы приборов серии «Sorbi»	1
Тема 1.2.3. Термический анализ	Содержание		
	1	Лекция 1. Дилатометрия. Определения температурных коэффициентов линейного расширения керамических материалов	1
	Практические занятия		
	1	Сравнение кинетики спекания оксида циркония, полученного различными способами.	3
	2	Определение коэффициентов линейного расширения образцов оксида алюминия на дилатометре	4
Практика: виды работ	<p>Проектное задание может быть выполнено в следующих организациях: Фраунгоферовский институт керамических технологий и систем (Германия); Институт физики прочности и материаловедения СО РАН (Томск), ЗАО НЭВЗ-КЕРАМИКС (Новосибирск), Томский политехнический университет (Томск).</p> <p>Темы проектных заданий индивидуальны для слушателей и связаны с изучением структуры и свойств наноструктурированной композиционной керамики.</p>		36

5. Образовательные технологии

При изучении модуля «Исследование структуры и свойств керамических наноматериалов» следующие образовательные технологии:

Таблица 3

Методы и формы организации обучения

Методы	ФОО			
	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	СРС
IT-методы	+		+	+
Опережающая самостоятельная работа				+
Исследовательский метод		+		

IT-методы будут применяться для расчета основных физико-химических параметров по экспериментальным данным в ходе выполнения лабораторных работ, статистической обработки экспериментальных данных, оформления отчетов лабораторных работ, оформления рефератов в виде презентаций.

Опережающая самостоятельная работа при работе со студентами будет заключаться в том, что заранее перед лекцией студентам будет выдана тема для подготовки. Во время лекции будет обсуждаться тема в виде диалога или дискуссии.

Исследовательский метод предполагается использовать при подготовке проектной работы.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

При изучении дисциплины предусмотрено несколько типов внеаудиторной

(самостоятельной) работы:

Текущая самостоятельная работа

- 1. Подготовка к лекции** включает работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса, (опережающая самостоятельная работа).
- 2. Подготовка к практическим занятиям** включает проработку лекционного материала, и изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовку к тестам по изучаемым темам.
- 3. Подготовка к экзамену** включает работу с лекционным материалом, задачам рассмотренным на практических занятиях и материалов, выносимым на самостоятельное изучение.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа

- 1. Подготовка устного сообщения.** Выполняется по выбранной преподавателем теме. Проводится с использованием ресурсов Internet, научно-технической библиотеки и библиотечного фонда кафедры. Студент делает сообщение на практике с использованием компьютерной презентации, выполненной в формате Microsoft Power Point. Включает поиск, анализ, структурирование и презентацию информации.
- 2. Конспект (реферат).** Выполняется по отдельным темам, которые не рассматриваются на лекции. Проводится с использованием ресурсов научно-технической библиотеки ТПУ и библиотечного фонда кафедры НМНТ. Включает анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

Оформление материала предполагает проработку литературы, рекомендуемой преподавателем. Необходимо использовать не менее 10 источников литературы, включая не менее 2-х работ зарубежных авторов, найденных самостоятельно (использование электронных ресурсов не более 50 %).

Темы, выносимые на самостоятельную проработку (конспекты, рефераты).

1. Изучение устройства дифрактометра XRD-7000S».
2. Изучение глав учебного пособия «Подготовка образцов керамики для определения фазового состава».
3. Составление таблицы с наиболее распространенными типами морфологии керамики.
4. Составление таблицы сравнения методов определения твердости.
5. Изучение принципа работы наноиндентора.
6. Составление конспекта: способы механической и электрохимической полировки керамик.
7. Составление таблицы сравнения различных методов определения плотности частиц.
8. Изучение принципа работы приборов серии «Sorbi».
9. Сравнение кинетики спекания оксида циркония, полученного различными способами.
10. Определение коэффициентов линейного расширения образцов оксида алюминия на dilatометре.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Таблица 4

Тип контроля	Способ осуществления и тип самостоятельной работы
Самостоятельные и контрольные работы	Проводятся в виде тестов или теоретических вопросов на каждом практическом занятии (10 минут). Позволяют контролировать качество проработки лекционного материала, уровень усвоения тем, выносимых на самостоятельное изучение,

	контролировать уровень опережающей самостоятельной работы.
Устное сообщение	Проводится на практических занятиях. Позволяет контролировать качество выполнения индивидуального задания, оценить способности обучающегося к поиску, анализу, структурированию и презентации информации; оценить способность обучающегося к анализу научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.
Индивидуальные задания	Проводятся по ключевым разделам курса и сдаются на проверку преподавателю.
Проверка конспектов	Проводится на каждом занятии. Позволяет контролировать качество проработки тем, выносимых на самостоятельное изучение.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Тестирование

Инструкция для обучающегося:

В тестах закрытого типа на каждое задание отводится от 3 до 5 минут. В тестах открытого типа на каждое задание отводится от 0,5 до двух часов. Задания такого типа представляются для проверки преподавателю, затем следует обсуждение задания в рамках практических занятий. На проектные задания отводится 36 часов. Оценка проектного задания проводится 2 – 3 экспертами, один из которых является работодателем.

Задания и вопросы для оценки результатов обучения

1. Какими особенностями характеризуются рентгенограммы, полученные от наноматериалов?

А: Высокой интенсивностью дифракционных максимумов.

Б: Появлением новых дифракционных максимумов.

В: Размытием дифракционных максимумов.

2. Пикнометрические методы исследования применяют для измерения...

А: кажущейся плотности

В: истинной плотности

Б: объемной плотности

Г: плотности пор

3. Какая точка на изотерме физической адсорбции соответствует точке Б (завершению образования первого и началу заполнения второго слоя)?

А: точка начала крутого подъема

В: точка начала прямолинейного подъема

Б: точка завершения крутого подъема

Г: точка завершения прямолинейного подъема

4. Каким методом можно определить контактный угол смачивания?

А: методом ртутной порометрии

В: методом БЭТ

Б: пикнометрическим методом

Г: методом эталонной порометрии

5. В каком методе анализа текстуры пористых материалов аффинность изотерм не является обязательным условием

А: интегральный метод БЭТ

В: t -метод де Бура и Липпенса

Б: α_S -метод Синга

Г: сравнительный метод

6. Что является основным источником ошибок в методе жидкостной пикнометрии?

А: погрешность пикнометра

В: наличие пузырьков воздуха

Б: неправильный выбор иммерсионной жидкости

Г: изменение объема жидкости

7. Определение величины удельной поверхности методом БЭТ. Требования к адсорбатам.

8. Метод определения величины удельной поверхности по одной точке на изотерме адсорбции.

9. Обоснуйте выбор типа порометра для высокодисперсных образцов.

10. Сравните между собой пикнометрические методы измерения кажущейся плотности частиц.

11. Как называется напряжение, которое материал выдерживает без отклонения от закона Гука?

А: предел упругости

В: предел пропорциональности

Б: условный предел текучести

Г: предел текучести

12. В каких образцах не требуется предварительное формирование трещины в испытаниях на трещиностойкость?

А: Двухконсольная балка с надрезом

В: Короткий цилиндр с шевронным надрезом

Б: Образец с тонким прямым надрезом

Г: Пластины с прорезью

13. Какие методы необходимо использовать для оценки механических свойств нанокерамики?

14. Опишите методику определения трещиностойкости керамических материалов.

15. Сравните методики оценки трещиностойкости методом изгиба и индентирования.

16. В каких случаях определяется длительная твердость материала?

А: В случае неплоских образцов

В: При наличии многоструктурных компонентов

Б: Для твердых материалов

Г: Для определения жаропрочности

17. Шаровый индентор какого размера применяют чаще всего при измерении твердости по Бринеллю?

А: 3

В: 10

Б: 5

Г: 15

18. Минимальная длина волны R-излучения...

А: пропорциональна величине ускоряющего напряжения U

В: больше величины ускоряющего напряжения U

Б: обратно пропорциональна величине ускоряющего напряжения U

Г: меньше величины ускоряющего напряжения U

19. Опишите механизм генерации R-излучения второго типа.

20. В каких случаях используют источники излучения со сплошным спектром, а в каких с линейчатым спектром?

21. Принцип работы дифрактометра.

22. Какая линза просвечивающего электронного микроскопа формирует конечное изображение объекта?

А: Объективная линза

В: Конденсорная линза

Б: Промежуточная линза

Г: Проекционная линза

23. Перечислите различные методы исследования морфологии поверхности наноматериалов. Сравните 2 любых из перечисленных методов.

Проектное задание

Целью проектного задания является оценка полученных в ходе обучения профессиональных компетенций, позволяющих выполнять работы в рамках трудовой деятельности в сфере производства наноструктурированных керамических материалов

Структура проектного задания:

- 1 Титульный лист;
- 2 Реферат;
- 3 Содержание;
- 4 Введение;
- 5 Основная часть;
- 6 Заключение;
- 7 Список использованных источников;
- 8 Приложения.

Возможные варианты проектных заданий

- 1 Изучение особенностей пробоподготовки керамик на основе карбида бора для проведения механических испытаний
- 2 Изучение особенностей пробоподготовки керамик на основе оксида циркония для проведения механических испытаний
- 3 Определение коэффициентов линейного температурного расширения керамик разного состава.
- 4 Изучения кинетики спекания керамик на основе оксида циркония
- 5 Изучения кинетики спекания керамик на основе оксида алюминия
- 6 Исследование структуры и фазового состава сырья и готовой наноструктурированной керамики

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Образовательное учреждение, реализующее программу профессионального модуля, обеспечивает организацию и проведение текущего и промежуточного контроля демонстрируемых обучающимися знаний, умений и полученного опыта практической деятельности.

Максимальная оценка, которую слушатель может получить в процессе обучения по модулю, составляет 100 баллов, которую слушатель получает по результатам итогового контроля.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся. Цель текущего контроля – оценка сформированных знаний и умений. Набранные баллы не суммируются с баллами за итоговый контроль.

Таблица 5

Формы и методы оценки результата

Результаты	Формы и методы оценки	Баллы
<i>Знать</i>		
виды механических испытаний	Сравнение с эталоном	1
методики определения твердости		1
методики наноиндентирования		1
способы полировки керамик		1
классические методы определения гранулометрического состава порошков		1
теоретические основы метода статистического рассеяния света;		1
теории адсорбции газов на твердых телах;		1
устройство и технические характеристики приборов серии «Sorbi»		1
методики определения коэффициентов линейного термического расширения твердых тел;		1
методики изучения кинетики спекания керамик с использованием дилатометров		1
устройство дифрактометра		1
способы подготовки керамик для определения фазового состава		1
методы индентирования рентгенограмм		1
устройство просвечивающего электронного микроскопа		1
способы подготовки керамического образца для изучения методом ПЭМ		1
типы морфологии керамики		1
устройство растрового электронного микроскопа;		1
способы подготовки керамического образца для изучения методом РЭМ.	1	
<i>Уметь</i>		
эксплуатировать оборудование, позволяющее диагностировать механические свойства керамик;	Экспертная оценка	2
проводить пробоподготовку керамик для проведения механических испытаний		1
эксплуатировать оборудование, позволяющее диагностировать гранулометрический состав керамических порошков и нанопорошков методами светорассеяния;		2
эксплуатировать оборудование для определения удельной поверхности порошков и нанопорошков		2
эксплуатировать оборудование для определения коэффициентов линейного температурного расширения керамик; изучения кинетики спекания керамик		2
эксплуатировать дифрактометр		3
расшифровывать дифрактограммы керамических образцов	Сравнение с эталоном	2
эксплуатировать просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ)	Экспертная оценка	3
расшифровывать данные электронной микроскопии;	Сравнение с	3

Результаты	Формы и методы оценки	Баллы
	эталонном	
эксплуатировать растровый электронный микроскоп (РЭМ)	Экспертная оценка	3
Всего		40

Итоговый контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов выполнения проектных заданий по модулю. Цель итогового контроля – оценка полученной в ходе обучения профессиональной компетенции, позволяющих выполнять работы по разработке технологии производства наноструктурированных композиционных керамических материалов. Порядок перевода оценочных баллов в оценочное суждение определяется в оценочных средствах.

Формы и методы текущего, промежуточного и итогового контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего, промежуточного и итогового контроля служат фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений основным показателям результатов профессионального модуля.

Таблица 6

Формы и методы оценки результата

Результаты	Показатели оценки результатов	Формы и методы оценки	Баллы
(ПК – 1) Диагностировать и испытывать композиционные керамические материалы, в том числе наноструктурированных	Последовательность действий при проведении диагностики керамики соответствует методике	Сравнение с эталоном (методиками испытаний)	10
	Описанные свойства материалов находятся в достоверном интервале значений	Сравнение с эталоном	25
	Акты испытания и диагностики оформлены в соответствии с требованиями.	Сравнение с эталоном	5
	Перечень методов диагностики и испытания соответствует поставленной задаче	Экспертная оценка по критериям	60

Итоговая оценка работы

Баллы	Оценка сформированности ПК
75–100	Сформирована
менее 75	Не сформирована

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1 И.А. Божко, Е.А. Вайтулевич, Ю.Ф. Иванов, А.А. Качаев, Г.В. Лямина Методы исследования структуры и свойств керамических материалов: учебное пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 93 с.

2 Хасанов О.Л. , Бикбаева З.Г. , Двилис Э.С. , Качаев А.А. , Полисадова В.В. Твёрдость, микротвёрдость и нанотвёрдость наноструктурных керамических материалов: Учебное пособие. - Томск : ТПУ, 2012 - 81 с

3 Г.В. Лямина, А.А. Качаев, И.А. Божко, А.Ю. Годымчук и др. Порошки для изготовления керамики: учебное пособие – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 102 с. [электронный ресурс]

4 Лямина Г. В. , Вайтулевич Е. А. , Божко И. А. , Панина (Сон) А. А. Методы диагностики эксплуатационных свойств материалов: Учебное пособие. - Томск : ТПУ, 2012 - 106 с.

5 Словарь керамиста [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.ceramgzhel.ru/about_ceramics/

Internet-ресурсы:

1 Российский электронный НАНОЖУРНАЛ. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.nanorf.ru/>

2 Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы» [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.portalnano.ru/>

3 Портал нанотехнологического общества России [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.ntsrf.info/>

4 Сайт Государственной корпорации «Российская корпорация нанотехнологий» (РОСНАНО) [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.rusnano.com/>

5 Электронная база издательства Elsevier [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://elsevierscience.ru/>

6 Электронные ресурсы издательства SPRINGER [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.springer.com/>

7 Научная электронная библиотека eLIBRARY [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://elibrary.ru/>

8 Реферативная база данных по мировым научным публикациям Web of Science [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.isiknowledge.com/>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Реализация программы модуля предполагает наличие учебных кабинетов на территории работодателя, оснащенных компьютерами, соответствующих современным системным требованиям; лабораториями или производственными помещениями, оснащенными необходимым оборудованием (табл. 8).

Таблица 8

Оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Корпус	Ауд.	Колич. установок
1	Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000	10	039	1
2	Сканирующий (растровый) электронный микроскоп JEOL JSM-7500FA	10	018	1
3	Просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100F	10	021	1
4	Высокотемпературный вакуумный дилатометр NETZSCH DIL 402 E/7/G-Рy	10	039	1
5	Ультрамикротвердомер Shimadzu DUH-211S	10	018	1
6	Ртутный порозиметр Quantachrome Poremaster 33	15	206	1
7	Гелиевый пикнометр Quantachrome Ultrapycnometer 1000	15	206	1
8	Сканирующая зондовая НаноЛаборатория NT-MDT NTEGRA Aura	10	039	1
9	Микроскоп металлографический ЛОМО ММН-2	15	205	1
10	Дифракционный анализатор размеров частиц Shimadzu SALD-7101	15	201	1
11	3D рентгеновский анализатор микроструктуры с разрешением 100 нм, BRUKER, SkyScan	10	018	1
12	Zetasizer Nano ZS, Malvern USA	10	039	1
13	Микротвердомер ЛОМО ПМТ-3М	15	205	1
14	БЭТ-анализатор со станцией подготовки проб МЕТА СОРБИ-М	15	206	1
15	Прибор для определения твёрдости по методу Виккерса ТП-7Р-1	15	205	1
16	Система подготовки проб JEOL EM-09100IS Ion Slicer	10	018	1

К компьютерам в учебном классе предъявляются следующие системные требования:

Процессор: Celeron 1000 МГц и выше

Оперативная память: 1024 Мб и выше

Дисковое пространство: 80 Гб и выше

Привод CD-ROM: 52x и выше

Графическая карта: AGP 128 Мб и выше

Офисный пакет приложений Microsoft Office (Версия 2007 и выше): MS Word, Microsoft PowerPoint

Установленная программа просмотра PDF файлов: Adobe Acrobat Reader версия 1.5. – Систем треб. Adobe Acrobat 6.0 и выше

Установленный архиватор: WinRar

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки «Материаловедение и технологии материалов»

Программа одобрена на заседании Учебно-методического семинара кафедры НМНТ ИФВТ (протокол № ____ от «__» _____ 201__ г.).

Автор(ы)  / И.А. Божко

Рецензент(ы)  / Г.В. Лямина

 / Ю.Ф. Иванов

Инструкция для обучающегося

В тестах закрытого типа на каждое задание отводится от 3 до 5 минут. В тестах открытого типа на каждое задание отводится от 0,5 до двух часов. Задания такого типа представляются для проверки преподавателю, затем следует обсуждение задания в рамках практических занятий. На проектные задания отводится 36 часов. Оценка проектного задания проводится 2 – 3 экспертами, один из которых является работодателем.

Целью проектного задания является оценка полученных в ходе обучения профессиональных компетенций, позволяющих выполнять работы в рамках трудовой деятельности в сфере производства наноструктурированных керамических материалов

Структура отчета по проектному заданию:

- 1 Титульный лист;
- 2 Реферат;
- 3 Содержание;
- 4 Введение;
- 5 Основная часть;
- 6 Заключение;
- 7 Список использованных источников;
- 8 Приложения.

Методические указания для преподавателей

Каждый преподаватель проводит практические и лабораторные занятия с группой не более 10 человек по теме лекционного курса.

Для контроля степени усвоения теоретической части учебного модуля (лекций) используются тестовые и контрольные вопросы для самопроверки. По завершении содержательного раздела проводится тестовый контроль качества усвоения знаний.

При выполнении проектных заданий для каждого слушателя назначается консультант. Проектное задание выполняется слушателем самостоятельно с помощью преподавателя образовательной программы и непосредственного начальника слушателя на производстве / в проектной компании. Назначаемый в ходе обучения руководитель обязан:

- Консультировать слушателя в решении теоретических и практических задач выполняемой работы;
- Поддерживать творческую атмосферу для выполнения проектного задания;
- Контролировать качество задания в соответствии с требованиями дополнительной образовательной программы;
- Контролировать сроки и качество выполнения задания;
- Предоставить отзыв руководителя о проектном задании.

График проведения занятий и консультаций следует составить не позднее, чем за две недели до начала занятий.

Баллы за тестовые и проектные задания следует выставлять своевременно и в соответствии с п.4. программы данного модуля.

В случае несвоевременного выполнения задания слушателем, преподавателю следует известить об этом руководителя программы и координатора от производства.

Защита проектных заданий проводится на открытом заседании утверждённой аттестационной комиссии. В состав аттестационной комиссии должны входить квалифицированные специалисты с практическим опытом работы в индустрии производства и диагностики наноматериалов, высококвалифицированные преподаватели с ученой степенью. К защите допускаются лица, выполнившие требования, предусмотренные программой и успешно прошедшие все оценочные процедуры, предусмотренные программами профессиональных модулей.

Для доклада выпускнику предоставляется время, продолжительностью не более 10 минут. Доклад следует начинать с обоснования актуальности темы проектного задания, его целей и задач. Далее по разделам раскрывается основное содержание выполненной работы с акцентами на ее основные результаты, делаются выводы по работе и даются предложения по использованию ее результатов. После доклада слушатель отвечает на вопросы членов комиссии по существу работы.

Доклад должен сопровождаться презентацией не более чем из 15 слайдов. Презентация должна быть выполнена в форматах pdf (Adobe Acrobat Reader версии не ниже 9.0), ppt/pptx (Microsoft PowerPoint версии не ниже 2003). В презентации должны быть представлены графические и демонстрационные материалы, обсуждаемые в пояснительной записке к проектному заданию.

Требования к процедуре оценки проектного задания

Предмет оценки – Проектное задание

Помещение:

1 Аудитория (учебная) на 20 и более человек.

Оборудование для защиты:

- 1 Компьютер (стационарный или ноутбук);
- 2 Проектор;
- 3 Экран для проектора;
- 4 Лазерная указка;
- 5 Стенд для демонстрации чертежей и графиков формата А0;
- 6 Стол для демонстрации модельных образцов керамик.

Оценочные бланки Инструмент проверки

Таблица 9

Экспертная оценка пояснительной записки и защиты проектного задания по критериям

№	Критерий	Баллы
1	Сформулирована цель работы	5
2	Выводы в работе точно соответствуют поставленной цели	5
3	Сформулированы задачи, решаемые при выполнении работы	5
4	Обоснована актуальность темы работы	5
5	Проведен анализ источников (статьи, монографии, патенты и т.п., опубликованные не ранее, чем за 5 лет до года защиты ВКР), с указанием ссылок	5
6	Список использованных источников оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5 - 2008	5
7	Пояснительная записка выполнена согласно требованиям ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе»	5
8	Достоверность результатов проведенных экспериментов статистически подтверждена воспроизводимостью	3
9	Составлен план эксперимента, соответствующий задачам работы	3
10	Описание эксперимента в пояснительной записке соответствует плану	3
11	Эксперимент выполнен с соблюдением техники безопасности	4
12	Использование исследовательского и производственного оборудования производится в соответствии с требованиями эксплуатации	4
13	Результаты эксперимента интерпретированы однозначно	4
14	Данные эксперимента представлены в легко интерпретируемой форме (графической и табличной)	4
	ИТОГО	60

Экспертная оценка защиты комплексной проектной работы по критериям

№	Критерий	Баллы
1	Презентация оформлена в соответствии с требованиями к ВКР ТПУ	10
2	Докладчик свободно владеет специальной терминологией	10
3	Докладчик делает доклад устно без использования дополнительных источников (распечаток)	5
4	Доклад занимает время до 10 минут	5
5	Докладчик свободно сопровождает материалы презентации устной речью	
6	Докладчик правильно отвечает на вопросы комиссии	10
	ИТОГО	40