

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПРИЕМ 2020 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Технологии изготовления изделий из объемных наноматериалов

Направление подготовки/ специальность	22.04.01 Материаловедение и технологии материалов		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии		
Специализация	Производство изделий из наноструктурных материалов и аддитивные технологии		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		

Заведующий кафедрой - руководитель ОМ на правах кафедры ИШНПТ		Клименов В.А.
Руководитель ООП		Хасанов О.Л.
Преподаватель		Хасанов О.Л.

2020 г.

1. Роль дисциплины «Технологии изготовления изделий из объемных наноматериалов» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
дисциплина	3	ПК(У)-1	Способен реализовывать на производстве технологии сухого компактирования порошковых материалов, используя методы горячего и холодного прессования, ультразвукового и коллекторного компактирования	И.ПК(У)-1.4	Применяет методы компактирования и консолидации сухих нанопорошков (динамическое прессование под ультразвуковым воздействием, статическое коллекторное прессование с последующим спеканием; искровое плазменное спекание) для формирования наноструктуры в консолидированных материалах и изделиях	ПК(У)-1.4B1	Владеет опытом современного представления о свойствах наночастиц и синтеза на их основе нанокерамик, нанокompозитов
						ПК(У)-1.4У1	Умеет выбирать подходящие технологии для изготовления изделий из нанопорошков
						ПК(У)-1.4У31	Знает классификацию консолидированных наноматериалов по их структуре и свойствам
				И.ПК(У)-1.5	Использует методики определения реологических, физико-механических свойств порошковых материалов (логарифмическое уравнение прессования в безразмерной форме; реологические уравнения состояния) для прогнозирования поведения нанопорошков при прессовании и эксплуатационных свойств консолидированных наноматериалов	ПК(У)-1.5B1	Владеет опытом построения кривых уплотнения сухих порошков, характеристики физико-механических свойств консолидированных наноматериалов
						ПК(У)-1.5У1	Умеет применять аналитическое оборудование для исследования уплотнения порошков в зависимости от условий статического или динамического прессования, для определения физико-механических свойств консолидированных наноматериалов: плотность, микротвердость, прочность, трещиностойкость
						ПК(У)-1.531	Знает технологические задачи при компактировании и спекании порошков, основы реологии дисперсных систем, методики построения кривых уплотнения нанопорошков с учетом упругих и пластических свойств порошков, принципы конструирования и подбора оснастки при горячем, холодном статическом и динамическом прессовании
		ОПК(У)-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	И.ОПК(У)-5.6	Представляет тематические аналитические обзоры по проблемам создания функциональных изделий из объемных наноматериалов на основе международных информационно-поисковых систем, удовлетворяющие требованиям новизны, объективности, доказательности	ОПК(У)-5.6B1	Владеет опытом составления тематических аналитических обзоров о функциональных свойствах (физико-механических, оптических, радиационных) объемных наноматериалов и изделий из них
						ОПК(У)-5.6У1	Умеет определять эффективность научных, конструкторских и технологических разработок в области формования и консолидации изделий из объемных наноматериалов по критериям соответствия эксплуатационным требованиям
						ОПК(У)-5.631	Знает современные базы данных научных публикаций, патентов (российских и зарубежных), содержащие сведения о результатах разработок технологий функциональных объемных наноматериалов, об их структуре и эксплуатационных свойствах

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Применять знания о промежуточном масштабном состоянии объёмных наноматериалов между масштабом молекул и массивных твердых тел с учётом определяющего влияния площади поверхности на свойства наноматериалов.	И.ОПК(У)-5.6	Раздел (модуль) 1. Объемные наноструктурные материалы	Коллоквиум
РД 2	Выполнять анализ структурно-морфологического состояния объёмных наноматериалов на основе принципов классификации наноматериалов, экспериментальных данных просвечивающей, сканирующей электронной микроскопии.	И.ОПК(У)-5.6	Раздел (модуль) 1. Объемные наноструктурные материалы	Защита отчетов по лабораторным работам TEM, SALD
РД 3	Определять обоснованные подходы для оптимизации технологических режимов изготовления объёмных наноматериалов различных типов (керамических, композитных, металлических) и различных функциональных назначений (конструкционные, оптически прозрачные, радиационно-защитные, бронезащитные) на основе нанопорошков соответствующих составов.	И.ПК(У)-1.5	Раздел (модуль) 2. Технологии компактирования и консолидации сухих нано- и микро-дисперсных порошков	Защита отчета по лабораторной работе SPS
РД 4	Строить экспериментальные кривые уплотнения сухих нано- и микро-дисперсных порошков с учетом вкладов упругой и пластической деформации.	И.ПК(У)-1.5	Раздел (модуль) 2. Технологии компактирования и консолидации сухих нано- и микро-дисперсных порошков	Защита отчета по лабораторной работе «Кривые уплотнения»
РД 5	Применять логарифмическое уравнение прессования в безразмерной форме для расчёта коэффициентов уравнения прессования сухих порошков на основе анализа экспериментальных кривых уплотнения сухих порошков, для определения эффективности уплотнения сухих порошков конкретных типов.	И.ПК(У)-1.5	Раздел (модуль) 2. Технологии компактирования и консолидации сухих нано- и микро-дисперсных порошков	Коллоквиум
РД 6	Выполнять операции пробоподготовки порошков и консолидированных материалов для технологических и аналитических целей: гомогенное смешивание порошков различных составов и дисперсности; дозирование	И.ПК(У)-1.4	Раздел (модуль) 2. Технологии компактирования и консолидации сухих	Защита отчетов по лабораторным работам TEM, SALD,

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
	навесок; резка твердых образцов; шлифовка, полировка образцов; ионное травление.		нано- и микро-дисперсных порошков	«Распыление сущкой»
РД 7	Выполнять комплексные исследования порошков для характеристики их реологических свойств: дисперсности, удельной поверхности, кристаллической и микро-структуры, фазового, элементного составов современными экспериментальными методами.	И.ОПК(У)-5.6	Раздел (модуль) 1. Объемные наноструктурные материалы	Коллоквиум
РД 8	Выполнять комплексные исследования физико-механических свойств и микроструктуры консолидированных объёмных наноматериалов современными экспериментальными методами: абсолютной и относительной плотности; пористости; микро- и нано-твердости; коэффициента текучести под нагрузкой; прочности на сжатие, на изгиб; трещиностойкости.	И.ОПК(У)-5.6	Раздел (модуль) 1. Объемные наноструктурные материалы	Коллоквиум
РД 9	Выполнять технологические операции для прессования сухих порошков статическим и динамическими методами, включая коллекторное, ультразвуковое прессование с применением соответствующей прессовой и технологической оснастки.	И.ПК(У)-1.4	Раздел (модуль) 2. Технологии компактирования и консолидации сухих нано- и микро-дисперсных порошков	Защита отчета по лабораторной работе «Кривые уплотнения»
РД 10	Выполнять технологические операции для спекания нано- и микро-дисперсных порошков различных составов (керамических, композитных, металлических) методами свободного спекания или искрового плазменного спекания под внешним давлением.	И.ПК(У)-1.4	Раздел (модуль) 2. Технологии компактирования и консолидации сухих нано- и микро-дисперсных порошков	Защита отчета по лабораторной работе SPS
РД 11	Выбирать диапазоны давления прессования, мощности ультразвукового воздействия, длительности УЗ-воздействия для порошков конкретных типов на основании экспериментально установленных реологических свойств порошков.	И.ПК(У)-1.5	Раздел (модуль) 2. Технологии компактирования и консолидации сухих нано- и микро-дисперсных порошков	Защита отчетов по лабораторной работе «Кривые уплотнения»
РД 12	Выбирать условия и диапазоны режимов спекания для порошков конкретных типов на основании анализа термодинамических и реологических свойств порошков: среду спекания, материалы контейнеров для спекания, скорость нагрева, температуру спекания, длительность изотермической выдержки.	И.ПК(У)-1.5	Раздел (модуль) 2. Технологии компактирования и консолидации сухих	Защита отчетов по лабораторной работе SPS,

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
			нано- и микро- дисперсных порошков	
РД 13	Определять усадку при спекании для порошков конкретных типов на основании экспериментально установленных параметров изменения размеров образцов при выбранных режимах спекания.	И.ПК(У)-1.4	Раздел (модуль) 2. Технологии компактирования и консолидации сухих нано- и микро- дисперсных порошков	Защита отчета по лабораторной работе SPS
РД 14	Применять знания основ конструирования пресс-форм для формования из порошков изделий различной геометрии с заданными типоразмерами.	И.ОПК(У)- 5.6	Раздел (модуль) 1. Объемные наноструктурные материалы	Устный опрос
РД 15	Применять знания о возможностях существующих международных и российских базах данных научных публикаций, включая Интернет-ресурсы, для целенаправленного поиска сведений о современном состоянии технологий и свойств порошковых наноматериалов заданных составов и функционального назначения.	И.ОПК(У)- 5.6	Раздел (модуль) 1. Объемные наноструктурные материалы	Устный опрос
РД 16	Применять знания о принципах поиска патентной информации, включая Интернет-ресурсы, для целенаправленного анализа сведений о современном состоянии приоритетных прав на технологии, составы, функциональное назначение разработанных порошковых наноматериалов.	И.ОПК(У)- 5.6	Раздел (модуль) 1. Объемные наноструктурные материалы	Устный опрос

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Устный опрос	Вопросы 1: 1. Проанализировать типы классификаций объемных наноматериалов. 2. Методы изготовления нанокompозитов. 3. Нанокompозиты из полимеров и керамики. Металло-керамические композиты. Области применения наноструктурных композитов. 4. Показать вклад поверхностных свойств нанокристаллических твердых тел с учётом большой доли межзеренных границ. 5. Применить формулу зависимости скорости спекания нанопорошков от размеров зерен. 6. Каковы основные условия формирования наноструктуры при спекании? 7. Как влияют добавки нанодисперсии на процесс спекания? Вопросы 2 1. Технологические задачи при компактировании порошков. 2. Закономерности процесса одноосного прессования в закрытых жестких пресс-формах. 3. Уравнения прессования Уравнение Бережного. Модифицированное логарифмическое уравнение прессования в безразмерной форме. 4. Причины неравномерности распределения плотности в компактах порошков. Оценка перепада плотности по высоте прессовки на основе коэффициентов уравнения прессования. 5. Динамическое прессование. Магнитно-импульсный метод. Взрывное прессование. 6. Изостатическое прессование. Горячее прессование. 7. Компактирование под действием ультразвуковых колебаний. 8. Коллекторный метод прессования.
2.	Защита лабораторной работы	Вопросы: 1. Методика построения кривых уплотнения порошков с последовательными разгрузками. 2. Определите коэффициенты безразмерного логарифмического уравнения прессования (a, b, $P_{кр}$). 3. Постройте кривые уплотнения для своих смесей, определите величину достоверности аппроксимации (R^2). 4. Постройте зависимость коэффициента b от содержания в материале ZrO_2. 5. Методика работы на установке электроимпульсного искрового плазменного спекания (ИПС) SPS-515S. 6. Каким образом происходит разогрев порошкового материала в процессе ИПС?

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий
		7. Чем обусловлена необходимость использования графитовой бумаги при подготовке пресс-формы для ИПС? 8. Какую информацию о спекаемом материале позволяют определить данные, регистрируемые установкой SPS-515S в режиме реального времени? 9. В чем преимущества и недостатки метода ИПС перед другими методами консолидации? 10. Как в процессе ИПС через пресс-форму проходит импульсный электрический ток при спекании диэлектрического образца; при спекании проводящего образца?
3.	Коллоквиум	1. В чём заключается пробоподготовка для сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии? 2. Какие требования предъявляются к образцу для исследования методами просвечивающей электронной микроскопии? 3. В чем заключаются особенности процесса пробоподготовки образца для исследования методами просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ)? 4. Объясните устройство и принцип приготовления объекта исследования для ПЭМ при помощи низкоскоростной пилы «Buehler isomet» и установки для шлифования. 5. Объясните принцип работы установки для ионного утонения «JEOL Ion Slicer» 6. Метод ионного травления – основные преимущества и недостатки при изготовлении фольг. 7. Принцип формирования светлопольного/ темнопольного изображения при ПЭМ. 8. Электронная дифракция с выбранной области ПЭМ. 9. Основы элементного анализа при энерго-дисперсионной спектроскопии (EDS). 10. Принципы формирования изображения при сканирующей просвечивающей электронной микроскопии.
4.	Экзамен	Вопросы на экзамен: 1. Дефекты кристаллической структуры наночастиц, нанозёрен. Вакансии, дислокации, дефекты упаковки. Дальний и ближний рядок. 2. Основные особенности наноструктурных материалов по отношению к крупнокристаллическим материалам. 3. Факторы, определяющие микроструктуру и макроструктуру порошкового компакта. 4. Контроль однородности усадки при спекании нанопорошков. 5. Методы спекания под давлением. Искровое плазменное спекание (метод SPS). 6. Шликерное литье. Требования, предъявляемые к суспензиям и литьевому процессу. Основные количественные характеристики процесса шликерного литья. Методы получения суспензий 7. Литьё под давлением. Экструзия. Оборудование для шликерного литья и экструзии: пресс-формы, литьевые, экструзионные машины.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		8. Спекания методом литья на ленту. Спекание из прекурсоров. 9. Проблемы механической прочности и стабильности. Важнейшие термины теории прочности. Реологические уравнения состояния: закон Гука, закон Ньютона-Стокса. Вязкость. 10. Механизм образования трещин. Термодинамический механизм зародышеобразования трещины по Гриффитсу. Коэффициент интенсивности напряжений. 11. Типы электрокерамик: диэлектрики, полупроводники, проводники, сверхпроводники. РТС- и NTC- термисторы. Варисторы. Керамические ионные проводники. 12. Функциональные нанокompозиты. Радиационно-защитные нанокompозиты.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Устный опрос	Опрос проводится на практических занятиях и позволяет контролировать знания и умения, усвоенные, в основном, в ходе лекций и практических занятий. Методика оценки – экспертная оценка. Время – 45 минут. Количество вопросов от 6 до 8. В рамках дисциплины проводится 2 опроса, максимальная оценка 10 баллов.
2.	Защита лабораторной работы	Выполнение и защита лабораторной работы осуществляется подгруппой студентов (по 3- 4 человек) и предполагает работу на лабораторных установках и аналитическом оборудовании с получением реальных экспериментальных данных. Теоретические обоснования и методические описания к лабораторным работам студенты получают после первой конференцнедели для самостоятельного изучения. В составлении отчета по лабораторной работе и его защите принимают участие все студенты подгруппы. Методика оценки – экспертная оценка. Максимальная оценка – 15 баллов.
3.	Коллоквиум	Коллоквиум проводится на практических занятиях и позволяет контролировать знания и умения, усвоенные в ходе самостоятельной работы (СРС) по конкретной теме. Содержит преимущественно вопросы открытого типа по назначенной теме. Методика оценки – экспертная оценка. Время – 90 минут. Количество вопросов от 8 до 10. В рамках дисциплины проводится 1 опрос, максимальная оценка 15 баллов.
4.	Экзамен	Проводится в устной форме. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса: теоретический и практический. Время на подготовку 40 минут. Дополнительные вопросы могут не иметь

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		отношения к вопросам в экзаменационном билете. Методика оценки – сравнение с эталоном и/или экспертная оценка. Максимальная оценка – 20 баллов.

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ 2019/2020 учебный год

ОЦЕНКИ			Дисциплина	Лекции	8	час.
«Отлично»	A	90 - 100 баллов	<i>«Технологии изготовления изделий из объёмных наноматериалов»</i> по направлению <u>22.04.01 Материаловедение и технологии материалов</u>	Практ. занятия	24	час.
«Хорошо»	B	80 – 89 баллов		Лаб. занятия	16	час.
	C	70 – 79 баллов		Всего ауд. работа	48	час.
«Удовл.»	D	65 – 69 баллов		CPC	60	час.
	E	55 – 64 баллов		ИТОГО	108	час.
Зачтено	P	55 - 100 баллов			3	з.е.
Неудовлетворительно / незачтено	F	0 - 54 баллов				

Результаты обучения по дисциплине:

РД 1	Применять знания о промежуточном масштабном состоянии объёмных наноматериалов между масштабом молекул и массивных твердых тел с учётом определяющего влияния площади поверхности на свойства наноматериалов.
РД 2	Выполнять анализ структурно-морфологического состояния объёмных наноматериалов на основе принципов классификации наноматериалов, экспериментальных данных просвечивающей, сканирующей электронной микроскопии.
РД 3	Определять обоснованные подходы для оптимизации технологических режимов изготовления объёмных наноматериалов различных типов (керамических, композитных, металлических) и различных функциональных назначений (конструкционные, оптически прозрачные, радиационно-защитные, бронезащитные) на основе нанопорошков соответствующих составов.
РД 4	Строить экспериментальные кривые уплотнения сухих нано- и микро-дисперсных порошков с учетом вкладов упругой и пластической деформации.
РД 5	Применять логарифмическое уравнение прессования в безразмерной форме для расчёта коэффициентов уравнения прессования сухих порошков на основе анализа экспериментальных кривых уплотнения сухих порошков, для определения эффективности уплотнения сухих порошков конкретных типов.
РД 6	Выполнять операции пробоподготовки порошков и консолидированных материалов для технологических и аналитических целей: гомогенное смешивание порошков различных составов и дисперсности; дозирование навесок; резка твердых образцов; шлифовка, полировка образцов; ионное травление.
РД 7	Выполнять комплексные исследования порошков для характеристики их реологических свойств: дисперсности, удельной поверхности, кристаллической и микро-структуры, фазового, элементного составов современными экспериментальными методами.
РД 8	Выполнять комплексные исследования физико-механических свойств и микроструктуры консолидированных объёмных наноматериалов современными экспериментальными методами: абсолютной и относительной плотности; пористости; микро- и нано-твёрдости; коэффициента текучести под нагрузкой; прочности на сжатие, на изгиб; трещиностойкости.
РД 9	Выполнять технологические операции для прессования сухих порошков статическим и динамическими методами, включая коллекторное, ультразвуковое прессование с применением соответствующей прессовой и технологической оснастки.
РД 10	Выполнять технологические операции для спекания нано- и микро-дисперсных порошков различных составов (керамических, композитных, металлических) методами свободного спекания или искрового плазменного спекания под внешним давлением.
РД 11	Выбирать диапазоны давления прессования, мощности ультразвукового воздействия, длительности УЗ-воздействия для порошков конкретных типов на основании экспериментально установленных реологических свойств порошков.
РД 12	Выбирать условия и диапазоны режимов спекания для порошков конкретных типов на основании анализа термодинамических и реологических свойств порошков: среду спекания, материалы контейнеров для спекания, скорость нагрева, температуру спекания, длительность изотермической выдержки.
РД 13	Определять усадку при спекании для порошков конкретных типов на основании экспериментально установленных параметров изменения размеров образцов при выбранных режимах спекания.
РД 14	Применять знания основ конструирования пресс-форм для формования из порошков изделий различной геометрии с заданными типоразмерами.
РД 15	Применять знания о возможностях существующих международных и российских баз данных научных публикаций, включая Интернет-ресурсы, для целенаправленного поиска сведений о современном состоянии технологий и свойств порошковых наноматериалов заданных составов и функционального назначения.
РД 16	Применять знания о принципах поиска патентной информации, включая Интернет-ресурсы, для целенаправленного анализа сведений о современном состоянии приоритетных прав на технологии, составы, функциональное назначение разработанных порошковых наноматериалов.

Оценочные мероприятия:

Оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
Текущий контроль:			80
TK1	Защита лабораторных работ №1-5	1	20
TK2	Презентация	3	18
TK3	Семинар	2	30
TK4	Реферат	1	12
Промежуточная аттестация:			20
ПА1	Экзамен	1	20
ИТОГО			100

Дополнительные баллы

Учебная деятельность / оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
ДП1	Презентация	1	5
ИТОГО			5

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		РД1 РД2	Лекция 1. Нанопорошки и объемные наноструктурные материалы. Наноккомпозиты	2				ДП1-3	ЭР1-2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		4					
2		РД4 РД5	Лекция 2. Уравнения прессования порошков. Методика построения кривых уплотнения.	2				ОСН 2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		4					
3		РД9	Практическая работа 1. Методы статического и динамического прессования порошков	4				ОСН 2-4 ДПЗ	ЭР1-2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		4					
4		РД4 РД5	Лабораторная работа №1. Экспериментальное построение кривых уплотнения керамического порошка	3		TK1	4			
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		4					
5		РД9 РД11	Практическая работа 2. Прессование сухих порошков под действием ультразвука	4				ОСН2, 4	ЭР1-2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		4					
6		РД7 РД2	Лабораторная работа № 2. Экспериментальное определение размеров частиц порошков методом лазерной дифракции	3		TK1	4			
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		4					
7		РД3 РД8	Лекция 3. Реологическое уравнение состояния. Физико-механические свойства керамических материалов	2				ОСН 1 ДП1-3	ЭР1-2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		2					
8		РД4 РД5 РД9	Практическая работа 3. Прессование сухих порошков коллекторным методом. Представление презентаций.	4		TK2	6	ОСН 2, 5	ЭР1-2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		4					
9			Конференц-неделя 1							
			Семинар 1			TK3	15			
			Всего по контрольной точке (аттестации) 1	24	30		29			
10		РД10 РД12 РД13	Лабораторная работа № 3. Метод электроимпульсного искрового плазменного спекания нанопорошков	3		TK1	4			

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		5					
11		РД1 РД2 РД3	Практическая работа 4. Методы спекания порошков. Горячее прессование. Представление презентаций.	4		ТК2	6	ОСН 1-2 ДПП1-3	ЭР1-2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		5					
12		РД1 РД2 РД6	Лабораторная работа № 4. Анализ микроструктуры наноматериалов методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Пробоподготовка для ПЭМ.	4		ТК1	4			
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		5					
13		РД2 РД3 РД14	Лекция 4. Типы функциональных керамик и роль наноструктуры	2				ОСН 1-2 ДПП1-3	ЭР1-2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		2					
14		РД3 РД10 РД12	Практическая работа 5. Методы искрового плазменного спекания нанопорошков, ударного прессования. Представление презентаций.	4		ТК2	6	ОСН 1-2 ДПП1-3	ЭР1-2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		5					
15		РД3 РД15 РД16	Практическая работа 6. Защита индивидуальных проектов.	4		ТК4	12	ОСН 1-5 ДПП1-3	ЭР1-2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		3					
16		РД1 РД2 РД3	Лабораторная работа № 5. Синтез нанопорошков керамических составов методом распыления сушкой.	3		ТК1	4			
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента.		5					
17			Конференц-неделя 2							
			Семинар 2			ТК3	15			
			Всего по контрольной точке (аттестации) 2	24	30		51			
			Экзамен			ПА1	20	ОСН 1-5 ДПП1-3	ЭР 1-2	
			Общий объем работы по дисциплине	48	60		100			

Информационное обеспечение:

№ (код)	Основная учебная литература (ОСН)	№ (код)	Название электронного ресурса (ЭР)	Адрес ресурса
ОСН 1	Хасанов О. Л. Сопротивление материалов. Твердость и трещиностойкость наноструктурных керамик : учебное пособие для вузов / О. Л. Хасанов, В. К. Струц, Э. С. Двилис; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Москва: Юрайт, 2019. — 150 с.: ил. — Университеты России. — Библиогр.: с. 143-150. Схема доступа: http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C373972	ЭР 1	Научно-техническая библиотека ТПУ	https://www.lib.tpu.ru/
ОСН 2	Хасанов О. Л. , Двилис Э. С. , Бикбаева З. Г. , Качаев А. А. , Полисадова В. В. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий: Учебное пособие. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 - 269 с. (Гриф УМО). Схема доступа: http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/LANBOOK%5C2173	ЭР 2	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
ОСН 3	Хасанов, О. Л.. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий [Электронный ресурс] / Хасанов О. Л.,Двилис Э. С., Бикбаева З. Г., Качаев А. А., Полисадова В.В. — 2-е изд. (эл.). — Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 272 с.. — Книга из коллекции Издательство "Лаборатория знаний" - Нанотехнологии.. — ISBN 978-5-9963-2929-8. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70721	ЭР 3	Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://elibrary.ru/

ОСН 4	Хасанов, О. Л.. Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Хасанов О. Л., Двилис Э. С., Полисадова В. В., Зыкова А. П., — ТПУ, 2009. — 148 с.. — Рекомендовано в качестве учебного пособия Редакционно-издательским советом Томского политехнического университета. — Книга из коллекции ТПУ - Инженерно-технические науки. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10364	ЭР 4	Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://urait.ru/
ОСН 5	Хасанов О.Л. Метод коллекторного компактирования нано- и полидисперсных порошков : учебное пособие [электронный ресурс] / О. Л. Хасанов, Э. С. Двилис, А. А. Качаев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.31 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m130.pdf	ЭР 5	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://нэб.рф
№ (код)	Дополнительная учебная литература (ДОП)	ЭР 6	Электронная библиотека издательства «Наука»	https://www.libnauka.ru/
ДОП 1	Андриевский Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 252 с. Схема доступа: http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C224768	ЭР 7	Электронно-библиотечная система (ЭБС)	https://znanium.com/my/index
ДОП 2	Справочник Шпрингера по нанотехнологиям : пер. с англ. : в 3 т. / Московский государственный институт электронной техники (Технический университет) (МИЭТ) ; под ред. Б. Бхушана. — Москва: Техносфера, 2010. — Мир материалов и технологий. — ISBN 978-5-94836-261-8. Схема доступа: http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C209902			
ДОП 3	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 416 с. Схема доступа: http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/LANBOOK%5C2173			