

ПРИНЯТО

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
« 26 » сентября 2016 г. (протокол № 11)

приказом ректора ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
« 29 » сентября 2016 г. № 531-04

**ПРОГРАММА**

вступительного испытания для поступающих в 2017 году в магистратуру  
на направление подготовки

**28.04.02 Наноинженерия**

по программе магистратуры

**28.04.02.01 Наноинженерия в машиностроении**

**Раздел I.**

*Дисциплина "МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОСИСТЕМ"*

Классификации дисперсных систем по различным признакам (агрегатное состояние дисперсной фазы и дисперсионной среды; размер частиц дисперсной фазы; взаимодействие между дисперсионной средой и дисперсной фазой). Понятие о наноматериалах. Общие представления о наноэффектах и наносостоянии вещества. Применение наноматериалов: перспективы и реальность.

Размерные эффекты и их влияние на свойства наноматериалов. Эффекты, связанные со структурой нанообъектов. Кристаллические наноструктуры. Понятие о структурных «магических» числах атомов в стабильных наночастицах. Зависимость полного числа атомов и доли поверхностных атомов от размеров наночастиц.

Квантовые эффекты. Сущность и условия их проявления. Влияние квантовых эффектов на химические, электрические, оптические и тепловые свойства материалов. Понятие о квантовой яме, квантовой проволоке и квантовой точке.

Влияние размеров частиц на температуру плавления, механические, химические, оптические, электрические и магнитные свойства материалов.

Металлические кластеры и кластерные соединения. Моноядерные и биядерные соединения металлов. Кластерные соединения металлов: малые, средние, большие, гигантские. Меры предотвращения агрегации. Роль лигандов. Безлигандные металлические кластеры. Металлсодержащие наноразмерные частицы.

Углеродные наноматериалы. Классификация углеродных материалов по типу гибридизации химических связей. Углеродные материалы с  $sp^3$ -гибридизацией (алмазы, порошковые материалы на основе алмаза, ультрадисперсные алмазы, алмазоиды). Углеродные материалы с упорядоченным распределением  $sp^2$ - и  $sp$ -гибридизованных химических связей (графит, пирографит, графен). Аморфные углеродные наноматериалы. Фуллерены, фуллерит, Экзо- и эндо производные фуллерена.

Углеродные нанотрубки (УНТ). Классификация, строение, методы получения и функционализации УНТ, области их применения.

Наноструктурированные поверхности и пленки. Получение моно- и полимолекулярных слоев методом Ленгмюра-Блоджетт, Наноструктурированные поверхности. Магические кластеры и другие атомные конструкции. Атомная самосборка и самоорганизация упорядоченных наноструктур на поверхности кремния. Эффект стабилизации эндо-

эдральных кремниевых трубок.

Композиционные материалы. Классификация композиционных материалов. Основные типы структур композиционных материалов. Характеристика наполнителей. Физические и химические свойства неорганических и органических композиционных материалов. Нанокерамика.

Наноструктуры в жидкостях. Мицеллы, микроэмульсии, нанодисперсии. Наноструктурированные гели. Кластеры в растворах. Коллоидные частицы металлов. Магнитные жидкости. Наноструктурированные стекла. Физические и химические свойства тонких пленок и поверхностных слоев, мицеллярных систем и микроэмульсий, жидких кристаллов, аэрозолей, золь, гелей.

## Раздел II.

### *Дисциплина "ТИПОВЫЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ"*

Общие сведения о проектировании технических объектов. Анализ понятий «проектирование» и «конструирование». Техническое решение – структурная часть разработки. Порядок разработки нового изделия и модернизации базового. Требования к разрабатываемому изделию. Прогнозирование технических разработок. Планирование разработок и сетевой график. Техническое задание и его анализ. Информационный поиск. Патентно-лицензионный поиск. Создание аналитических и физических моделей (макетов) для решения задачи проектирования.

Проектные стадии разработки технологического оборудования. Техническое предложение. Эскизный проект. Варианты разработок и выбор оптимального варианта. Взаимосвязь между изделием и оператором. Технический проект. Разработка рабочей документации. Подготовка документации по испытательным стендам. Согласованная работа конструкторов, технологов и других специалистов в разработке нового изделия или модернизации базового. Расчеты при проектировании.

Обозначение изделий и документов. Классификатор изделий и конструкторских документов (Классификатор ЕСКД). Коды классификационных характеристик изделий. Структура кода в классификаторе ЕСКД. Виды документов. Коды документов. Номенклатура документов, разрабатываемых на изделия, в зависимости от стадий разработки.

Оценка коррозионной и химической стойкости. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Показатели коррозии. Условия работы материалов в промышленности. Учет явлений коррозии и эрозии при расчете на прочность. Алгоритм выбора конструкционных материалов.

Конструкционные материалы на основе железа. Чугуны: серые, ковкие, высокопрочные, коррозионностойкие и жаростойкие. Классификация сталей. Стали: углеродистые, качественные конструкционные, низколегированные, легированные конструкционные, высоколегированные коррозионностойкие и жаростойкие. Специальные классы сталей.

Цветные металлы и сплавы. Медь и медные сплавы. Никель. Свинец. Цинк. Олово. Алюминий и его сплавы. Титан. Молибден. Тантал. Благородные металлы. Биметаллы.

Неметаллические материалы неорганического происхождения. Гранит, порфиры, лавовые туфы, асбест, кислотоупорные цементы и бетоны, керамика, стекло, эмали – химическая стойкость и применение в технике.

Неметаллические материалы органического происхождения. Химически стойкие ор-

ганические материалы. Широко применяемые пластмассы: фаолит, текстолит, винипласт, полипропилен, стеклопластики, фторопласты, полиэтилен, полипропилен, полистирол, полиизобутилен, полиметилметакрилат. Смолы, лаки и клеи. Резина и эбонит. Древесина. Кокс и уголь. Графит. Химическая стойкость и применение в технике.

Методы защиты оборудования от воздействия агрессивных сред. Металлические и неметаллические защитные покрытия. Обработка перерабатываемой среды ингибиторами коррозии. Электрохимические методы защиты: протекторная, катодная и анодная защита.

Конструирование аппаратов. Основные сведения о машинах и аппаратах. Классификация аппаратов. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Емкостные аппараты – требования к конструированию, изготовлению, испытаниям и эксплуатации. Трубопроводная арматура. Аппараты высокого давления – классификация, конструкции, конструктивные элементы, расчет.

Теплообменное оборудование. Теплообменные аппараты – понятия, группы. Схема движения потоков в теплообменниках. Требования к теплоносителям. Тепловой расчет рекуперативного теплообменника. Гидравлический расчет теплообменников. Расчет регенеративных теплообменников. Расчет смесительных теплообменников. Расчет тепловой изоляции. Расчет оребренных поверхностей.

Выпарные аппараты. Классификация, принцип действия, конструкции, расчет.

Устройства для сжигания. Горение газообразных, жидких и твердых топлив. Определение тепловой мощности при горении. Сжигательные устройства – классификация горелок и принцип их работы, форсунки. Аппараты пульсирующего горения – принцип действия, использование для интенсификации химико-технологических процессов.

Печи. Термотехнологические процессы. Химические и физико-химические превращения. Классификация, назначение, конструктивные элементы. Вспомогательное и тягодутьевое оборудование.

Аппараты колонного типа. Аппараты колонного типа и их конструктивные особенности. Расчет основных элементов аппаратов. Расчет на ветровые нагрузки. Подбор типовых внутренних устройств. Особенности расчета тарельчатых и насадочных колонн.

Центрифуги. Характеристика процессов центрифугирования. Классификация центрифуг. Устройство и принцип действия центрифуг. Основные узлы. Технологический и прочностной расчет.

Химические реакторы. Химические реакции и кинетика химических процессов. Классификация химических реакторов. Реакторы для обработки жидких сред. Технологический расчет реакторов-котлов. Реакторы для газожидкостных систем. Каталитические реакторы.

Конструирование и расчет аппаратов с псевдоожиженным слоем. Основные узлы. Параметры ожиженного слоя зернистого материала. Конструирование газовых камер и газораспределительных решеток. Технологический расчет аппаратов с псевдоожиженным слоем. Теплообмен между газом и частицами сыпучего материала в псевдоожиженном слое.

Оборудование механических процессов. Оборудование для перемещения материалов. Питатели, дозаторы, транспортеры, элеваторы. Пневмотранспорт. Дробилки щековые, конусные, валковые, молотковые. Устройство и методы расчета. Мельницы шаровые, роликовые, вибрационные, струйные. Устройство и методы расчета. Классификация материалов. Устройство и принцип действия грохотов (барabanного, вибрационного).

Смесители сыпучих материалов. Конструкции и расчет.

Общие сведения об оборудовании для разделения аэродисперсных систем. Аэрозоли – виды, свойства. Классификация методов и оборудования для разделения аэродисперсных систем. Эффективность улавливания. Вопросы промышленной и экологической безопасности.

Сухое механическое оборудование для сепарации аэродисперсных систем. Отстойные газоходы. Горизонтальные пылеосадительные камеры безполочного и полочного типа. Вертикальные пылеосадительные камеры и сепараторы. Расчет и проектирование пылеосадительных камер. Инерционные пылеуловители. Жалюзийные пылеуловители. Циклоны (одиночные, групповые, батарейные, прямоточные). Расчет циклонов. Вихревые пылеуловители.

Очистка газов в фильтрах. Классификация фильтрующих перегородок. Фильтровальные материалы. Рукавные фильтры – конструкции, расчет. Волокнистые фильтры.

Мокрые пылеуловители. Принцип действия. Преимущества и недостатки. Газопромыватели – полые, насадочные, тарельчатые, ударно-инерционного действия, центробежного действия, скоростные.

### **Раздел III.**

#### *План эссе:*

1. Вступление – один абзац.

Цель вступления в эссе – привлечь внимание читающих, конкретизировать проблему.

2. Основная часть – два-три абзаца.

Цель основной части – формулирование мнения абитуриента по проблеме, предъявление и аргументация авторской позиций.

3. Заключение – один абзац.

Цель заключения – представить, какие действия абитуриент готов предпринять по решению проблемы.

#### *Примерные вопросы эссе:*

1. Современные тенденции в развитии нанотехнологий в России и за рубежом.
2. Роль научных исследований в развитии нанотехнологии в России и за рубежом.
3. Экологические аспекты нанотехнологии.
4. Нанотехнологии в машиностроении.
5. Наноразмерное роботостроение.
6. Мои основные карьерные цели. Как обучение в магистратуре поможет мне достичь их.
7. Магистратура и развитие моей профессиональной карьеры.
8. Магистратура в России.

### **Рекомендуемая литература**

#### *Основная*

1. Головин, Ю.И. Наномир без формул / Ю.И. Головин, Л.Н. Патрикеев; под ред. Л.Н. Патрикеева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 543 с.
2. Гречихин, Л.И. Наночастицы и нанотехнологии / Л. И. Гречихин; Минск. гос. высш. авиац. колледж. – Минск: Право и экономика, 2008. – 74 с.
3. Карпушкин, С.В. Расчеты и выбор механических перемешивающих устройств вертикальных емкостных аппаратов: учебное пособие для вузов / С.В. Карпушкин, М.Н. Краснянский, А. Б. Борисенко; Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов: ТГТУ, 2009. – 168 с.
4. Мищенко, С.В. Углеродные наноматериалы. Производство, свойства, применение / С.В. Мищенко, А.Г. Ткачев. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.: ил.
5. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – 13-е изд., стер. перепечатка с изд. 1987 г. – М.: ООО ТИД "Альянс", 2006. – 576 с.
6. Поникаров И.И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования: учебник для вузов / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров. – М.: Альфа-М, 2010. – 382 с.
7. Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для вузов / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Альфа-М, 2006. – 608 с.
8. Поникаров, И.И. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи): учебное пособие для вузов / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский. – М.: Альфа-М, 2008. – 720 с.
9. Пул, Ч. Нанотехнологии: учеб. пособие для вузов / Ч. Пул, Ф. Оуэнс; пер. с англ. под ред. Ю.И. Головина. – 2-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2005. – 336 с.
10. Раков, Э.Г. Нанотрубки и фуллерены: учебное пособие / Э. Г. Раков. – М.: Университетская книга, 2006. – 376 с.

### *Дополнительная*

1. Астапенко, В.А. Взаимодействие излучения с атомами и наночастицами: учебное пособие / В.А. Астапенко. – Долгопрудный : ИД Интеллект, 2010. – 496 с.
2. Балабанов, В.И. Нанотехнологии. Наука будущего / В.И. Балабанов. – М.: Эксмо, 2009. – 256 с.
3. Баранов, А.А. Коррозионная стойкость материалов. Прогнозирование и диагностика процессов коррозии. Методические указания к выполнению лабораторных работ [Электронный ресурс]. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2003. – 24 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru> – Загл. с экрана.
4. Борщев, В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы: Учеб. пособие / В.Я. Борщев; Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов: ТГТУ, 2004. – 92 с.
5. Вейко, В.П. Лазерные микро- и нанотехнологии в микроэлектронике. [Электронный ресурс] / В.П. Вейко. – СПб: НИУ ИТМО, 2011. – 141 с. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
6. Гречихин, Л.И. Наночастицы и нанотехнологии / Л.И. Гречихин; Минск. гос. высш. авиац. колледж. – Мн.: Право и экономика, 2008. – 74 с.

7. Григорьев, С.Н. Технологии нанообработки: учебное пособие для вузов / С.Н. Григорьев, А.А. Грибков, С.В. Алешин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 320 с.
8. Диагностика физико-механических характеристик наноматериалов: учебное пособие в 2-х ч. / А.Г. Ткачев и др. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – Ч. 1 – 96 с.
9. Ильин, А.П. Диагностика нанопорошков и наноматериалов: [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.П. Ильин, А.В. Коршунов, Д.О. Перевезенцева, Л.О. Толбанова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 249 с. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
10. Капитонов, Е.Н. Расчет оптимальных размеров емкостных аппаратов, работающих под атмосферным давлением: метод. указ. к практ. и лаб. занятиям / Е.Н. Капитонов, А.И. Попов. – Тамбов: ТИХМ, 1993. – 40 с.
11. Климов, А.М. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем: Фильтры и центрифуги: Учебное пособие для вузов / А.М. Климов; Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов: ТГТУ, 2001. – 148 с.
12. Михалева, З.А. Методы и оборудование для переработки сыпучих материалов и твердых отходов: Учебное пособие / З.А. Михалева, А.А. Коптев, В.П. Таров; Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов: ТГТУ, 2002. – 64 с.
13. Михалева, З.А. Энерго- и ресурсосберегающие технологии и оборудование защиты окружающей среды. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / З.А. Михалева, А.А. Баранов, В.Л. Негров. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2004. – 84 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru> – Загл. с экрана.
14. Неволин, В.К. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К. Неволин. – М.: Техносфера, 2005. – 152 с.
15. Пергамент, М.И. Методы исследований в экспериментальной физике: учебное пособие для вузов / М.И. Пергамент. – Долгопрудный: ИД Интеллект, 2010. – 304 с.
16. Походун, А.И. Экспериментальные методы исследований. Измерения теплофизических величин [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.И. Походун, А.В. Шарков. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. – 87 с. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
17. Походун, А.И. Экспериментальные методы исследований. Погрешности и неопределенности измерений [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.И. Походун. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. – 112 с. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
18. Техника и технологии псевдооживления: гидродинамика и теплообмен с погруженными телами: монография / С.И. Дворецкий, В.Н. Королев, С.А. Нагорнов, В.П. Таров. – Тамбов: ТГТУ, 2005. – 168 с.
19. Хасанов, О.Л. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий [Электронный ресурс] учебник / О.Л.Хасанов, Э.С. Двилис, З.Г. Бикбаева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 212 с. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
20. Шубин, И.Н. Технологические машины и оборудование. Сыпучие материалы и их свойства: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ И.Н. Шубин, М.М. Свиридов, В.П. Таров. – Тамбов: Издательство ТГТУ, 2005. – 76 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru> – Загл. с экрана.

