

ФЕДЕРАЛЬНОЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ  
В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО УГСН 28.00.00  
«Нанотехнологии и наноматериалы»

**ПРИМЕРНАЯ ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Направление подготовки

**28.03.03**

**Наноматериалы**

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

Зарегистрировано в государственном реестре ПООП под номером \_\_\_\_\_

2018 год

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....                                                                                                                                  | 4  |
| 1.1. Назначение примерной основной образовательной программы.....                                                                                               | 4  |
| 1.2. Нормативные документы.....                                                                                                                                 | 4  |
| 1.3. Перечень сокращений.....                                                                                                                                   | 4  |
| Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ<br>ВЫПУСКНИКОВ.....                                                                                      | 6  |
| 2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников.....                                                                                              | 6  |
| 2.2. Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС.....                                                                                             | 8  |
| 2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников<br>(по типам).....                                                                       | 8  |
| Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ<br>ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ<br>ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТИ) .....                                | 13 |
| 3.1. Направленности (профили) образовательных программ в рамках<br>направления подготовки (специальности).....                                                  | 13 |
| 3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ                                                                                           | 13 |
| 3.3. Объем программы.....                                                                                                                                       | 13 |
| 3.4. Формы обучения.....                                                                                                                                        | 13 |
| 3.5. Срок получения образования.....                                                                                                                            | 13 |
| Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....                                                                                     | 14 |
| 4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной<br>программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками<br>обязательной части..... | 14 |
| 4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их<br>достижения.....                                                                                 | 14 |
| 4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их<br>достижения.....                                                                          | 16 |
| 4.2. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их<br>достижения.....                                                                                | 17 |
| Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП.....                                                                                                            | 21 |
| 5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы..                                                                                         | 21 |
| 5.2. Рекомендуемые типы практики.....                                                                                                                           | 21 |
| 5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график..                                                                                            | 23 |
| 5.4. Примерная структура программы дисциплин (модулей) и практик.....                                                                                           | 26 |
| 5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для<br>промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) или практике.....                               | 26 |
| 5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой<br>аттестации.....                                                                           | 28 |
| Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП.....                                                                          | 29 |
| 6.1. Общие условия.....                                                                                                                                         | 29 |
| 6.2. Условия, обеспечивающие развитие общекультурных компетенций                                                                                                | 29 |
| .....                                                                                                                                                           |    |

|                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.3. Права и обязанности обучающихся при реализации ООП (в соответствии с нормативными документами, включая устав вуза).....                                                                                        | 29 |
| 6.4. Кадровое обеспечение учебного процесса.....                                                                                                                                                                    | 29 |
| 6.5. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного процесса                                                                                                                                             | 30 |
| 6.6. Материально-техническое обеспечение учебного процесса.....                                                                                                                                                     | 31 |
| Раздел 7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ ПООП.....                                                                                                                                                                            | 32 |
| Приложение 1. Перечень профессиональных стандартов.....                                                                                                                                                             | 33 |
| Приложение 2. Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 28.03.03. «Нanomатериалы»..... | 36 |
| Приложение 3. Методические указания по государственной итоговой аттестации бакалавров.....                                                                                                                          | 41 |

## **Раздел 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1.1. Назначение примерной основной образовательной программы**

Примерная основная образовательная программа бакалавриата по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий и форм аттестации, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных компонентов, а также оценочных и методических материалов.

Примерная программа размещена в Реестре ПООП, являющемся государственным информационным ресурсом. Согласно законодательной норме ПООП должна быть учтена при разработке образовательных программ организациями, реализующими ООП на основе ФГОС ВО.

### **1.2. Нормативные документы.**

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок разработки примерных основных образовательных программ, проведения их экспертизы и ведения реестра примерных основных образовательных программ, утвержденный приказом Минобрнауки России от 28 мая 2014 года № 594;
- Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы и уровню высшего образования бакалавриат, утвержденный приказом Минобрнауки России № 05-735 от 23.03.2017 г. далее – ФГОС ВО);
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам магистратуры, программам специалитета, утвержденный приказом Минобрнауки России от 13 декабря 2013 года №1367 (далее – Порядок организации образовательной деятельности);
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636;
- Положение о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования, утвержденное приказом Минобрнауки России от 27 ноября 2015 г. № 1383.

### **1.3. Перечень сокращений, используемых в тексте примерной основной образовательной программы (ПООП)**

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования;  
сетевая форма – сетевая форма реализации образовательных программ;  
УК – универсальные компетенции;

ОПОП – основная профессиональная образовательная программа;  
ОПК – общепрофессиональные компетенции;  
ПК – профессиональные компетенции;  
ПО – профессиональный опыт;  
УП – учебный план;  
ТФ – трудовая функция;  
ОТФ – обобщенная трудовая функция;  
ЛК – лекция;  
ПР – практика;  
ЛБ – лабораторная работа;  
З.е. – зачетные единицы;  
ПД – профессиональная деятельность;  
МТО – материально-техническое обеспечение  
ФОС – фонд оценочных средств.

## Раздел 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

### 2.1. Общее описание профессиональной деятельности выпускников

**2.1.1.** Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата, могут осуществлять профессиональную деятельность:

- 10. Архитектура, проектирование, геодезия, топография и дизайн
- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере производства изделий и материалов с наноструктурированными компонентами);
- 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере производства наноматериалов различного состава, структуры и свойств);
- 27 Металлургическое производство (в сфере производства наноструктурированных металлов и сплавов, получения наноструктурированных покрытий, металлических нанопорошков);
- 29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования (в сфере получения и применения наноматериалов в производстве электрооборудования, электронного и оптического оборудования);
- 40 Сквозные виды профессиональной деятельности (в сфере технологического обеспечения производства наноматериалов и изделий, содержащих наноматериалы), в сфере научных исследований.

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

*Сферы ПД могут быть уточнены при необходимости разработчиками ОПОП.*

**2.1.2.** В рамках освоения программы бакалавриата выпускники могут готовиться к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- научно-исследовательский и расчетно-аналитический;**
- производственный и проектно-технологический;**
- организационно-управленческий.**

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с типом (типами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата, готов решать следующие профессиональные задачи:

- научно-исследовательский и расчетно-аналитический тип:**

сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников;

участие в работе группы специалистов при выполнении экспериментов, проведению расчетов и обработке их результатов по созданию, исследованию и выбору наноматериалов и наносистем, оценке эксплуатационных характеристик с помощью комплексного анализа структуры и физико-механических, коррозионных и других свойств, устойчивости к внешним воздействиям;

сбор научно-технической информации по тематике экспериментов для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие в составлении отчетов по выполненному заданию;

**производственный и проектно-технологический тип:**

делопроизводство и оформление проектной и рабочей технической документации, записей и протоколов;

проверка соответствия разрабатываемых проектов и технической документации нормативным документам;

участие в производстве наноматериалов и наносистем с заданными технологическими и функциональными свойствами, проектировании высокотехнологичных процессов в составе первичного проектно-технологического или исследовательского подразделения;

контроль качества выпускаемой продукции;

участие в работе по стандартизации, подготовке и проведению сертификации процессов, оборудования и наноматериалов, наносистем, а также изделий на их основе, подготовка документов при создании системы менеджмента качества на предприятии или в организации;

**организационно-управленческий тип:**

составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы и оборудование), подготовка установленной отчетности по утвержденным формам;

профилактика травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращение экологических нарушений в процессе профессиональной деятельности.

*Разработчикам ОПОП необходимо выбрать один тип ПД, как основной. Допускается включение в ОПОП задач из других типов ПД.*

**2.1.3. Перечень основных объектов профессиональной деятельности выпускников:**

- основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));

- методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе;

- все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов

- компьютерное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных и моделирования процессов, применяемых для материалов и наноматериалов;

- процессы получения, обработки и модификации наноматериалов;

- технологические процессы с участием наноструктурированных сред;

- нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов

экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности.

- аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов

- Техническая документация (проектная и/или конструкторская), необходимая для проектирования (конструирования), создания (изготовления) и использования (эксплуатации) наноматериалов и материалов с их использованием.

*Перечень может быть сокращен, дополнен или уточнен образовательной организацией при выборе направленности (профиля) программы бакалавриата.*

## 2.2. Перечень профессиональных стандартов

Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС ВО по направлению подготовки 28.03.03. приведен в Приложении 1. Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программ бакалавриата по направлению подготовки 28.03.03. Наноматериалы, выбирается на основе требований работодателей, профессиональных стандартов (приложение 2) и других соответствующих документов.

## 2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам):

Перечень основных задач ПД выпускников (по типам) приведен в табл. 2.1

Таблица 2.1

Соответствие областей, типов задач, задач и объектов ПД  
(может быть скорректирован и дополнен разработчиками ОПОП)

| Область ПД (по Реестру Минтруда)                   | Типы задач ПД                               | Задачи ПД                                                                                                                                                   | Объекты ПД (или области знания)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 26 Химическое, химико-технологическое производство | производственный и проектно-технологический | Обеспечение полного технологического цикла научно-технической разработки и испытаний наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами | <ul style="list-style-type: none"> <li>• процессы получения, обработки и модификации наноматериалов;</li> <li>• технологические процессы с участием наноструктурированных сред;</li> <li>• Техническая документация (проектная и/или конструкторская), необходимая для проектирования (конструирования), создания (изготовления) и использования (эксплуатации) наноматериалов и материалов с их</li> </ul> |



| Область ПД (по Реестру Минтруда) | Типы задач ПД                                            | Задачи ПД                                                                                                                                                                                                        | Объекты ПД (или области знания)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                                                          | <p>Комплексный контроль соблюдения требований стандартов производства к материальным ресурсам, качеству наноструктурированных композиционных материалов</p>                                                      | <p>использованием.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Техническая документация (проектная и/или конструкторская), необходимая для проектирования (конструирования), создания (изготовления) и использования (эксплуатации) наноматериалов и материалов с их использованием.</li> <li>все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов</li> </ul> |
|                                  | <p>научно-исследовательский и расчетно-аналитический</p> | <p>сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));</li> <li>аналитические обзоры в области производства и исследования наноматериалов</li> </ul>                                                                        |
|                                  |                                                          | <p>Проектирование изделий из наноструктурированных композиционных материалов</p>                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.));</li> <li>Техническая документация</li> </ul>                                                                                                                         |

| Область ПД (по Реестру Минтруда) | Типы задач ПД                            | Задачи ПД                                                                                                                                                                              | Объекты ПД (или области знания)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                                          |                                                                                                                                                                                        | <p>(проектная и/или конструкторская), необходимая для проектирования (конструирования), создания (изготовления) и использования (эксплуатации) наноматериалов и материалов с их использованием.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компьютерное программное обеспечение для обработки экспериментальных данных и моделирования процессов, применяемых для материалов и наноматериалов;</li> <li>• все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов</li> <li>• методы исследований, испытаний, диагностики и контроля качества наноматериалов, полуфабрикатов, заготовок деталей и изделий на их основе;</li> </ul> |
|                                  | <p>организационно-управленческий тип</p> | <p>составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы и оборудование), подготовка установленной отчетности по утвержденным формам</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе</li> <li>• техническая документация (проектная и/или конструкторская), необходимая для проектирования (конструирования), создания (изготовления) и использования (эксплуатации)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| Область ПД (по Реестру Минтруда)                                            | Типы задач ПД                               | Задачи ПД                                                                                                                                    | Объекты ПД (или области знания)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                             |                                             | профилактика травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращение экологических нарушений в процессе профессиональной деятельности.     | наноматериалов и материалов с их использованием.<br><br>документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в сфере научных исследований | производственный и проектно-технологический | Обеспечение технологии формообразования и обработки изделий из наноструктурированных керамических масс                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• процессы получения, обработки и модификации наноматериалов;</li> <li>• технологические процессы с участием наноструктурированных сред;</li> </ul> Техническая документация (проектная и/или конструкторская), необходимая для проектирования (конструирования), создания (изготовления) и использования (эксплуатации) наноматериалов и материалов с их использованием.  |
|                                                                             |                                             | Комплексный контроль соблюдения требований стандартов производства к материальным ресурсам, качеству наноструктурированных керамических масс | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Техническая документация (проектная и/или конструкторская), необходимая для проектирования (конструирования), создания (изготовления) и использования (эксплуатации) наноматериалов и материалов с их использованием.</li> </ul> все виды исследовательского, контрольного, аналитического и испытательного оборудования для изучения структуры и свойств наноматериалов |
|                                                                             | научно-                                     | Совершенствование                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• компьютерное</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| Область ПД (по Реестру Минтруда) | Типы задач ПД                              | Задачи ПД                                                                                                                                                                       | Объекты ПД (или области знания)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  | исследовательский и расчетно-аналитический | процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур                                                                                              | программное обеспечение для обработки экспериментальных данных и моделирования процессов, применяемых для материалов и наноматериалов;<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• процессы получения, обработки и модификации наноматериалов;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                  | организационно-управленческий тип          | составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы и оборудование), подготовка установленной отчетности по утвержденным формам | <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологические процессы с участием наноструктурированных сред;</li> <li>• нормативно-техническая документация и системы сертификации наноматериалов и изделий на их основе, протоколы хода и результатов экспериментов, документация по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности.</li> <li>• Техническая документация (проектная и/или конструкторская), необходимая для проектирования (конструирования), создания (изготовления) и использования (эксплуатации) наноматериалов и материалов с их использованием.</li> </ul> |

**Раздел 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В РАМКАХ НАПРАВЛЕНИЯ  
ПОДГОТОВКИ  
28.03.03. НАНОМАТЕРИАЛЫ**

**3.1. Направленности (профили) образовательных программ в рамках направления подготовки** формируются образовательной организацией самостоятельно в зависимости от ее ориентации на конкретную область или сферу профессиональной деятельности, и (или) тип задач профессиональной деятельности и (или) объект профессиональной деятельности, и согласуются с ФУМО на предмет соответствия направлению.

В основе создания профиля должна лежать индивидуальная особенность программы. Например, запатентованные технологии, принадлежащие вузу; подготовка специалистов по запросу работодателей, требующая уникальных компетенций и пр.

**3.2. Квалификация,** присваиваемая выпускникам образовательных программ по направлению 28.03.03. Наноматериалы – бакалавр.

**3.3. Объем программы** составляет 240 зачетных единиц (далее – з.е.).

Объем программы бакалавриата, реализуемый за один учебный год, составляет не более 70 з.е. вне зависимости от формы обучения, применяемых образовательных технологий, реализации программы бакалавриата с использованием сетевой формы, реализации программы бакалавриата по индивидуальному учебному плану.

**3.4. Формы обучения:** очная, очно-заочная.

При реализации программы бакалавриата Организация вправе применять электронное обучение, дистанционные образовательные технологии.

**3.5. Срок получения образования:**

при очной форме обучения 4 года,

при очно-заочной форме обучения 5 лет.

## Раздел 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками обязательной части

В результате освоения программы бакалавриата у выпускника должны быть сформированы универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

#### 4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Представленные в таблицах 4.1 и 4.2 компетенции являются обязательными для всех ОПОП, реализуемых в рамках данного ФГОС. В качестве индикаторов приведен перечень профессионального опыта (владение). Данный пункт может быть дополнен и скорректирован разработчиками ОПОП. Возможный алгоритм кодировки: первая цифра обозначает группу компетенций: 1 – универсальные, 2 – общепрофессиональные, 3 – профессиональные; вторая цифра обозначает номер компетенции; третья цифра характеризует номер профессионального опыта внутри одной компетенции.

**Таблица 4.1**

Универсальные компетенции и возможные индикаторы их достижения

| Категория универсальных компетенций | Код и наименование универсальной компетенции                                                                                                                                     | Код и наименование основных индикаторов достижения универсальной компетенции                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Системное и критическое мышление    | УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                             | ПО 1.1.1. Составляет аннотации по результатам поиска информации из документальных источников и исследовательской литературы.<br>ПО 1.1.2. Создает аналитический обзор по заданной теме, сопоставляя данные различных источников с использованием критериального подхода. |
| Разработка и реализация проектов    | УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | ПО 1.2.1. Осуществляет нормирование и стандартизацию процессов, условий и работ на основании нормативной и правовой документации<br>ПО 1.2.2. Выявляет резервы и разрабатывает меры по обеспечению режима ресурсоэффективности на предприятии                            |
| Командная работа и лидерство        | УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде                                                                                        | ПО 1.3.1. Участвует в выполнении проектов группового характера на различных стадиях их подготовки и реализации: «планирование – проектирование – применение – производство»<br>ПО 1.3.2. Участвует в командной работе в роли исполнителя и координатора                  |
| Коммуникация                        | УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах                                                                                                    | ПО 1.4.1. Владеет навыками публичного выступления, самопрезентации на государственном языке Российской Федерации                                                                                                                                                         |

| Категория универсальных компетенций                             | Код и наименование универсальной компетенции                                                                                                      | Код и наименование основных индикаторов достижения универсальной компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)                                                                         | и иностранном(ых) языке(ах)<br>ПО 1.4.2. Проводит дискуссии в профессиональной деятельности.<br>ПО 1.4.3. Владеет навыками ведения деловой переписки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Межкультурное взаимодействие                                    | УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах                      | ПО 1.5.1. Осуществляет сравнительно-сопоставительный анализ национальной (отечественной) истории и культуры, в сравнении с культурами других стран, в качестве основы для межкультурного диалога.<br>ПО 1.5.2. Владеет базовыми навыками конструктивного взаимодействия при выполнении профессиональных задач в поликультурном и поликонфессиональном коллективе.<br>ПО 1.5.3. Владеет навыками историко-компаративного анализа различных культурных особенностей и традиций.<br>ПО 1.5.4. Соотносит свои действия с моральными правилами конкретного сообщества. |
| Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение) | УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | ПО 1.6.1. Устанавливает личные и профессиональные цели с учетом приоритетов действий.<br>ПО 1.6.2. Планирует личные и профессиональные цели с учетом собственных и командных ресурсов.<br>ПО 1.6.3. Владеет методиками самомотивации к постоянному совершенствованию ранее приобретенных знаний и умений в области профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                 | УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности    | ПО 1.7.1. Владеет опытом подбора соответствующих средств тренировки для поддержания физической формы.<br>ПО 1.7.2. Владеет методами направленного восстановления и стимуляции работоспособности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Безопасность жизнедеятельности                                  | УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций                 | ПО 1.8.1. Опыт прогнозирования рисков воздействия нанопорошков и продуктов, содержащих наночастицы, на окружающую среду, включая атмосферу, литосферу, гидросферу и биосферу.<br>ПО 1.8.2. Обеспечивает электробезопасность на производстве.<br>ПО 1.8.3. Обеспечивает химическую безопасность на производстве.                                                                                                                                                                                                                                                   |

#### 4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Таблица 4.2

##### Общепрофессиональные компетенции и возможные индикаторы их достижения

| Категория ОПК                                                     | Код и наименование ОПК                                                                                                                                                                         | Индикатор достижения ОПК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности | ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования                   | <p>ПО 2.1.1. Владеет математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.</p> <p>ПО 2.1.2. Использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности.</p> <p>ПО 2.1.3. Использует экспериментальные методы определения физико-химических свойств неорганических и органических веществ.</p> <p>ПО 2.1.4. Проводит измерение основных электрических величин, определяет параметры и характеристик электрических и электронных устройств.</p> <p>ПО 2.1.5. Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.</p> |
| Ответственность в профессиональной деятельности                   | ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов | <p>ПО 2.2.1. Проводит технико-экономическое обоснование и экономическую оценку проектных решений и инженерных задач.</p> <p>ПО 2.2.2. Рассчитывает длительность выполнения технологических операций с использованием нормативных справочников.</p> <p>ПО 2.2.3. Анализирует и оценивает затраты предприятия (проекта) с учетом инженерных рисков.</p> <p>ПО 2.2.4. Использует исторический подход, категории исторического познания для анализа процессов, фактов и явлений в прошлом и настоящем.</p> <p>ПО 2.2.5. Проводит экологическую оценку проектных решений и инженерных задач.</p>                                                                                                                                                                             |
| Исследовательская деятельность                                    | ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные                                                                                         | <p>ПО 2.3.1. Составляет отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами</p> <p>ПО 2.3.2. Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Владение                                                          | ОПК-4. Способен                                                                                                                                                                                | ПО 2.3.2. Проводит патентный поиск в                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |



| Категория ОПК                                                | Код и наименование ОПК                                                                                                                                                    | Индикатор достижения ОПК                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| информационными технологиями                                 | использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности | профессиональной области.<br>ПО 2.3.2. Определяет перечень ресурсов и программного обеспечения для использования в профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности                                                                                                                                               |
| Эффективность и безопасность технических решений             | ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии           | ПО 2.5.1. Определяет перечень оборудования на производстве и в лаборатории, обеспечивающее безопасное производство при синтезе и исследовании наноматериалов.<br>ПО 2.5.2. Оценивает по критериям технологии синтеза наноматериалов с точки зрения безопасности и эффективности                                                                |
| Владение нормативной документацией, правовая ответственность | ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил              | ПО 2.6.1. Использует техническую и справочную литературу, нормативные документы при выполнении исследовательской работы в области технологии и методов диагностики наноматериалов.<br>ПО 2.6.2. Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, практической деятельности в соответствии с устанавливаемыми требованиями |
| Проектирование объектов, систем и процессов                  | ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и наноматериалов                              | ПО 2.7.1. Использует методики организации работы персонала, соблюдения технологической и трудовой дисциплины.<br>ПО 2.7.2. Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.                                                                                                         |

#### **4.2. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения**

При определении профессиональных компетенций разработчик ОПОП: может включить в программу бакалавриата одну или несколько рекомендуемых профессиональных компетенций;

самостоятельно устанавливает одну или несколько профессиональных компетенций, исходя из профиля программы бакалавриата, на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников, а также, при необходимости, на основе анализа иных требований, предъявляемых к выпускникам.

Для установления профессиональных компетенций на основе профессиональных стандартов Организация осуществляет выбор профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной

деятельности выпускников, из числа указанных в приложении к ПООП (приложение 1) и (или) иных профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников, из реестра профессиональных стандартов ([profstandart.rosmintrud.ru](http://profstandart.rosmintrud.ru)) (при наличии соответствующих профессиональных стандартов).

Из каждого выбранного профессионального стандарта разработчик ООП выделяет одну или несколько обобщённых трудовых функций, соответствующих профессиональной деятельности выпускников, на основе установленных профессиональным стандартом для ОТФ уровня квалификации<sup>1</sup> и требований раздела «Требования к образованию и обучению». ОТФ может быть выделена полностью или частично.

Индикаторы достижения рекомендуемых профессиональных компетенций организация, осуществляющая образовательную деятельность, может корректировать и дополнять самостоятельно.

Таблица 4.3

### Пример формирования профессиональных компетенций

| Задача ПД                                                                                                                                                                                                  | Объект или область знания                                                                                                                                                                                                          | Код и наименование ПК                                                                                                                       | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                                                        | Основание (ПС, анализ опыта)                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский и расчетно-аналитический</b>                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                 |
| Сбор и анализ данных о существующих типах и марках наноматериалов и наносистем, их структуре и свойствах применительно к решению поставленных задач с использованием баз данных и литературных источников; | Основные типы наноматериалов: различной размерности (0, 1, 2, 3-мерные, фрактальные кластеры), природы (неорганические, органические, смешанные); агрегатного состояния (жидкие, твердые, смешанного типа (гели, суспензии и пр.)) | <b>ПК-1</b><br>Прогнозировать влияние микро- и наномасштаба на механические, физические, химические и другие свойства веществ и материалов. | ПО 3.1.1.<br>Опыт прогнозирования вклада поверхностных свойств в свойства дисперсных систем и учета этого вклада в технологии изготовления наноматериалов.<br>ПО 3.1.2.<br>Опыт прогнозирования структуры и свойств наноматериалов, основываясь на | 26.006 Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов |

<sup>1</sup> Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 148н «Об утверждении уровней квалификации в целях разработки проектов профессиональных стандартов» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 мая 2013 г., регистрационный № 28534).

| Задача ПД                                                                                                                                | Объект или область знания                                                                                                   | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                                                     | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                  | Основание (ПС, анализ опыта)                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                          |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                           | современных представлениях о размерно-зависимых эффектах.                                                                                                                    |                                                                                        |
| <b>Тип задач профессиональной деятельности – организационно-управленческий</b>                                                           |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                              |                                                                                        |
| Профилактика травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращение экологических нарушений в процессе профессиональной деятельности. | Документация по технике безопасности и жизнедеятельности и                                                                  | <b>ПК-2.</b> Оценивать экологические последствия применения наноматериалов и нанотехнологий; предотвращать и снижать экологический риск при внедрении новых технологий синтеза и эксплуатации наноматериалов в реальном секторе экономики | ПО 3.2.1. Опыт прогнозирования рисков воздействия нанопорошков и продуктов, содержащей наночастицы, на окружающую среду, включая атмосферу, литосферу, гидросферу и биосферу | 40.0186. Специалист по безопасности инновационной продукции nanoиндустрии              |
| <b>Тип задач профессиональной деятельности – производственный и проектно-технологический</b>                                             |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                              |                                                                                        |
| Обеспечение технологии формообразования и обработки изделий из наноструктурированных керамических масс                                   | процессы получения, обработки и модификации наноматериалов; технологические процессы с участием наноструктурированных сред. | <b>ПК-3.</b> Выбирать основные типы наноматериалов и наносистем различной природы для заданных условий эксплуатации с учетом                                                                                                              | ПО 3.3.1. Опыт управления структурой и свойствами металлических и неметаллических материалов путем выбора оптимальной термической                                            | 40.103. Специалист формообразования изделий из наноструктурированных керамических масс |

| Задача ПД                               | Объект или область знания                                                                                                                                                                                                                                                 | Код и наименование ПК                                                                                                                                                                                   | Код и наименование индикатора достижения ПК                                                                                                                                                                     | Основание (ПС, анализ опыта)                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                           | требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности                                                                                                                                   | и химико-термической обработки.                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Контроль качества выпускаемой продукции | Все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования процессов синтеза и физико-химических свойств наноматериалов | <b>ПК-4</b><br>Определять механические, физические, химические и другие свойства наноматериалов и наносистем, оценивать их структуру и фазовый состав, включая стандартные и сертификационные испытания | ПО 3.4.1. Опыт определения морфологии и структуры поверхности материалов.<br>ПО 3.4.2. Владеть различными методами определения физико-механических свойств материалов в порошкообразном и компактном состояниях | 16.096 Инженер-технолог в области анализа, разработки и испытаний бетонов с наноструктурирующими компонентами<br>26.001 Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов<br>10.104 Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур |

## Раздел 5. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ОПОП

Структура программы бакалавриата включает следующие блоки

Блок 1 «Дисциплины (модули)»;

Блок 2 «Практика»;

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

Таблица 5.1.

Структура и объем программы бакалавриата

| Структура программы бакалавриата |                                     | Объем программы бакалавриата и ее блоков в з.е. |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Блок 1                           | Дисциплины (модули)                 | не менее 180                                    |
| Блок 2                           | Практика                            | не менее 18                                     |
| Блок 3                           | Государственная итоговая аттестация | не менее 6                                      |
| Объем программы бакалавриата     |                                     | 240                                             |

### 5.1. Рекомендуемый объем обязательной части образовательной программы.

Объем обязательной части, без учета объема государственной итоговой аттестации, должен составлять не менее 40 и не более 50 процентов общего объема программы бакалавриата.

Программа бакалавриата должна обеспечивать реализацию дисциплин (модулей) по философии, истории (истории России, всеобщей истории), иностранному языку, безопасности жизнедеятельности в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)».

В федеральных государственных Организациях, находящихся в ведении федеральных государственных органов, осуществляющих подготовку кадров в интересах обороны и безопасности государства, обеспечения законности и правопорядка, допускается исключение дисциплины (модуля) по безопасности жизнедеятельности.

Программа бакалавриата должна обеспечивать реализацию дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту:

в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)» в объеме не менее 2 з.е.;

в рамках элективных дисциплин (модулей) в очной форме обучения в объеме не менее 328 академических часов, которые являются обязательными для освоения, не переводятся в з.е. и не включаются в объем программы бакалавриата.

Дисциплины (модули) по физической культуре и спорту реализуются в порядке, установленном Организацией. Для инвалидов и лиц с ОВЗ Организация устанавливает особый порядок освоения дисциплин (модулей) по физической культуре и спорту с учетом состояния их здоровья.

### 5.2. Рекомендуемые типы практики.

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практика.

В программе бакалавриата в рамках учебной и производственной практики устанавливаются следующие типы практик:

а) учебная практика:  
ознакомительная практика;  
технологическая (проектно-технологическая) практика;  
эксплуатационная практика;  
научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);

б) производственная практика:  
практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе технологическая, проектно-технологическая практики);  
эксплуатационная практика;  
преддипломная практика (проводится для выполнения выпускной квалификационной работы и является обязательной);  
научно-исследовательская работа.

Организация:

выбирает один или несколько типов учебной практики и один или несколько типов производственной практики из перечня, указанного в пункте 2.4 ФГОС ВО;

может выбрать один или несколько типов учебной практики и (или) производственной практики из установленных ПООП (при наличии);

может установить дополнительный тип (типы) учебной и (или) производственной практики;

устанавливает объемы учебной и производственной практики каждого типа.

В федеральных государственных Организациях, находящихся в ведении федеральных государственных органов, осуществляющих подготовку кадров в интересах обороны и безопасности государства, обеспечения законности и правопорядка, особенности организации и продолжительность проведения практик определяются федеральным государственным органом, в ведении которого находится Организация.

Цели и задачи, программы и формы отчетности определены стандартом вуза по каждому виду практики. Практики могут проводиться в сторонних организациях или на кафедрах и в лабораториях вуза (учебная практика), обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

Аттестация по итогам практики выполняется на основании представления обучающимся отчета о результатах прохождения практики с защитой отчета перед аттестационной комиссией. По результатам аттестации выставляется дифференцированная оценка.

Разделом учебной и производственных практик может являться научно-исследовательская работа студента, которая регламентируется соответствующей программой практики.

Преддипломная практика проводится для выполнения выпускной квалификационной работы и является обязательной.

### 5.3. Примерный учебный план и примерный календарный учебный график

Таблица 5.2.

#### Примерный учебный план

(организация вправе разработать учебный план в соответствии с ФГОС ВО и спецификой подготовки по профилю ОПОП)

| №                                 | Название дисциплины                                                                  | З.е.       | Форма контроля | Объем работы, час |     |     | Аудиторные занятия, час |    |     | Курс | Семестр    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|-------------------|-----|-----|-------------------------|----|-----|------|------------|
|                                   |                                                                                      |            |                | Всего             | Ауд | Сам | ЛК                      | ЛБ | ПР  |      |            |
| <b>Блок 1 Дисциплины (модули)</b> |                                                                                      | <b>207</b> |                |                   |     |     |                         |    |     |      |            |
| <b>Обязательные дисциплины</b>    |                                                                                      | <b>118</b> |                |                   |     |     |                         |    |     |      |            |
| 1                                 | История                                                                              | 3          | Экзамен        | 108               | 32  | 76  | 16                      |    | 16  | 1    | 1          |
| 2                                 | Философия                                                                            | 3          | Зачет          | 108               | 32  | 76  | 16                      |    | 16  | 2    | 4          |
| 3                                 | Иностранный язык (английский)                                                        | 12         | Зачет, экзамен | 432               | 256 | 176 |                         |    | 256 | 1, 2 | 1, 2, 3, 4 |
| 4                                 | Экономика                                                                            | 6          | Экзамен        | 216               | 96  | 120 | 48                      |    | 48  | 3    | 5, 6       |
| 5                                 | Правоведение                                                                         | 3          | Зачет          | 108               | 32  | 76  | 16                      |    | 16  | 1    | 2          |
| 6                                 | Физическая культура                                                                  | 2          | Зачет          | 72                | 32  | 40  | 16                      |    | 16  | 2    | 1          |
| 7                                 | Математика                                                                           | 18         | Экзамен        | 648               | 288 | 360 | 144                     | 0  | 144 | 1, 2 | 1, 2, 3    |
| 8                                 | Физика                                                                               | 18         | Экзамен        | 648               | 240 | 408 | 104                     | 56 | 80  | 1, 2 | 1, 2, 3    |
| 9                                 | Информатика                                                                          | 3          | Зачет          | 108               | 48  | 60  | 16                      | 32 |     | 1    | 1          |
| 10                                | Химия                                                                                | 3          | Зачет          | 108               | 48  | 60  | 16                      | 16 | 16  | 1    | 2          |
| 11                                | Экология                                                                             | 2          | Экзамен        | 72                | 32  | 40  | 16                      |    | 16  | 2    | 3          |
| 12                                | Начертательная геометрия и инженерная графика                                        | 5          | Зачет, экзамен | 180               | 80  | 100 | 16                      | 16 | 48  | 1    | 1, 2       |
| 13                                | Механика                                                                             | 6          | Зачет, экзамен | 216               | 96  | 120 | 32                      | 0  | 64  | 2    | 3, 4       |
| 14                                | Электротехника                                                                       | 3          | Экзамен        | 108               | 48  | 60  | 16                      | 16 | 16  | 2    | 3          |
| 15                                | Метрология, стандартизация и сертификация                                            | 3          | Экзамен        | 108               | 48  | 60  | 24                      | 16 | 8   | 2    | 4          |
| 16                                | Безопасность жизнедеятельности                                                       | 3          | Экзамен        | 108               | 48  | 60  | 16                      | 16 | 16  | 3    | 5          |
| 17                                | Менеджмент                                                                           | 3          | Экзамен        | 108               | 48  | 60  | 32                      |    | 16  | 4    | 7          |
| 18                                | Введение в инженерную деятельность*                                                  | 1          | Зачет          | 36                | 16  | 20  | 16                      |    |     | 1    | 1          |
| 19                                | Органическая химия                                                                   | 3          | Экзамен        | 108               | 64  | 44  | 32                      |    | 32  | 1    | 2          |
| 20                                | Коллоидная химия                                                                     | 3          | Зачет          | 108               | 32  | 76  | 16                      |    | 16  | 3    | 1          |
| 21                                | Физическая химия                                                                     | 3          | Экзамен        | 108               | 64  | 44  | 32                      |    | 32  | 2    | 4          |
| 22                                | Технологические процессы консолидации объемных наноматериалов и производства изделий | 12         | Экзамен        | 388               | 216 | 304 | 42                      | 42 | 100 | 3, 4 | 6, 7       |
| <b>Вариативные дисциплины</b>     |                                                                                      | <b>89</b>  |                |                   |     |     |                         |    |     |      |            |
| 23                                | Творческий проект*                                                                   | 3          | Зачет          | 108               |     | 108 |                         |    |     | 1, 2 | 2,3,4      |
| 24                                | Учебно-исследовательская работа студентов*                                           | 6          | Зачет          | 196               |     | 196 |                         |    |     | 3, 4 | 5, 6, 7, 8 |

| №     | Название дисциплины                                                        | З.е.      | Форма контроля | Объем работы, час |     |     | Аудиторные занятия, час |    |     | Курс    | Семестр         |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------|-------------------|-----|-----|-------------------------|----|-----|---------|-----------------|
|       |                                                                            |           |                | Всего             | Ауд | Сам | ЛК                      | ЛБ | ПР  |         |                 |
| 25    | Профессиональная подготовка на английском языке*                           | 8         | Зачет          | 288               | 124 | 164 |                         |    | 124 | 3, 4    | 5, 6, 7, 8      |
| 26.1. | Основы кристаллографии                                                     | 4         | Экзамен        | 144               | 64  | 80  | 16                      | 32 | 16  | 2       | 3               |
| 26.2. | Минералогия и кристаллография                                              |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 27.1  | Основы физики твердого тела                                                | 4         | Экзамен        | 132               | 64  | 68  | 32                      |    | 32  | 2       | 4               |
| 27.2  | Взаимодействие излучения с веществом                                       |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 28.1  | Механические и физические свойства материалов                              | 4         | Зачет          | 124               | 32  | 92  | 16                      |    | 16  | 3       | 1               |
| 28.2  | Термическая и химико-термическая обработка металлов                        |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 29.1  | Технология наноматериалов на полимерной основе                             | 12        | Экзамен        | 432               | 176 | 256 | 64                      | 48 | 64  | 2, 3    | 4, 5            |
| 29.2  | Материаловедение                                                           |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 30.1  | Технологии изготовления нанопорошков                                       | 6         | Зачет          | 216               | 96  | 120 | 32                      | 64 |     | 2       | 4               |
| 30.2  | Химические методы синтеза 0-мерных объектов                                |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 31.1  | Дифракционные и спектроскопические методы исследования наноматериалов      | 8         | Зачет          | 248               | 82  | 164 | 16                      | 34 | 16  | 3       | 6               |
| 31.2  | Оптические методы и приборы для научных исследований                       |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 32.1  | Междисциплинарные аспекты нанотехнологий                                   | 8         | Экзамен        | 288               | 84  | 204 | 42                      |    | 42  | 3       | 6               |
| 32.2  | Процессы на поверхности раздела фаз                                        |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 33.1  | Физические методы синтеза и модифицирования нанокристаллических материалов | 4         | Зачет          | 124               | 32  | 92  | 16                      | 8  | 8   | 3       | 6               |
| 33.2  | Поверхностное упрочнение и модификация поверхности                         |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 34.1  | Диагностика микро- и нанообъектов                                          | 8         | Экзамен        | 216               | 80  | 136 | 32                      | 16 | 32  | 4       | 8               |
| 34.2  | Физико-химические методы анализа наноматериалов                            |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 35.1  | Экологические аспекты применения нанотехнологий                            | 6         | Экзамен        | 216               | 64  | 152 | 32                      | 16 | 16  | 4       | 7               |
| 35.2  | Нормирование загрязнения природной среды                                   |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 36.1  | Электрохимические методы исследования наноматериалов                       | 8         | Экзамен        | 288               | 84  | 204 | 42                      |    | 42  | 4       | 7               |
| 36.2  | Зондовые методы исследования наноматериалов                                |           |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
|       | Прикладная физическая культура                                             | 0         | Зачет          | 390               | 346 | 44  |                         |    | 346 | 1,2,3,4 | 1,2,3,4,5,6,7,8 |
|       | <b>Блок 2 Практика</b>                                                     | <b>27</b> |                |                   |     |     |                         |    |     |         |                 |
| 37    | Учебная практика                                                           | 12        | Дифф. зачет    | 8 нед             |     |     |                         |    |     | 1, 2    | 2, 4            |
| 38    | Производственная практика                                                  | 6         | Дифф. зачет    | 4 нед             |     |     |                         |    |     | 3       | 6               |
| 39    | Преддипломная практика                                                     | 9         | Дифф. зачет    | 6 нед             |     |     |                         |    |     | 4       | 8               |



| № | Название дисциплины                               | З.е.       | Форма контроля | Объем работы, час |     |     | Аудиторные занятия, час |    |    | Курс | Семестр |
|---|---------------------------------------------------|------------|----------------|-------------------|-----|-----|-------------------------|----|----|------|---------|
|   |                                                   |            |                | Всего             | Ауд | Сам | ЛК                      | ЛБ | ПР |      |         |
|   | <b>Блок 3 Государственная итоговая аттестация</b> | <b>6</b>   |                |                   |     |     |                         |    |    |      |         |
|   | Государственный экзамен по направлению            | 3          | Экзамен        |                   |     |     |                         |    |    | 4    | 8       |
|   | Выпускная квалификационная работа бакалавра       | 3          | Защита         |                   |     |     |                         |    |    | 4    | 8       |
|   | <b>Итого</b>                                      | <b>240</b> |                |                   |     |     |                         |    |    |      |         |

Таблица 5.2.

## График учебного процесса

| Недели<br>Курс | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  | 51 | 52 |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 1              |   |   |   |   |   |   |   | К- |   |    |    |    |    |    |    |    |    | К- | =  | :  | :  | =  | =  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | К- | :  | :  | О  | О   | О   | О   | =   | =   | =   | =  | =  |   |   |   |   |   |   |   |
| 2              |   |   |   |   |   |   |   | К- |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | К- | =  | :  | :  | =  | =  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | К- | :  | :   | О   | О   | О   | О   | =   | =  | =  | = | = |   |   |   |   |   |
| 3              |   |   |   |   |   |   |   | К- |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | К- | =  | :  | :  | =  | =  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | К- | :  | :   | Х   | Х   | Х   | Х   | =   | =  | =  | = | = |   |   |   |   |   |
| 4              |   |   |   |   |   |   |   | К- |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | К- | =  | :  | =  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | К- | :  | Хпд | Хпд | Хпд | Хпд | Хпд | Хпд | /  | /  | / | / | = | = | = | = | = |

Обозначения:

|     |                                                       |
|-----|-------------------------------------------------------|
|     | Теоретическое обучение                                |
| :   | Экзаменационная сессия                                |
| О   | Учебная практика                                      |
| Х   | Производственная практика                             |
| /   | Государственная аттестация                            |
| =   | Каникулы                                              |
| К-  | Конференц-неделя (не входит в теоретическое обучение) |
| Хпд | Преддипломная практика                                |

#### **5.4. Примерная структура программы дисциплин (модулей) и практик**

Рабочая программа дисциплины должна содержать следующие обязательные разделы:

1. Цели освоения дисциплины с соотнесением с целями ОПОП
2. Место дисциплины структуре ОПОП с указанием пререквизитов и кореквизитов из учебного плана для данного направления и профиля обучения.
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, опыт) и индикаторы их достижения
4. Структура и содержание дисциплины, включающее аннотированное описание лекций, лабораторных работ, практических занятий и пр.
5. Организация содержания самостоятельной работы студентов с аннотированным описанием работ, выносимых на самостоятельную проработку
6. Оценка качества освоения дисциплины. В данном разделе приводятся виды контролируемых мероприятий, распределённых по основным разделам дисциплины и соотнесенных с результатами, формируемыми в процессе изучения данной дисциплины
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины, включающее методическое и информационное обеспечение.
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.
9. Образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины
11. Фонд оценочных средств, где приводятся примеры заданий, тестов и пр.
12. Календарный рейтинг-план изучения дисциплины

*Последовательность изложения и форма представления материала в рабочей программе выбирается разработчиками ОПОП самостоятельно.*

#### **5.5. Рекомендации по разработке фондов оценочных средств для промежуточной аттестации.**

Фонды оценочных средств формируются профессорско-преподавательским составом вуза для каждой структурной единицы учебного плана. ФОС формируется как для промежуточной, так и для итоговой аттестации. В задачи разработчиков ООП входит общий контроль ФОС: каждый результат обучения (знания, умения, владение опытом, компетенция) предполагает существование отдельного средства контроля.

*Рекомендуемая методика формирования программы и ФОС:*

На первом этапе проводится декомпозиция результатов обучения для определения содержания обучения (таблица 5.3). Для каждого результата обучения выбирается наиболее приемлемая форма проведения занятия или самостоятельной работы.

Таблица 5.3.

## Декомпозиция результатов обучения (пример)

| Промежуточный образовательный результат                                                                                                             | Содержание обучения                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПО 1.2. получения керамических изделий на основе порошков, в том числе нанодисперсных методами холодного прессования с применением ультразвука (УЗ) | Проектное задание<br>Получение образцов керамики на основе нанопорошков оксидов алюминия и циркония методом холодного прессования с применением ультразвука (реальные условия) |
| Умение                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                |
| проектировать прессовую УЗ оснастку;                                                                                                                | Лабораторная работа<br>Проектировка УЗ-пресс-формы                                                                                                                             |
| проводить сопряжение волновода с пресс-формой.                                                                                                      | Практическое занятие<br>Сопряжение волновода с пресс-формой.                                                                                                                   |
| Знание                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                |
| основного ультразвукового оборудования, применяемого для прессования                                                                                | Самостоятельная работа<br>Составление сравнительной таблицы «Типы ультразвуковых генераторов: преимущества и ограничения»                                                      |
| физические эффекты влияния ультразвука на порошки и компакты;                                                                                       | Лекция<br>Влияние УЗВ на основные характеристики керамических компактов                                                                                                        |
|                                                                                                                                                     | Самостоятельная работа<br>Конспект «Механизм воздействия УЗ на порошки и компакты»                                                                                             |
| специфики распространения ультразвука в твердых телах;                                                                                              | Лекция<br>Распространение ультразвука в порошковых компактах                                                                                                                   |
| правил конструирования УЗ оснастки                                                                                                                  | Лекция<br>Ультразвуковые пресс-формы                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                     | Лекция<br>Способы ориентации колебательного смещения относительно оси прессования                                                                                              |

Каждый пункт содержания должен быть обеспечен методическими и материальными ресурсами.

На втором этапе для каждого результата обучения определяются показатели, формы и методы оценки (таблице 5.4), исходя из того, что существует две формы оценки: сравнение с эталоном (контроль знаний и некоторых умений) и экспертная оценка (контроль умений, профессионального опыта, компетенции)

Таблица 5.4.

## Показатели оценки результата (пример)

| Результаты                                                                                                           | Показатели оценки результатов                                                                                                                                          | Формы и методы оценки             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Компетенции                                                                                                          |                                                                                                                                                                        |                                   |
| ПК-п. Прогнозировать влияние микро- и нано- масштаба на механические свойства композиционных керамических материалов | Аналитический отчет о влиянии микро- и нано- масштаба на механические свойства керамики составлен в удовлетворяет требованиям новизны, объективности, доказательности: | 1. Экспертная оценка по критериям |

| Результаты                                                                                                        | Показатели оценки результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Формы и методы оценки                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                   | - привлечено не менее 15 – 20 источников литературы (статьи в Российской и зарубежной печати) с глубиной поиска 5 лет;<br>- проведен критический анализ данных, представленных в разных источниках                                                                                                                                |                                                                                                                                       |
| ПК- <i>т</i> Диагностировать и испытывать композиционные керамические материалы, в том числе наноструктури-ванные | 1 Последовательность действий при проведении диагностики керамики соответствует методике<br>2 Описанные свойства материалов находятся в достоверном интервале значений<br>3 Акты испытания и диагностики оформлены в соответствии с требованиями.<br>4 Перечень методов диагностики и испытания соответствует поставленной задаче | 1 Сравнение с эталоном (методиками испытаний)<br>2 Сравнение с эталоном<br>3 Сравнение с эталоном<br>4 Экспертная оценка по критериям |
| <b>Умение</b>                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |
| У– <i>п</i> . Проводить сравнительную оценку изменения трещиностойкости нанокерамических материалов               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Экспертная оценка                                                                                                                     |
| У– <i>т</i> Проводить сравнительную оценку влияния добавок нанопорошков на твердость керамических изделий         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Экспертная оценка                                                                                                                     |
| <b>Знания</b>                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |
| З– <i>п</i> . Структуры нанокристаллических материалов                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Сравнение с эталоном                                                                                                                  |
| З– <i>т</i> . Способов получения нанопорошков оксидных керамик                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Сравнение с эталоном                                                                                                                  |

ФОС делится на два типа: тесты и задания. Для контроля сформированности знаний и некоторых умений используются тесты; для профессионального опыта и большей части умений – задания. Компетенция считается сформированной при условии правильного выполнения не менее 75% заданий и тестов, разработанных для данной компетенции.

### **5.6. Рекомендации по разработке программы государственной итоговой аттестации**

Программа государственной итоговой аттестации включает программу государственного экзамена (если организация включает его в ИГА) по направлению и методические указания к выполнению ВАР. Пример методических рекомендаций представлен в приложении 3.

## **Раздел 6. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОПОП**

В данный раздел ОПОП должны быть включены следующие обязательные подпункты. При необходимости организация может дополнить информацию об условиях осуществления образовательной деятельности по ОПОП.

**6.1. Общие условия.** <Название организации> реализует следующие профили подготовки по направлению 28.03.03 Наноматериалы: <перечислить профили>. Программа разрабатывается на основе ФГОС ВО по направлению 28.03.03 Наноматериалы с учетом <перечень дополнительных документов>, а также потребностей рынка труда.

ОПОП включает в себя учебный план, рабочие программы учебных дисциплин и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки студентов, а также программы практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

ОПОП реализуется в форме лекций, лабораторных практикумов, практических занятий, учебно-научной работы студентов в течение семестра и практик после 2, 4 и 6-го семестров.

<Название организации> ежегодно обновляет основную образовательную программу по направлению 28.03.03 Наноматериалы с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы, придерживаясь рекомендаций по обеспечению гарантии качества, заключающихся в:

- разработке стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников,
- мониторинге и периодическом рецензировании программы,
- разработке объективных процедур оценки знаний, умений и опыта, компетенций выпускников на основе четких согласованных критериев,
- обеспечении качества и компетентности преподавательского состава,
- обеспечении программы достаточными ресурсами, контроле эффективности их использования, в том числе путем опроса студентов,
- регулярном проведении самообследования по согласованным критериям для оценки своей деятельности (стратегии) и сопоставления с другими вузами,
- информировании общественности о результатах своей деятельности, планах, инновациях и пр.

**6.2. Условия, обеспечивающие развитие общекультурных компетенций студентов** (научные и общественные мероприятия, материальную базу, инфраструктуру вуза.)

**6.3. Права и обязанности обучающихся при реализации ООП** (в соответствии с нормативными документами, включая устав вуза).

### **6.4. Кадровое обеспечение учебного процесса**

Реализация программы бакалавриата обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы бакалавриата на условиях гражданско-правового договора.

Квалификация научно-педагогических работников организации должна

отвечать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональным стандартам.

Доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) должна составлять не менее 50 процентов от общего количества научно-педагогических работников организации.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), ведущих научно-методическую и (или) практическую деятельность, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих Блок1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата, должна составлять не менее 70 процентов.

Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу бакалавриата, должна быть не менее 60 процентов.

Доля работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы бакалавриата (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет), в общем числе работников, реализующих программу бакалавриата, должна быть не менее 10 процентов.

#### **6.5. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного процесса**

Уровень необходимого лабораторно-практического и информационного обеспечения учебного процесса (в том числе, профессиональные и реферативные журналы, научная литература, информационные базы и доступные сетевые источники информации) должен соответствовать требованиям подготовки высококвалифицированных исследователей и преподавателей.

Реализация основной образовательной программы подготовки бакалавра обеспечивается доступом каждого студента к библиотечным фондам и базам данных, по содержанию соответствующих полному перечню дисциплин основной образовательной программы из расчета обеспеченности учебниками и учебно-методическими пособиями не менее 0,5 экземпляра на одного студента, наличием методических пособий и рекомендаций по всем дисциплинам и по всем видам занятий и практикам, а также наглядными пособиями, аудио-, видео-, и мультимедийными материалами.

Библиотечный фонд организации должен содержать в достаточном количестве учебную и научно-техническую литературу, указанную в рабочих программах дисциплин учебного плана высшего учебного заведения, а также журналы, соответствующие профилю подготовки.

ООП должна быть обеспечена *Internet* - ресурсами, а также информацией качественного и количественного характера:

- аннотация и концепция ООП,
- цели ООП,
- ключевые показатели деятельности подразделений, обеспечивающих ООП,
- планируемые результаты обучения (освоения программы),
- присваиваемые по окончании ООП степени,
- контингент студентов,
- обучающие и оценочные процедуры,
- образовательные ресурсы,
- достижения студентов и выпускников ООП,
- спрос на рынке труда на выпускников,
- удовлетворенность выпускников,
- эффективность преподавания.

### 6.6. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Информация о МТО должна быть представлена в соответствии с требованиями министерства, предъявляемыми при лицензировании программы.

Таблица 6.1.

МТО Материально-техническое обеспечение учебного процесса (пример)

| №  | Дисциплина в соответствии с учебным планом | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования             | Адрес (местоположение)              | Собственность или иное вещное право, аренда, субаренда, безвозмездное пользование | Вместимость | Общая площадь |
|----|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
| 1. | Иностранный язык                           | Специализированные языковые аудитории 19 корп., 116-а к.2, на 10 рабочих мест. Оборудование: телевизор, видео – магнитофон, музыкальный центр. ауд.210, 210Б, 210в -16а уч.корп | К.19, Усова 4а<br>К.16; Тимакова 12 | Оперативное управление                                                            | 15          | 28,16         |
| 2. | История                                    | ауд.115, 507 –к.19                                                                                                                                                              | К.19, Усова 4а                      | Оперативное управление                                                            | 20          | 37,9          |
| 3. | Философия                                  | Учебная ауд. 023 – к.8                                                                                                                                                          | К.8, Усова 7                        | Оперативное управление                                                            | 35          | 56            |

**7. СПИСОК РАЗРАБОТЧИКОВ**

| №<br>п.п. | ФИО           | Должность                                                                                        |
|-----------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1         | Лямина Г.В.   | Доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий ФГАОУ ВО НИ «Томский политехнический университет» |
| 2         | Воронова Г.А. | Доцент кафедры наноматериалов и нанотехнологий ФГАОУ ВО НИ «Томский политехнический университет» |



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 28.03.03 «Наноматериалы»

| № п/п                                                                                                                                                                                | Код ПС | Наименование ПС                                                                                                                                            | Выходные данные                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 40. Сквозные виды профессиональной деятельности (в сфере технологического обеспечения производства наноматериалов и изделий, содержащих наноматериалы), в сфере научных исследований |        |                                                                                                                                                            |                                                                                                        |
| 1                                                                                                                                                                                    | 40.003 | Инженер-конструктор в области производства наногетероструктурных СВЧ-монокристаллических интегральных схем                                                 | Приказ Минтруда России от 03.02.2014 N 70н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 21.02.2014 N 31390)   |
| 2                                                                                                                                                                                    | 40.042 | Специалист технического обеспечения процесса производства полимерных наноструктурированных пленок                                                          | Приказ Минтруда России от 10.07.2014 № 453н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 № 33862)  |
| 3                                                                                                                                                                                    | 40.043 | Специалист по внедрению и управлению производством полимерных наноструктурированных пленок                                                                 | Приказ Минтруда России от 10.07.2014 № 451н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 18.08.2014 № 33628)  |
| 4                                                                                                                                                                                    | 40.044 | Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок                                                          | Приказ Минтруда России от 10.07.2014 № 447н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 21.08.2014 № 33736)  |
| 5                                                                                                                                                                                    | 40.045 | Инженер-проектировщик фотошаблонов для производства наносистем (включая наносенсоры и интегральные схемы)                                                  | Приказ Минтруда России от 10.07.2014 № 455н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 18.08.2014 № 33629)  |
| 6                                                                                                                                                                                    | 40.046 | Специалист производства наноструктурированных сырьевых керамических масс                                                                                   | Приказ Минтруда России от 10.07.2014 N 450н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 N 33861)  |
| 7                                                                                                                                                                                    | 40.103 | Специалист формообразования изделий из наноструктурированных керамических масс                                                                             | Приказ Минтруда России от 15.09.2015 № 639н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 01.10.2015 № 39081)  |
| 8                                                                                                                                                                                    | 40.104 | Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур                                                                     | Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 593н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38983)  |
| 9                                                                                                                                                                                    | 40.186 | Специалист по безопасности инновационной продукции наноиндустрии                                                                                           | Приказ Минтруда России от 08.09.2017 № 665н,<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 27.09.2017 № 48346) |
| 10                                                                                                                                                                                   | 40.187 | Специалист технического обеспечения процесса сварки деталей и упрочнения сварного шва металлических труб с использованием наноструктурированных материалов | Приказ Минтруда России от 08.09.2017 № 666н,<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 28.09.2017 № 48349) |

| № п/п                                                                                                                                | Код ПС | Наименование ПС                                                                                                             | Выходные данные                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. Архитектура, проектирование, геодезия, топография и дизайн                                                                       |        |                                                                                                                             |                                                                                                                      |
| 11                                                                                                                                   | 10.104 | Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур                                      | Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 593н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38983)                |
| 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере производства наноматериалов различного состава, структуры и свойств)     |        |                                                                                                                             |                                                                                                                      |
| 12                                                                                                                                   | 26.017 | Специалист по подготовке и эксплуатации научно- промышленного оборудования для получения наноструктурированных PVD-покрытий | Приказ Минтруда России от 29.08.2017 № 644н,<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 18.09.2017 № 48229)               |
| 13                                                                                                                                   | 26.016 | Специалист по контролю и испытаниям наноструктурированных PVD-покрытий                                                      | Приказ Минтруда России от 29.08.2017 № 646н,<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 14.09.2017 № 48191)               |
| 14                                                                                                                                   | 26.015 | Специалист по исследованиям и разработке наноструктурированных PVD-покрытий                                                 | Приказ Минтруда России от 29.08.2017 № 645н,<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 14.09.2017 № 48184)               |
| 15                                                                                                                                   | 26.012 | Технолог по наноструктурированным PVD-покрытиям                                                                             | утвержден приказом Минтруда России от 29.08.2017 № 647н,<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 14.09.2017 № № 48194) |
| 16                                                                                                                                   | 26.006 | Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов                                                    | Приказ Минтруда России от 08.09.2015 № 604н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38984)                |
| 17                                                                                                                                   | 26.005 | Специалист по производству наноструктурированных полимерных материалов                                                      | Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 594н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 29.09.2015 № 39061)                |
|                                                                                                                                      | 26.004 | Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов                                      | Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 592н,<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 21.09.2015 № 38938)               |
|                                                                                                                                      | 26.003 | Специалист по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов                                     | Приказ Минтруда России от 14.09.2015 № 631н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 02.10.2015 № 39116)                |
|                                                                                                                                      | 26.002 | Специалист по подготовке и эксплуатации оборудования по производству наноструктурированных полимерных материалов            | Приказ Минтруда России от 14.09.2015 № 632н,<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 09.10.2015 N 39251)               |
|                                                                                                                                      | 26.001 | Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов                | Приказ Минтруда России от 07.09.2015 № 598н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2015 № 38985)                |
| 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере производства изделий и материалов с наноструктурированными компонентами); |        |                                                                                                                             |                                                                                                                      |
|                                                                                                                                      | 16.094 | Специалист по производству изделий из наноструктурированных изоляционных материалов                                         | Приказ Минтруда России от 19.04.2016 № 530н<br>(Зарегистрировано в Минюсте                                           |

| № п/п | Код ПС | Наименование ПС                                                                                        | Выходные данные                                                                                       |
|-------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |        |                                                                                                        | России 30.09.2016 № 43886)                                                                            |
|       | 16.095 | Специалист в области производства бетонов с наноструктурирующими компонентами                          | Приказ Минтруда России от 19.04.2016 № 529н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 30.09.2016 № 43888) |
|       | 16.096 | Инженер-технолог в области анализа, разработки и испытаний бетонов с наноструктурирующими компонентами | Приказ Минтруда России от 13.09.2016 № 504н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 27.09.2016 № 43829) |
|       | 16.098 | Инженер-технолог в области анализа, разработки и испытаний наноструктурированных лаков и красок        | Приказ Минтруда России от 15.09.2016 № 523н<br>(Зарегистрировано в Минюсте России 27.09.2016 № 43837) |

**Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программы бакалавриата по направлению подготовки 28.03.03 «Нanomатериалы»**  
(Может быть расширен разработчиками ОПОП)

| Код и наименование ПС                                                                                                       | ОТФ    |                                                                                                                                     | Трудовые функции                                                                                                                                                                     |         |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|
|                                                                                                                             | код    | наименование                                                                                                                        | наименование                                                                                                                                                                         | код     | уровень квалификации |
| 26.002.<br>Специалист по подготовке и эксплуатации оборудования по производству наноструктурированных полимерных материалов | ОТФ С. | Предупреждение и устранение нарушений работы технологического оборудования производства наноструктурированных полимерных материалов | Обеспечение производства комплектующими материалами и инструментами для основного и вспомогательного оборудования                                                                    | C/01.6. | 6                    |
|                                                                                                                             |        |                                                                                                                                     | Организация пусконаладочных работ основного и вспомогательного оборудования по производству наноструктурированных полимерных материалов                                              | C/02.6. | 6                    |
|                                                                                                                             |        |                                                                                                                                     | Оформление технической и служебной документации                                                                                                                                      | C/03.6. | 6                    |
|                                                                                                                             |        |                                                                                                                                     | Расчет и согласование эксплуатационных нормативов и норм трудозатрат для оперативного планирования производства                                                                      | C/04.6. | 6                    |
|                                                                                                                             |        |                                                                                                                                     | Обеспечение выполнения сменных заданий по ремонту оборудования производства наноструктурированных полимерных материалов в соответствии с графиком планово-предупредительного ремонта | C/05.6. | 6                    |
|                                                                                                                             |        |                                                                                                                                     | Выявление производственных резервов и сокращение цикла изготовления продукции                                                                                                        | C/06.6. | 6                    |
| 40.042.<br>Специалист технического обеспечения процесса производства полимерных наноструктурированных пленок                | ОТФ D. | Управление технологическим процессом производства полимерных наноструктурированных пленок                                           | Контроль работы установок по производству полимерных наноструктурированных пленок в течение смены                                                                                    | D/01.6. | 6                    |
|                                                                                                                             |        |                                                                                                                                     | Анализ соответствия качества выпускаемых полимерных пленок требованиям стандартов                                                                                                    | D/02.6. | 6                    |
|                                                                                                                             |        |                                                                                                                                     | Организация соблюдения требований действующих в организации систем менеджмента качества                                                                                              | D/03.6. | 6                    |
| 40.046.<br>Специалист производства наноструктурированных сырьевых                                                           | ОТФ С. | Обеспечение технологии производства наноструктурированных сырьевых                                                                  | Расчет компонентного состава термопластичного шликера                                                                                                                                | C/01.6. | 6                    |
|                                                                                                                             |        |                                                                                                                                     | Расчет состава компонентов термопластичной связки                                                                                                                                    | C/02.6. | 6                    |
|                                                                                                                             |        |                                                                                                                                     | Расчет компонентного состава наноструктурированной керамической суспензии                                                                                                            | C/03.6. | 6                    |

|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                    |         |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|
| керамических масс                                                                                                 |        | керамических масс                                                                                                             | Контроль выполнения рабочими технологического процесса производства наноструктурированных сырьевых керамических масс                                                               | C/04.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Разработка мероприятий по совершенствованию технологического процесса производства наноструктурированных сырьевых керамических масс                                                | C/05.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Контроль выполнения требований системы менеджмента качества                                                                                                                        | C/06.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Формулирование требований охраны труда, пожарной и экологической безопасности                                                                                                      | C/07.6. | 6 |
| 40.103.<br>Специалист<br>формообразования<br>изделий из<br>наноструктуриро-<br>ванных<br>керамических масс        | ОТФ С. | Обеспечение<br>технологии<br>формообразования<br>и обработки<br>изделий из<br>наноструктуриро-<br>ванных<br>керамических масс | Определение технологических параметров формообразования и обработки изделий из наноструктурированных керамических масс                                                             | C/01.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Разработка конструкции пресс-формы, литейной формы, оснастки                                                                                                                       | C/02.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Обеспечение соблюдения технологии формообразования и обработки изделий из наноструктурированных керамических масс                                                                  | C/03.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Контроль выполнения рабочими технологических процессов формообразования и обработки изделий из наноструктурированных керамических масс                                             | C/04.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Разработка мер по совершенствованию технологических процессов формообразования и обработки изделий из наноструктурированных керамических масс                                      | C/05.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Формулирование требований охраны труда, пожарной и экологической безопасности                                                                                                      | C/06.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Контроль выполнения требований системы менеджмента качества                                                                                                                        | C/07.6. | 6 |
| 40.104.<br>Специалист по<br>измерению<br>параметров<br>модификации<br>свойств<br>наноматериалов и<br>наноструктур | ОТФ С. | Совершенствовани-<br>е процессов<br>измерений<br>параметров<br>модификации<br>свойств<br>наноматериалов и<br>наноструктур     | Модернизация существующих и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур                                                          | C/01.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Модернизация существующих и внедрение новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур                                                         | C/02.6. | 6 |
| 26.005.<br>Специалист по<br>производству<br>наноструктуриро-<br>ванных<br>полимерных<br>материалов                | ОТФ В. | Реализация<br>технологических<br>процессов<br>производства<br>наноструктуриро-<br>ванных полимерных<br>материалов             | Определение порядка выполнения работ по производству наноструктурированных полимерных материалов (маршрутных карт)                                                                 | B/01.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Определение планов размещения оборудования, технического оснащения, производственных мощностей и загрузки оборудования по производству наноструктурированных полимерных материалов | B/02.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Разработка локальной нормативно-технической документации по производству наноструктурированных полимерных материалов                                                               | B/03.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Разработка технических заданий на производство наноструктурированных полимерных материалов                                                                                         | B/04.6. | 6 |
|                                                                                                                   |        |                                                                                                                               | Организационно-техническое сопровождение экспериментальных работ по освоению                                                                                                       | B/05.6. | 6 |

|                                                                                     |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                            |         |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|
|                                                                                     |                                                                                                                                          | новых технологических процессов производства наноструктурированных полимерных материалов и внедрение их в производство                                                     |         |   |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Контроль соблюдения технологической дисциплины в цехах по производству наноструктурированных полимерных материалов и правильной эксплуатации технологического оборудования | В/06.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Проведение мероприятий по предупреждению и устранению брака наноструктурированных полимерных материалов                                                                    | В/07.6. | 6 |
|                                                                                     | ОТФ С.<br>Управление выполнением сменных заданий по производству наноструктурированных полимерных материалов подразделениями организации | Организация подготовки производства наноструктурированных полимерных материалов                                                                                            | С/01.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Контроль снабжения материальными и энергетическими ресурсами производства наноструктурированных полимерных материалов                                                      | С/02.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Предотвращение и устранение нарушений хода производства наноструктурированных полимерных материалов                                                                        | С/03.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Устранение причин, вызывающих простои оборудования и снижение качества наноструктурированных полимерных материалов                                                         | С/04.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Обеспечение оперативного учета движения продукции по участкам и выполнения производственных заданий                                                                        | С/05.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Обеспечение соблюдения работниками технологической, производственной и трудовой дисциплины, требований охраны труда                                                        | С/06.6. | 6 |
| 26.006.<br>Специалист по разработке наноструктурированных композиционных материалов | ОТФ А.<br>Лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов                             | Выполнение работ по поиску экономичных и эффективных методов производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами                           | А/01.6  | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве, и обработка экспериментальных результатов                         | А/02.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Подбор технологических параметров процесса для производства наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами                                         | А/03.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Измерение характеристик экспериментальных наноструктурированных композиционных материалов                                                                                  | А/04.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Определение соответствия наноструктурированных композиционных материалов с новыми свойствами техническому заданию                                                          | А/05.6. | 6 |
|                                                                                     |                                                                                                                                          | Анализ причин несоответствия наноструктурированных композиционных материалов требованиям потребителя и разработка предложений по их предупреждению и устранению            | А/06.6. | 6 |
|                                                                                     | ОТФ В.<br>Научно-техническая разработка методическое                                                                                     | Сбор и систематизация научно-технической информации о существующих наноструктурированных композиционных материалах                                                         | В/01.6  | 6 |
|                                                                                     | Корректировка и разработка методик комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов              | В/02.6.                                                                                                                                                                    | 6       |   |

|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       |                                                                                                                                                        |         |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|
|                                                                                                    |        | сопровождение в области создания наноструктурированных композиционных материалов                                                      | Разработка опытных образцов наноструктурированных композиционных материалов                                                                            | V/03.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Организация проведения испытаний технологических и функциональных свойств наноструктурированных композиционных материалов                              | V/04.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Аналитическое и документационное сопровождение внедрения наноструктурированных композиционных материалов с заданными свойствами                        | V/05.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Составление аналитических обзоров, научных отчетов, публикация результатов исследований                                                                | V/06.6. | 6 |
| 26.003.<br>Специалист по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов | ОТФ В. | Осуществление работ по проектированию изделий из наноструктурированных композиционных материалов                                      | Внедрение опыта ведущих организаций при проектировании изделий из наноструктурированных композиционных материалов                                      | V/01.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Разработка эскизных, технических и рабочих проектов изделий из наноструктурированных композиционных материалов                                         | V/02.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Проведение патентных исследований с целью обеспечения патентной чистоты и патентоспособности новых проектных решений                                   | V/03.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Разработка проектной документации опытного образца (опытной партии) изделий из наноструктурированных композиционных материалов                         | V/04.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | V/05.6. Оформление предложений о целесообразности корректировки принятых проектных решений                                                             |         | 6 |
| 26.004.<br>Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов  | ОТФ Д. | Управление выполнением производственных заданий участка (цеха) по выпуску волокнистых наноструктурированных композиционных материалов | Совершенствование технологии, механизация и автоматизация производственных процессов                                                                   | D/01.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Предупреждение брака на участке и повышение качества изделий                                                                                           | D/02.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Организация аттестации работников                                                                                                                      | D/03.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Составление отчетности о производственной деятельности цеха (участка)                                                                                  | D/04.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Координация деятельности руководителей подразделений цеха по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов                  | D/05.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Контроль соблюдения работниками требований охраны труда, производственной и трудовой дисциплины, правил внутреннего трудового распорядка               | D/06.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Координация взаимодействия подразделений цеха со службами, задействованными в производстве волокнистых наноструктурированных композиционных материалов | D/07.6. | 6 |
| 26.001.<br>Специалист по обеспечению комплексного                                                  | ОТФ А. | Контроль соответствия сырья, полуфабрикатов                                                                                           | Проведение анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов                              | A/01.6. | 6 |
|                                                                                                    |        |                                                                                                                                       | Разработка новых и совершенствование действующих методов проведения анализов, испытаний и исследований                                                 | A/02.6. | 6 |

|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                  |         |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|
| контроля<br>производства<br>наноструктуриро-<br>ванных<br>композиционных<br>материалов |        | и готовой<br>продукции<br>производства<br>наноструктуриро-<br>ванных<br>композиционных<br>материалов<br>техническим<br>условиям и<br>стандартам     | Выявление и анализ причин брака/несоответствующей продукции                                       | A/03.6.                                                                                                                                                                          | 6       |   |
|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     | Разработка предложений по предупреждению и устранению брака, проведение работ по устранению брака | A/04.6.                                                                                                                                                                          | 6       |   |
|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     | Оформление документации на принятую и забракованную продукцию                                     | A/05.6.                                                                                                                                                                          | 6       |   |
|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     | Разработка предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства      | A/06.6.                                                                                                                                                                          | 6       |   |
|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     | Проведение испытаний новых образцов продукции, разработка технической документации                | A/07.6.                                                                                                                                                                          | 6       |   |
|                                                                                        | ОТФ В. | Контроль<br>качества<br>продукции и<br>технической<br>документации по<br>производству<br>наноструктуриро-<br>ванных<br>композиционных<br>материалов |                                                                                                   | Определение комплексной характеристики качества наноструктурированных композиционных материалов                                                                                  | B/01.6. | 6 |
|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     |                                                                                                   | Проведение экспертизы технических документов производства наноструктурированных композиционных материалов на соответствие требованиям внутреннего рынка и экспортным требованиям | B/02.6. | 6 |
|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     |                                                                                                   | Составление технических заданий на подготовку проектов технических стандартов производства наноструктурированных композиционных материалов                                       | B/03.6. | 6 |
|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     |                                                                                                   | Подготовка проведения комплексного контроля продукции                                                                                                                            | B/04.6. | 6 |
|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     |                                                                                                   | Выполнение работ по комплексному контролю продукции и технологических процессов производства наноструктурированных композиционных материалов                                     | B/05.6. | 6 |
|                                                                                        |        |                                                                                                                                                     |                                                                                                   | Составление отчетной научно-технической документации                                                                                                                             | B/06.6. | 6 |



## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ БАКАЛАВРОВ**

### **1. Общие положения государственной итоговой аттестации по направлению 28.03.03 Наноматериалы (пример)**

Целью государственной итоговой аттестации (далее по тексту ГИА) является оценка сформированности следующих результатов обучения в соответствии с ФГОС ВО по программе бакалавриата 28.03.03 «Наноматериалы»:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Формой ИГА является выпускная квалификационная работа бакалавра, оформляемая в соответствии с Положением о выпускных квалификационных работах бакалавра, специалиста, магистра в Томском политехническом университете (утв. приказом ректора № 6/од от 10.02.2014 г.).

Выпускная квалификационная работа студента (подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы) занимает 4 недели в конце 4 семестра и оценивается в 6 зачетных единиц.

Основными лицами, оценивающими сформированные компетенции, являются рецензенты бакалаврской работы (внешний специалист), научный руководитель, члены государственной аттестационной комиссии.

### **2. Процедура подготовки выпускной квалификационной работы**

ВКР выполняется по материалам, собранным за период обучения в бакалавриате в процессе учебно-исследовательской работы и практик, предусмотренных учебным планом подготовки бакалавра.

ВКР должна подтвердить способности автора самостоятельно вести научный поиск, используя теоретические знания и практические навыки, выявлять и формулировать профессиональные проблемы, знать методы и приёмы их решения. Содержание работы могут составлять результаты теоретических исследований, разработка новых методов к решению научных проблем, решение задач прикладного характера.

Тема выпускной квалификационной работы утверждается приказом по университету (таблица 1) в установленные сроки. Тема выбирается студентом в рамках научной деятельности выпускающих кафедр самостоятельно. Темы могут формулироваться на основании заявок учреждений и организаций с учетом направления подготовки бакалавров.

Работа бакалавра над ВКР по выбранной теме осуществляется под научным руководством преподавателя, закрепляемого за студентом заведующим кафедрой. Закрепление за студентом научного руководителя происходит на заседании выпускающей кафедры не позднее окончания первого семестра обучения. На первом этапе допускается формулировка предварительного

названия темы, которая впоследствии будет уточняться. Окончательные темы и научные руководители выпускных квалификационных работ бакалавра утверждаются в начале 8-го семестра приказом по университету.

Студент в ходе выполнения ВКР должен:

1. сформулировать цели и задачи исследования;
2. определить структуру работы;
3. определить перечень основной литературы, подлежащий теоретическому исследованию и анализу;
4. подготавливать материалы по главам ВКР и представлять их научному руководителю согласно утвержденному плану;
5. оформлять материалы ВКР (пояснительную записку и чертежи) в соответствии с требованиями нормативных документов.

Таблица 2

### Содержание приказа о назначении тем и руководителей ВКР

| № | ФИО студента | Тема ВКР                                                                       | Руководитель (ФИО, звание, степень) | Аннотация практической направленности работы                                                     | Предприятие, (организация), по проблематике которого выполняется работа |
|---|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Иванов А.А.  | Применение наночастиц серебра в качестве модификаторов для позитивных резистов | Петров В.В., д.т.н., профессор      | Разработка существенно омические формирования микросхем позволит снизить потери при интегральных | Научно-исследовательский институт полупроводников, Томск                |
| n | .....        | .....                                                                          | .....                               | .....                                                                                            | .....                                                                   |

Прежде чем окончательно выполненная выпускная квалификационная работа будет допущена к официальной защите в целях предварительной проверки ее качества, соответствия профилю направления подготовки и требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам высших учебных заведений, проводится предварительное рассмотрение выпускной квалификационной работы (предзащита).

На предзащите студент должен кратко изложить основные положения ВКР и достигнутые результаты, ответить на вопросы по существу. Целью проведения предзащиты является оказание помощи студенту в исправлении выявленных ошибок, выяснении спорных моментов, устранении недостатков в оформлении и т.п.

Итогом предварительного рассмотрения должно стать заключение о готовности обучающегося к официальной защите. Это заключение удостоверяется подписью заведующего кафедрой на титульном листе выпускной квалификационной работы в отведенном месте.

Работа допускается к защите при наличии отзыва руководителя ВКР и рецензии внешнего рецензента, определяемого заведующим кафедрой.

### **3. Процедура оценивания ВКР и компетенций выпускника**

Оценивания всех компетенций, формируемых в процессе выполнения ВКР невозможно на стадии защиты. В этой связи бланки оценивания компетенций различны для научных руководителей, рецензентов и членов ГАК.

В функции научного руководителя ВКР входит:

1. Формулировка темы ВКР;
2. уточнение структуры работы, ее целей и задач;

3. рекомендация необходимых для выполнения ВКР основных источников литературы;
4. консультирование студента и оказание ему методической помощи, в т.ч. дистанционно;
5. обучение экспериментальным методикам и методам работы на оборудовании; обеспечение безопасного эксперимента;
6. экспертиза представляемых студентом материалов;
7. представление отзыва на ВКР.

В таблице 2 представлены показатели оценки результатов обучения выпускника в ходе выполнения ВКР, критерии оценивания каждого из показателей и максимальный балл для каждого критерия. Перечень общекультурных компетенций оцениваемых в процессе ВКР одинаков для всех студентов. Перечень профессиональных компетенций может различаться, так как темы работ выпускников индивидуальны. Форма бланка оценивания компетенций студента научным руководителем ВКР представлена в табл. 3.

В функции рецензента и членов ГАК входит дать оценку ВКР студента в соответствии с критериями, указанными в таблицах 5 и 6, соответственно.

Таблица 2

## Показатели оценки результатов

| Результаты                                                                                                                     | Показатели оценки результатов                                                    | Критерии оценивания достижения результатов                                                                                                                                                                                    | Оценка в баллах |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | 1. Степень разработанности темы научного исследования                            | 1.1. Обоснованы актуальность, научная новизна и практическая ценность выбранной темы ВКР;                                                                                                                                     | 5               |
|                                                                                                                                |                                                                                  | 1.2. для подготовки литературного обзора привлечено не менее 25-30 источников литературы (монографии, статьи в Российской и зарубежной печати, патенты и авторские свидетельства и т.д.) с глубиной поиска не позднее 10 лет; | 5               |
|                                                                                                                                |                                                                                  | 1.3. количество привлеченных для составления литературного обзора статей, опубликованных в зарубежной печати, составляет не менее 5-ти;                                                                                       | 10              |
|                                                                                                                                |                                                                                  | 1.4. проведен критический сравнительный анализ используемых научных подходов и полученных экспериментальных результатов разных авторов по проблеме научного исследования;                                                     | 10              |
|                                                                                                                                | 2. Соблюдение требований нормативно-технической документации при оформлении ВКР. | 2.1. оформление пояснительной записки ВКР в соответствии с требованиям ГОСТ 7.32-2001;                                                                                                                                        | 5               |
|                                                                                                                                |                                                                                  | 2.2. оформление используемых источников литературы в соответствии с требованиям ГОСТ Р 7.0.5 - 2008                                                                                                                           | 5               |

| Результаты                                                                                      | Показатели оценки результатов                                                                                       | Критерии оценивания достижения результатов                                                                                                                                                                                      | Оценка в баллах |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | 1. Качество доклада по результатам выполненных научных исследований, представляемого в устной форме при защите ВКР. | 1.1. последовательное и логичное изложение материала с соответствующими выводами и аргументированными предложениями;                                                                                                            | 10              |
|                                                                                                 |                                                                                                                     | 1.2. активное использование во время доклада демонстрационного (раздаточного) материала для подтверждения доказательности выводов и предложений;                                                                                | 10              |
|                                                                                                 |                                                                                                                     | 1.3. демонстрация глубокого знания темы, свободное оперирование профессиональной терминологией и результатами исследования;                                                                                                     | 10              |
|                                                                                                 |                                                                                                                     | демонстрация свободного и аргументированного владения информацией по теме научного исследования при ответе на поставленные вопросы.                                                                                             | 10              |
|                                                                                                 | 2. Способность представлять научному сообществу результаты исследований в устной и письменной формах.               | 2.1. активное участие в научных мероприятиях (выставках, семинарах, конкурсах и т.д.), а также представление материалов научных исследований в форме устных и стендовых докладов на научных и научно-практических конференциях; | 10              |
|                                                                                                 |                                                                                                                     | 2.2. подготовка материалов научных исследований для опубликования в сборниках конференций и рецензируемой печати (журналах).                                                                                                    | 10              |
| ИТОГО                                                                                           |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                 | 100             |

Таблица 3

## Оценочный бланк для научного руководителя ВКР

| № | Критерий                                                                                                                                                                             | Оценка в баллах |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | Умение самостоятельно проводить поиск и отбор необходимого количества отечественной и зарубежной литературы, а также других информационно-справочных материалов                      | 10              |
| 2 | Умение выполнять обобщение, анализ и систематизацию информации по проблеме научного исследования                                                                                     | 10              |
| 3 | Полнота обзора литературных источников (монографий, статей, патентов, авторских свидетельств и т.п.) по теме исследования, опубликованных не ранее, чем за 10 лет до года защиты ВКР | 10              |
| 4 | Способность к самостоятельному выбору методов исследования и проведению измерений с выбором технических средств и обработкой результатов                                             | 10              |

| № | Критерий                                                                                                                                                                      | Оценка в баллах |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 5 | Умение анализировать результаты научных исследований, давать их интерпретацию, то есть объяснять выявленные факты на языке научных понятий и закономерностей                  | 10              |
| 6 | Способность к самостоятельному и научно обоснованному формулированию выводов по результатам исследования                                                                      | 10              |
| 7 | Умение использовать методы математической и статистической обработки экспериментальных данных                                                                                 | 10              |
| 8 | Грамотность, ясность и доступность изложения материала в пояснительной записке ВКР                                                                                            | 10              |
| 9 | Качество оформления пояснительной записки ВКР (стиль, инженерная грамотность, оформление), качество оформления графического материала, их соответствие действующим стандартам | 10              |
| 1 | Умение отстаивать собственную точку зрения при обсуждении результатов научных исследований                                                                                    | 10              |
|   | ИТОГО                                                                                                                                                                         | 100             |

Таблица 4

## Оценочный бланк для рецензента

| №  | Критерий                                                                                                                                                                             | Оценка в баллах |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 11 | Обоснованность актуальности темы ВКР                                                                                                                                                 | 5               |
| 12 | Оригинальность, новизна, научная и практическая ценность полученных результатов                                                                                                      | 10              |
| 13 | Корректность постановки цели и задач, решаемых при выполнении ВКР                                                                                                                    | 10              |
| 14 | Соответствие плана эксперимента задачам ВКР                                                                                                                                          | 5               |
| 15 | Полнота обзора литературных источников (монографий, статей, патентов, авторских свидетельств и т.п.) по теме исследования, опубликованных не ранее, чем за 10 лет до года защиты ВКР | 10              |
| 16 | Соответствие проделанной работы заданию на выполнение ВКР                                                                                                                            | 5               |
| 17 | Уровень и корректность использования в работе методов исследования, математического моделирования, инженерных расчетов                                                               | 5               |
| 18 | Степень комплексности работы, использование в ней знаний специальных, естественнонаучных, социально-экономических и общепрофессиональных дисциплин                                   | 10              |
| 19 | Достоверность результатов выполненных экспериментов статистически подтверждена воспроизводимостью                                                                                    | 5               |
| 20 | Результаты эксперимента интерпретированы однозначно                                                                                                                                  | 10              |
| 21 | Соответствие выводов ВКР поставленной цели                                                                                                                                           | 5               |
| 22 | Качество оформления списка использованных источников научно-технической информации и его соответствие требованиям ГОСТ Р 7.0.5-2008                                                  | 5               |
| 23 | Качество оформления пояснительной записки ВКР и ее соответствие требованиям ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе»                                                 | 5               |
| 24 | Объем и качество выполнения графического материала, его соответствие тексту пояснительной записки ВКР и ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе»                     | 10              |
|    | ИТОГО                                                                                                                                                                                | 100             |

Таблица 6

## Оценочный бланк для члена комиссии

| №  | Критерий                                                                                                                                           | Оценка в баллах |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1  | Обоснованность актуальности темы ВКР                                                                                                               | 5               |
| 2  | Оригинальность, новизна, научная и практическая ценность полученных результатов                                                                    | 10              |
| 3  | Корректность постановки цели и задач, решаемых при выполнении ВКР                                                                                  | 10              |
| 4  | Соответствие плана эксперимента задачам ВКР                                                                                                        | 5               |
| 5  | Степень комплексности работы, использование в ней знаний специальных, естественнонаучных, социально-экономических и общепрофессиональных дисциплин | 10              |
| 6  | Полнота решения поставленных в ВКР задач                                                                                                           | 10              |
| 7  | Достоверность полученных научных результатов                                                                                                       | 5               |
| 8  | Последовательное и логичное изложение материала на основе доказательных рассуждений                                                                | 10              |
| 9  | Объем и качество выполнения демонстрационного (раздаточного) материала и его соответствие требованиям к ВКР ТПУ                                    | 10              |
| 10 | Степень использования во время доклада демонстрационного (раздаточного) материала для подтверждения доказательности выводов и предложений          | 5               |
| 11 | Свободное оперирование докладчиком профессиональной терминологией и результатами исследования                                                      | 10              |
| 12 | Докладчик грамотно и аргументированно отвечает на вопросы, поставленные членами комиссии                                                           | 10              |
|    | ИТОГО                                                                                                                                              | 100             |

Примерная структура выступления включает:

- актуальность выбранной темы, предметы изучения, объекты исследования, цель, задачи, методы исследования;
- краткое содержание логического построения разделов работы с указанием что, кем, почему и какими методами выполнено в работе;
- обоснование рекомендуемых предложений, проектов с соответствующими расчетами;
- выводы и предложения с оценкой проектируемых решений.

Все выступление должно быть в рамках 7-12 минут.

В тексте выступления студент должен максимально приближенно к содержанию текста квалификационной работы обосновать ее актуальность, произвести обзор научных работ по аналогичным исследованиям, показать научную новизну и практическую значимость исследования, дать краткий обзор глав и объяснить полученные в тексте результаты исследований, результаты расчетов и раскрыть обоснование проектных решений и рекомендаций. В заключение озвучить обоснованность выводов и предложений.

Использовать в выступлении можно только те данные, которые приведены в квалификационной работе.

Для иллюстрации выступления используется иллюстрационный материал в виде таблиц, графиков, рисунков, которые выбираются из разделов выпускной квалификационной работы, а также чертежей, разработанных в ходе выполнения ВКР.

Иллюстрационный материал оформляется в отдельные папки. Количество папок с иллюстрационным материалом определяется количеством членов оценивающей комиссии. Также студент при защите работы должен использовать медиапрезентации.

При подготовке доклада и иллюстрационных материалов их целесообразно согласовать с руководителем и опробовать на предварительной защите на кафедре.

Информация получена с ресурса: [http://natsrazvitie.ru/proekt\\_minobr\\_ru](http://natsrazvitie.ru/proekt_minobr_ru)