

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 16.10.2023 14:48:05  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

 **Е. В. Сафонов** /  
2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Метаматериалы»**

Направление подготовки

**22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»**

Профиль подготовки

**Перспективные материалы и технологии**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2020 г.

Программа дисциплины «Метаматериалы» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** по профилю подготовки «Перспективные материалы и технологии».

Программу составил:  
профессор, д.т.н.



/ Г.М.Волков /

Программа дисциплины «Метаматериалы» по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»


«22» апр 2020 г. протокол № 12

Заведующий кафедрой  
профессор, д. т. н.



/А.Д. Шляпин /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** по профилю подготовки «Перспективные материалы и технологии».

 /И.А. Курбатова/  
«22» апр 2020 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета

Председатель комиссии

 | 

«15» 06 2020 г. Протокол: № 8-20

22.03.01/01/22

### 1. Цели освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины «Метаматериалы» является подготовка к деятельности, связанной с реализацией уникальных свойств наноразмерного состояния вещества в потребительских свойствах материалов конструкционного и функционального назначения.

Задачей освоения дисциплины «Метаматериалы» является изучение теоретических основ формирования уникальных свойств наноразмерного состояния вещества и современного арсенала технологических приемов их практического применения.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Метаматериалы» относится к дисциплинам по выбору студента Б1.3. Успешное освоение дисциплины предполагает уверенное владение студентами основ естественно-научных и общеинженерных дисциплин «Физика», «Химия», «Сопротивление материалов», «Технология конструкционных материалов», «Нанотехнологии» в объеме бакалавриата.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины «Метаматериалы» у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способностью использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– возможности информационно-коммуникационных технологий для доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии материалов</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать глобальные информационные ресурсы для разработки инновационных проектов</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками доступа к глобальным</li> </ul>

	материаловедения и технологии материалов	информационным ресурсам в области материаловедения и технологии материалов
ОПК-2	способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	<p><b>знать:</b> подходы и методы получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях</p> <p><b>уметь:</b> использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях</p> <p><b>владеть:</b> методами получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

**Общая трудоемкость:** дисциплины «Метаматериалы» составляет 4 зачетных единицы, т.е. 144 академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов). Дисциплина изучается на третьем и четвертом курсах в **шестом и седьмом** семестрах: лекции – 36 часов, семинарские и практические занятия – 36 часов, форма контроля – зачет.

#### Содержание разделов дисциплины:

##### 4.1. Метаматериалы

Метаматериалы как композиционные материалы с искусственно заданной регулярной структурой наполнителя. Роль наполнителя метаматериалов в качестве резонаторов электромагнитного излучения. Формирование метаматериалами отрицательного угла преломления электромагнитных волн. Основополагающие работы академика АН СССР Мандельштама Л.И., предсказавшие принципиальную возможность создания метаматериалов.

##### 4.2. Суперлинза Веселаго

Законы геометрической оптики. Схема хода оптических лучей в средах с отрицательным углом преломления. Суперлинза советского ученого Веселаго В.Г. Разрешающая способность суперлинзы Веселаго. Технический потенциал суперлинзы Веселаго.

#### **4.3. Ложные материальные объекты**

Теоретический анализ принципиальной возможности создания нематериального трехмерного изображения реального объекта в заданной точке пространства, не совпадающей с реальными координатами объекта. Технический потенциал данного направления работ.

#### **4.4. Эффект невидимости**

Теоретический анализ экспериментальной установки для демонстрации эффекта невидимости. Перспективы создания промышленного образца метаматериалов, реализующих эффект невидимости материальных объектов. Технический потенциал данного направления работ.

#### **4.5. Структурное окрашивание материальных тел**

Интерференция электромагнитных излучений в тонких пленках вещества нанометровой толщины. Технологические возможности управления цветовой гаммой нанопокровов. Технический потенциал структурного окрашивания материальных объектов.

### **5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Метаматериалы» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- установочная лекция,
- внеаудиторная самостоятельная подготовка студента к семинарским и практическим занятиям,
- консультация преподавателем по сети Интернет в режиме on- или of-line,
- деловые (ролевые) игры.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Для практического освоения обучаемым компетенций ПК-1 и ОПК-2 используются деловые (ролевые) игры, которые включают в себя:

- подготовку каждым студентом в течение семестра не менее одной презентации инновационного проекта по практической реализации уникальных свойств метаматериалов в техническом устройстве или технологическом процессе,

- подготовку каждым студентом в течение семестра не менее одной роли потенциального Инвестора, который критически оценивает представленный другим студентом инновационный проект.

- семинарские занятия в форме публичной защиты инновационного проекта Разработчиком перед командой Инвестора, в роли которой выступают все студенты группы.

Семинары подготавливаются и проводятся по следующей методике.

Студенты разбиваются на пары, в которых один из студентов назначается Разработчиком проекта, а другой студент предполагаемым Инвестором. Общая проблема деловых игр - техническое применение метаматериалов. Конкретную тему инновационного проекта предлагает студент-Разработчик проекта на основании изученных им функциональных свойств наночастиц и конструктивных свойств объемных метаматериалов исходя из личных предпочтений и под руководством преподавателя.

Разработчик использует для подготовки инновационного проекта современные методы информационно-коммуникационных технологий для доступа к глобальным информационным ресурсам. Инвестор заранее знакомится с названием проекта и изучает его тематику также в объеме глобального информационного ресурса, доступного современным методам информационно-коммуникационных технологий. Все студенты группы изучают тематику предстоящего семинара в объеме учебника. Каждый студент в течение семестра участвует в работе семинара в роли как Разработчика, так и Инвестора, а также в качестве рядового участника команды Инвестора.

Цель интерактивной методики проведения занятий – побудить студента к самостоятельному изучению профессиональной литературы и научить аргументированно отстаивать свои инженерные решения.

## **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

### **6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
------------------------	--

ПК-1	способностью использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов
ОПК-2	способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

**6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

<b>ПК-1 Способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов</b>		
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>	
	Не зачтено	Зачтено

<p><b>знать:</b> возможности информационно-коммуникационных технологий для доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знания возможностей информационно-коммуникационных технологий для доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует соответствие знания возможностей информационно-коммуникационных технологий для доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии материалов, свободно оперирует приобретенными знаниями. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе знаний на новые, нестандартные ситуации.</p>
<p><b>уметь:</b> использовать теоретические знания для разработки инновационных проектов по реализации принципов нанотехнологии в технических устройствах и технологических процессах</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать теоретические знания для разработки инновационных проектов по реализации принципов нанотехнологии в технических устройствах и технологических процессах. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует соответствие умений использовать теоретические знания для разработки инновационных проектов по реализации принципов нанотехнологии в технических устройствах и технологических процессах, оперирует приобретенными умениями в ситуациях повышенной сложности. Умения освоены, но могут допускаться незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>
<p><b>владеть:</b> навыками анализа процессов получения нанобъектов и их компактирования</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками анализа процессов получения нанобъектов и их компактирования</p>	<p>Обучающийся владеет навыками анализа процессов получения нанобъектов и их компактирования, применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. Навыки освоены, но могут допускаться незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>

**ОПК-2. Способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях**

Показатель	Критерии оценивания	
	Не зачтено	Зачтено
<p><b>знать:</b> подходы и методы</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие</p>	<p>Обучающийся демонстрирует соответствие знания возможностей подходов и методов</p>



получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	знания подходов и методов получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях, свободно оперирует приобретенными знаниями. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе знаний на новые, нестандартные ситуации.
<b>уметь:</b> использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет использовать теоретические знания подходов и методов получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует соответствие умений использовать теоретические знания для получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях, оперирует приобретенными умениями в ситуациях повышенной сложности. Умения освоены, но могут допускаться незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
<b>владеть:</b> методами получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях.	Обучающийся владеет методами получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях, применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. Навыки освоены, но могут допускаться незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.

### **Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:**

#### **Форма промежуточной аттестации: зачет.**

Промежуточная аттестация обучающихся проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации только студенты должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Метаматериалы» (активно участвовали в деловой игре – успешно защитили инновационный проект по техническому применению метаматериалов).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Незачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.**

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) основная литература:**

1. Волков Г.М. Нанотехнология в машиностроении: учебник. –

М.: ИНФРА-М, 2019. – 307 с. -на сайте **Znanium.com**

2. Волков Г.М. Онлайн курс Нанотехнология в машиностроении.

Модуль №1. Дискретные молекулы. -на сайте **LMS Мосполитеха**

**б) дополнительная литература:**

1. Волков Г.М., Зуев В.М. Материаловедение: учебник,

Раздел V, Наноматериалы. - М.: «Академия», 2008. – 400 с. -**490экз.**

2. Волков Г.М. Объемные наноматериалы: учебное пособие. –

М.: КНОРУС, 2011. – 168 с. -**325экз.**

**в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Студенты работают на компьютере, используя стандартные программы типа Word с программным обеспечением Windows 10.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические и информационные материалы в электронном виде, представленные на сайтах:

<http://www.portalnano.ru>

<http://www.nanoindustries.com>

<http://www.nanometer.ru>

<http://www.nanotechweb.org>

<http://www.nanotechweb.org>

**8. Материально-техническое обеспечение**

<p>Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313.</p> <p>115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16</p>	<p>Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор + экран, компьютер.</p> <p>Учебное оборудование:</p> <p>микроскопы АЛЬТАМИ, МИМ-7, твердомер, шкафы для хранения с учебно-методической и научной литературой, наглядные пособия (плакаты).</p>
---	---

<p>Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1316 .</p> <p>115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16</p>	<p>Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул. Учебное оборудование: наглядные пособия</p>
--	--

### **1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Студентам для самостоятельной работы рекомендуется использовать современными методы информационно-коммуникационных технологий доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии.

При подготовке к семинарам рекомендуется использовать информационные Интернет-ресурсы, представленные на сайтах в разделе 7 данной рабочей программы.

### **2. Методические рекомендации для преподавателя**

Преподавателю рекомендуется использовать личный опыт практической работы в области нанотехнологии, желательно с конечным результатом в виде инновационного проекта, доведенного до заводской стадии производства.

Для освоения теоретической части дисциплины начинающему преподавателю рекомендуется регулярно знакомиться с передовыми научно-техническими работами в области нанотехнологии и смежных областей фундаментальной науки посредством информационных Интернет-ресурсов, представленных на сайтах в разделе 7 данной рабочей программы.



	структурой наполнителя. Роль наполнителя метаматериалов в качестве резонаторов электромагнитного излучения. Формирование метаматериалами отрицательного угла преломления электромагнитных волн. Основополагающие работы академика АН СССР Мандельштама Л.И., предсказавшие принципиальную возможность создания метаматериалов.								
<b>2.</b>	<b>Суперлинза Веселаго</b>	6	9-18	10	10		20		
	Законы геометрической оптики. Схема хода оптических лучей в средах с отрицательным углом преломления. Суперлинза советского ученого Веселаго В.Г. Разрешающая способность суперлинзы Веселаго. Технический потенциал суперлинзы Веселаго.								
<b>3.</b>	<b>Ложные материальные объекты</b>	7	1-8	8	8		16		
	Теоретический анализ принципиальной возможности создания нематериального трехмерного изображения реального объекта в заданной точке пространства, не совпадающей с реальными координатами объекта. Технический потенциал данного направления работ.								

4.	<b>Эффект невидимости</b>	7	9-16	8	8		16		
	Теоретический анализ экспериментальной установки для демонстрации эффекта невидимости. Перспективы создания промышленного образца метаматериалов, реализующих эффект невидимости материальных объектов. Технический потенциал данного направления работ.								
5.	<b>Структурное окрашивание материальных тел</b>	7	17,18	2	2		4		
	Интерференция электромагнитных излучений в тонких пленках вещества нанометровой толщины. Технологические возможности управления цветовой гаммой нанопокровов. Технический потенциал структурного окрашивания материальных объектов.								
	Всего часов по дисциплине			36	36		72		

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский политехнический университет

Направление подготовки:

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»  
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»

**Кафедра: «Материаловедение»**

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**



## Метаматериалы

**Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств  
2. Описание оценочных средств:  
А. Вопросы для коллоквиума  
Б. Тематика деловой игры**

**Составитель:  
д.т.н., проф. Волков Г.М.**

Москва, 2020 год

Таблица 3 Паспорт ФОС по дисциплине «Метаматериалы»

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ПК-1	<b>Знания:</b> возможностей информационно-коммуникационных технологий для доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии материалов	Все разделы	ТЕК На каждом занятии	Собеседование	У	Коллоквиум
	<b>Умения:</b>	Все разделы	ТЕК	Собесе-	у	Коллок-

	использовать глобальные информационные ресурсы для разработки инновационных проектов		На каждом занятии	Доводание		виум
	<b>Навыки:</b> владеть навыками доступа к глобальным информационным ресурсам в области материаловедения и технологии материалов	Все разделы	ТЕК На каждом занятии	Собеседование	У	Коллоквиум
<b>ОПК-2</b>	<b>Знания:</b> теоретических основ формирования уникальных свойств наноразмерного состояния вещества	Все разделы	ТЕК На каждом занятии	Собеседование	У	Коллоквиум
	<b>Умения:</b> использовать теоретические знания для разработки инновационных проектов по реализации принципов нанотехнологии в технических устройствах и технологических процессах	Все разделы	ТЕК На каждом занятии	Собеседование	У	Коллоквиум
	<b>Навыки:</b> владеть методами анализа процессов получения нанобъектов и их компактирования	Все разделы	ТЕК На каждом занятии	Собеседование	У	Коллоквиум
<b>ПК-1 ОПК-2</b>	<b>Знания Умения Навыки</b>	Все разделы после завершения разделов 4.1 и 4.2	ПА	Публичная защита инновационного проекта по теме: «Техническое приме-	КТ	Деловая ролевая игра

				нение наночас- тиц»		
<b>ПК-1 ОПК- 2</b>	<b>Знания Умения Навыки</b>	Все разделы после завер- шения раздела 4.3	ПА	Публич- ная за- щита ин- новаци- онного проекта: «Техни- ческое приме- нение объем- ных нанома- териалов»	КТ	Деловая ролевая игра

### **А. Вопросы для коллоквиума**

#### **К разделу 1. Метаматериалы**

Технический потенциал и практические перспективы создания объемных метаматериалов.

#### **К разделу 2. Суперлинза Веселаго**

Технический потенциал и технологические трудности повышения разрешающей способности суперлинзы Веселаго.

#### **К разделу 3. Ложные материальные объекты**

Технический потенциал и технологические трудности создания ложных материальных объектов.

#### **К разделу 4. Эффект невидимости**

Технический потенциал и практические перспективы создания промышленного образца технического устройства с эффектом невидимости.

#### **К разделу 5. Структурное окрашивание материальных тел**

Оцените технический потенциал и перспективы практического применения структурного окрашивания материальных тел в производственной практике технологии машиностроения.

**Б. Тематика деловой игры**  
**Оформление задания для деловой (ролевой) игры**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

Московский политехнический университет

Направление подготовки:

22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

ОП (профиль): Перспективные материалы и технологии

Кафедра \_\_Материаловедение\_\_  
(наименование кафедры)

**Деловая (ролевая) игра**

по дисциплине \_\_**Метаматериалы**\_\_  
(наименование дисциплины)

**1. Тема (проблема)** Техническое применение наночастиц и метаматериалов. Конкретную тему инновационного проекта предлагает студент-Разработчик проекта на основании изученных им функциональных свойств наночастиц и

конструкционных свойств объемных метаматериалов исходя из личных предпочтений и под руководством преподавателя.

**2. Концепция игры** Защита инновационного проекта по техническому применению наночастиц и метаматериалов.

**3. Роли:**

- Разработчик проекта,
- Предполагаемый Инвестор проекта,
- член команды Инвестора.

**4. Ожидаемый (е) результат (ы)** Практическое освоение компетенций ПК-1 и ОПК-2.

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется, если студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

- оценка «не зачтено» выставляется, если студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

- оценка, полученная студентом при публичной защите подготовленного им инновационного проекта по реализации принципов нанотехнологии в технических устройствах или технологических процессах, является основанием для промежуточной аттестации студента преподавателем методом экспертной оценки с учетом активности студента в роли Инвестора и члена его команды, а также ответа на один из экзаменационных вопросов.

Составитель \_\_\_\_\_ Г.М. Волков  
(подпись)

