

Министерство образования Калининградской области  
Государственное бюджетное учреждение  
Калининградской области  
нетиповая образовательная организация  
«Центр развития одаренных детей»

Рассмотрено на заседании  
методического совета  
от «28» июля 2020 г.  
Протокол № 7



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

Ю.М.Малиновский

приказ № 071 от 28 июля 2020 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
Технической направленности  
«Современное материаловедение»  
(базовый уровень)  
Возраст учащихся: 12 - 16 лет  
Срок реализации: 1 год

Авторы-составители:  
Ершов Петр Александрович  
зам. директора по НМР  
ГБУ КО НОО «Центр Развития Одаренных Детей»  
Родионова Валерия Викторовна,  
директор НОЦ  
«Умные материалы и биомедицинские  
приложения»

## Лист согласования

**Составитель** \_\_\_\_\_ **(и):** Родионова  
Дополнительная общеразвивающая программа «**Современное материаловедение**»  
обсуждена и утверждена на заседании (отдела, методического объединения и др.)  
методического совета ГБУ КО НОО «Центр развития одаренных детей (Протокол № \_\_\_ от  
\_\_\_\_\_ года).  
Методист Б.В. Андиньш \_\_\_\_\_  
(подпись)

Дополнительная общеразвивающая программа «**Современное материаловедение**»  
одобрена Методическим советом ГБУ КО НОО «Центр развития одаренных детей»  
(Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_).  
(наименование коллегиального органа)

Дополнительная общеразвивающая программа «**Современное материаловедение**»  
пересмотрена на заседании \_\_\_\_\_  
(наименование коллегиального органа)

\_\_\_\_\_  
(наименование образовательной организации)

Внесены следующие изменения (или изменений не внесено):

---

---

---

---

---

Протокол № \_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Заместитель директора  
по научно-методической работе**

\_\_\_\_\_ (П.А.Ершов)

## **Пояснительная записка**

**Направленность программы** техническая - ориентирована на формирование компетенций будущего, освоение методов работы с новыми материалами. Программа направлена на развитие познавательной активности, исследовательских, прикладных, конструкторских способностей обучающихся, самостоятельности, выявление одаренных детей с наклонностями в области технического творчества, а также на профессиональную ориентацию школьников мире профессий будущего.

**Актуальность программы.** Актуальность программы связана с повышением интереса в условиях новой технологической революции и потребностью эффективно решать практические задачи, связанные с необходимостью разработки новых продуктов и материалов.

**Педагогическая целесообразность.** Данная программа педагогически целесообразна, т.к. способствует формированию технической грамотности, воспитанию сознательного отношения к труду, прививает навыки профессиональной деятельности: исследовательской, поисковой, творческой. Эффективными для развития детей являются такие формы организации их мышления и деятельности как работа над решением практических задач, научно-исследовательская деятельность, проектирование.

**Отличительные особенности программы:** Программа предусматривает элементы профессионального самоопределения школьников для мотивации их на поступление на специальности технической и естественно-научной направленности высших и средних профессиональных учебных заведений.

### **Особенности организации образовательного процесса.**

Занятия проходят в формате кружка, где занимаются учащиеся разных возрастных категорий, что создает условия для детского наставничества, управления групповой динамикой и формирование познавательного интереса.

Для обучения принимаются все учащиеся, имеющие мотивацию к научно-техническому творчеству.

Количество обучающихся: в группе до 13 человек.

**Адресат программы.** Программа предназначена для детей 13-16 лет, проявляющих желание развивать интеллектуальные способности и интерес к техническому творчеству, осваивать профессии будущего.

**Объем и срок освоения программы:** программа рассчитана на 9 месяцев, занятия проходят в формате школьных кружков и потоков в Центре развития одаренных детей. На полное освоение программы требуется 72 часа.

**Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий**

Общее количество часов в год – 72 часа. Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 45 минут, между занятиями установлены 10-минутные перемены. Недельная нагрузка на одну группу: 2 часа. Занятия проводятся 1 раз в неделю.

**Формы обучения.** Для освоения программы предусмотрено очное обучение (с применением дистанционных технологий), образовательный интенсив и проектная деятельность.

**Формы подведения итогов реализации программы**

Отслеживание результатов образовательного процесса осуществляется посредством аттестации. Дети, обучающиеся по данной программе, проходят аттестацию 2 раза в год:

- аттестация в начале учебного года (вводная диагностика, сентябрь-октябрь);
- аттестация в конце учебного года (итоговая, май).

**При подведении итогов освоения программы используются:**

- устный опрос;
- наблюдение;
- анализ, самоанализ, обратная связь;
- собеседование;
- тестирование;
- решение исследовательских проектных задач;
- участие детей в конкурсах, форумах и фестивалях различного уровня.

Результаты аттестации отражаются в индивидуальной карте ребенка для отслеживания динамики его развития, что помогает проводить необходимую коррекцию в ходе реализации программы и конструирования учебных занятий.

### **Цель и задачи программы**

**Цель программы:** Освоение технологии работы с новыми материалами с помощью практических знаний математики, физики, химии, информационных технологий, и проектной деятельности.

#### **Задачи:**

##### Обучающие задачи:

- изучить основы работы с электронным и оптическим микроскопом;
- освоить методологию современной исследовательской деятельности;
- обучить технологии рентгеновской дифрактометрии и Рамановской спектроскопии;
- освоить методы решения проектных задач в сфере работы с новыми материалами и современным технологическим оборудованием;
- презентовать результаты научно-исследовательской и проектной деятельности.

-

##### Развивающие задачи:

- развить инженерное, проектное и научно-исследовательское мышление;
- обучить методологии поиска и конфигурирования информации, создания информационных продуктов;
- провести профессиональные пробы информационно-технических компетенций, востребованных в будущем;
- научить современным методам работы по оформлению результатов научного поиска.

##### Воспитательные задачи:

- сформировать у обучающихся культуру мышления и взаимодействия в проектной деятельности;

- воспитать социальную ответственность в командной работе;

- сформировать навыки уверенного поведения в социуме.

### **Планируемые результаты**

Высокое качество подготовки обучающихся к результативному участию в мероприятиях межрегионального, всероссийского и международного уровней по научно-исследовательскому направлению, а также по физике и химии.

По окончании обучения, обучающиеся должны уметь (межпредметные умения):

– решать научно-исследовательские задачи разных типов и разного уровня сложности;

– владеть различными методами решения задач: аналитическим, графическим, экспериментальным и т.д.;

– пользоваться современным технологическим оборудованием, используемым для работы с новыми материалами;

– решать комбинированные задачи;

– получать дополнительные знания по математике, физике и химии;

– работать с научной литературой, в том числе на иностранном языке;

– использовать приобретенные знания для участия;

– публично представлять результаты научно-исследовательской и проектной деятельности.

## Специальные знания и умения

Будут знать	Будут уметь	Форма подведения итогов
Правила по технике безопасности	Соблюдать правила техники безопасности на занятиях	По окончании программы школьники защищают коллективный проект (3-5 человек), собирающий умения и знания.
Терминологию по работе с новыми материалами	Понимать техническую документацию, вести коммуникацию по вопросам работы с большими массивами данных	
Современные способы и правила проведения научных измерений	Осуществлять проверку научных гипотез, фиксировать и систематизировать научные данные, составлять научные отчёты.	
Методы работы и возможности современного технологического оборудования по исследованию новых материалов	Пользоваться электронным и оптическим микроскопом для решения проектных и исследовательских задач. Проводить рентгеновскую дифрактометрию и Рамановской спектроскопию.	
Основы проектной и исследовательской деятельности в современной науке	Использовать современные методы и инструменты в проектной деятельности, новые технологии для презентации результатов исследований	

## Учебный план

№	Темы занятий	Общее количество часов	Теоретические часы	Практические часы	Форма контроля
<b>Раздел 1 Введение в современное материаловедение</b>					
1	Все состоит из атомов. Что такое атом?	3	1	2	
2	История становления понятия и моделей материи	3	3		Коллективное обсуждение

3	Введение в физику твердого тела	3	1	2	Рефлексия
Раздел 2 Введение в метрологию и правила проведения измерений. Наука как индустрия					
4	Наука метрология	3	1	2	Тестирование
5.	Пробоподготовка как неотъемлемая часть успешного исследования.	3	1	2	Тестирование
6.	Основы формирования научных отчетов и публикаций.	3	1	2	Решение задач
Раздел 3 Оптическая и электронная микроскопия					
7.	Устройство и принцип работы оптического микроскопа..	3	3		Тестирование и решение задач
8.	Устройство и принцип работы электронного микроскопа.	3	3		
9.	Метод ЭДС для детектирования элементного состава вещества.	4	2	2	
10	Лабораторная работа по оптической и электронной микроскопии.	4	2	2	
Раздел 4 Рентгеноструктурный анализ вещества					
11	Основы кристаллографии и история ее развития.	4	2	2	Решение практических задач
12	Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра.	4	2	2	



13	Понятие дифрактограммы и ее анализ.	4	2	2	
14	Лабораторная работа по рентгеновской дифрактометрии.	4	2	2	
<b>Раздел 5 Метод Рамановской спектроскопии</b>					
15	Устройство и принцип работы рамановского спектрометра	4	2	2	Рефлексия
16	Понятие спектра и его анализ.	4	2	2	Представление проектной идеи
17	Лабораторная работа по рамановской спектроскопии.	4	2	2	Представление траектории реализации проекта
<b>Раздел 6 Проектная деятельность по участию в исследованиях с использованием электронной микроскопии рентгеноструктурному анализу и рамановской спектроскопии</b>					
18	Формирование цели и задач исследования.	4	2	2	Прототип проектного продукта
19	Командообразование и распределение задач внутри команды.	4	2	2	Представление готового продукта
20	Построение дорожной карты исследования и установка сроков.	4	4		Представление готового продукта
		Итого: 72	32	40	

### **Содержание программы (72 часа, 2 часа в неделю)**

#### **Раздел 1 Введение в современное материаловедение**

1.1 Все состоит из атомов. Что такое атом? Атомарные представления с точки зрения различных научных дисциплин.

1.2. История становления понятия и моделей материи. Концепция Демокрита. Становление эпохи механического естествознания. Галилей, Кеплер, Коперник, Декарт, Ньютон.

1.3. Введение в физику твердого тела. Кристаллические и аморфные вещества. Кристаллические решётки материалов. Строение твёрдых тел

Раздел 2 Введение в метрологию и правила проведения измерений. Наука как индустрия.

2.1 Наука метрология. Фундаментальная, прикладная, законодательная метрология. Аксиомы метрологии. Термины и определения метрологии.

2.2. Пробоподготовка как неотъемлемая часть успешного исследования. Основные подходы к измельчению, гомогенизации, экстракции, гидролизу, осаждению материалов.

2.3. Основы формирования научных отчетов и публикаций. Наукометрия и основные показатели успеха ученого. Карьера ученого.

Раздел 3 Оптическая и электронная микроскопия

3.1. Устройство и принцип работы оптического микроскопа. Понятия разрешения, фокусного расстояния, рабочего расстояния.

3.2. Устройство и принцип работы электронного микроскопа. Новые возможности электронных микроскопов.

3.3. Метод ЭДС для детектирования элементного состава вещества. Особенности использования метода ЭДС.

3.4. Лабораторная работа по оптической и электронной микроскопии. Современные методы получения цифровых оптических изображений и их анализ с помощью программного обеспечения для морфометрического анализа.

Раздел 4 Рентгеноструктурный анализ вещества

4.1. Основы кристаллографии и история ее развития. Работы Николая Стенона. Явление дифракции рентгеновских лучей. Кристаллы и квазикристаллы.

4.2. Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра. переносной блок питания и управления, переносное гониометрическое устройство.

4.3. Понятие дифрактограммы и ее анализ. Возможности рентгеновской дифрактометрии. Практические работы по анализу дифрактограмм.

4.4. Лабораторная работа по рентгеновской дифрактометрии. Полный рентгеноструктурный анализ и измерениями.

#### Раздел 5. Метод Рамановской спектроскопии

5.1. Устройство и принцип работы рамановского спектрометра. четыре основных компонента спектрометра: источник монохроматического излучения (лазер), система освещения образца и фокусировки лучей, светофильтр, системы обнаружения и компьютерного контроля. Система освещения образца.

5.2. Понятие спектра и его анализ. Возможности рамановской спектроскопии.

5.3. Лабораторная работа по рамановской спектроскопии. Определение вещества по рамановскому спектру.

Раздел 6. Проектная деятельность по участию в исследованиях с использованием электронной микроскопии ,рентгеноструктурному анализу и рамановской спектроскопии

6.1. Формирование цели и задач исследования.

6.2. Командообразование и распределение задач внутри команды.

6.3. Построение дорожной карты исследования и установка сроков.

### Методическое обеспечение

№ п/п	Название модуля, раздела, темы	Материально-техническое оснащение, дидактико-методический материал	Формы, методы, приемы обучения	Формы подведения итогов
1	Введение в современное материаловедение	Стандартное оборудование для проведения презентаций и тренингов (Проектор,	Освоение методов работы с информацией	Итоговая рефлексия, письменная зачетная работа

		<p>флипчарт и т.д.) Видеоматериалы. Методические указания по работе с видеоматериалами</p> <p>Проектор с экраном/интерактивная панель</p>		
2	<p>Введение в метрологию и правила проведения измерений. Наука как индустрия</p>	<p>Стандартное оборудование для проведения презентаций и тренингов (Проектор, флипчарт и т.д.) Видеоматериалы. Методические указания по работе с видеоматериалами</p> <p>Проектор с экраном/интерактивная панель</p>	Обучение решению специальных задач	Итоговая рефлексия, письменная зачетная работа
3	<p>Оптическая электронная микроскопия</p>	<p>Компьютерный класс ( 12 компьютеров с выходом в интернет), сборник заданий и упражнений Оптический и электронный микроскопы. Проектор с экраном/интерактивная панель</p>	Освоение практик работы	Выполнение практических работ
4	<p>Рентгеноструктурный анализ вещества</p>	<p>Компьютерный класс ( 12 компьютеров с выходом в интернет), сборник заданий и упражнений по рентгеноструктурному анализу вещества</p> <p>Проектор с экраном/интерактивная панель Комплект мебели парта + стул+ 2-а запасных стула</p>	Освоение практик работы по рентгеноскопии вещества	Выполнение заданий
5	<p>Метод Рамановской спектроскопии</p>	<p>Компьютерный класс ( 12 компьютеров с выходом в интернет), сборник методических указаний Оборудование для спектроскопии Проектор с экраном/интерактивная панель Комплект мебели парта +</p>	Решение проектных задач	Презентация проектов

		стул+ 2-а запасных стула		
6	Проектная деятельность по участию в исследованиях с использованием электронной микроскопии рентгеноструктурному анализу и рамановской спектроскопии	Компьютерный класс ( 12 компьютеров с выходом в интернет), сборник методических указаний по созданию высокотехнологичных проектов Проектор с экраном/интерактивная панель Комплект мебели парта + стул+ 2-а запасных стула	Решение проектных задач	Презентация проектов

### Материально-техническое обеспечение

Занятия проходят в хорошо проветриваемом и освещённом классе, оборудованном мебелью, соответствующей санитарно-техническим требованиям и нормам возрастной физиологии (парты, стулья, учительский стол и стул). Аудитория с рабочими местами учащихся и преподавателя, которые оборудованы компьютерами не менее 2 ГБ ОЗУ, процессор с тактовой частотой не менее 1.2 ГГц, диагональ мониторов не менее 12 дюймов, свободные 50 ГБ на накопителях, интернет не медленнее 1 Мбит/с. Также аудитория оборудована интерактивной доской/панелью для демонстрации лекционного материала и презентации практических работ обучающихся.

Также в учебном корпусе располагаются 2 учебных класса социально-образовательного проекта «IT ШКОЛА SAMSUNG», оснащенных комплексным интегрированным решением Samsung School, включающим в себя интерактивную доску — LCD-панель Samsung диагональю 75 дюймов, ноутбуки Samsung ATIV Book 9 Lite и планшеты Samsung GALAXY Note 10.1 для учеников и преподавателей.

### Цифровое оборудование

Наименование	Назначение	Кол-во
Ноутбук с программным обеспечением	Индивидуальная работа по обработке данных, программированию на Python, выполнение практических работ	15

Проектор с экраном/интерактивная панель	Доступ к просмотру вебинаров, видеоматериалов, возможность интерактивного обучения	2
---	--	---

### **Программное обеспечение.**

- ОС — Windows/Linux/MacOS на усмотрение преподавателя.
- Любой современный браузер (например, Яндекс.Браузер, Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari).

### **Кадровое обеспечение реализации программы**

В реализации программы задействован 1 педагог дополнительного образования.

Требования к педагогу, реализующему программу: наличие высшего образования по технической специальности, наличие опыта работы с языком программирования Python и опыта работы с детьми.

### **Формы аттестации**

- Итоговая рефлексия, письменная зачетная работа;
- Выполнение практических заданий.
- Защита проектов.

### **Механизм оценивания образовательных результатов**

**При оценке устного ответа обучающегося принимается во внимание следующие показатели:**

1. Организация ответа (введения, основная часть, заключение)

Удачное исполнение правильной структуры ответа (введение – основная часть – заключение); определение темы; ораторское искусство (умение говорить)

Исполнение структуры ответа, но не всегда удачное; определение темы; в ходе изложения встречаются паузы, неудачно построенные предложения, повторы слов

Отсутствие некоторых элементов ответа; неудачное определение темы или ее определение после наводящих вопросов; сбивчивый рассказ, незаконченные предложения и фразы, постоянная необходимость в помощи учителя

Неумение сформулировать вводную часть и выводы; не может определить даже с помощью учителя, рассказ распадается на отдельные фрагменты или фразы

## 2. Умение анализировать и делать выводы

Выводы опираются на основные факты и являются обоснованными; грамотное сопоставление фактов, понимание ключевой проблемы и ее элементов; способность задавать разъясняющие вопросы; понимание противоречий между идеями

Некоторые важные факты упускаются, но выводы правильны; не всегда факты сопоставляются и часть не относится к проблеме; ключевая проблема выделяется, но не всегда понимается глубоко; не все вопросы удачны; не все противоречия выделяются.

Упускаются важные факты и многие выводы неправильны; факты сопоставляются редко, многие из них не относятся к проблеме; ошибки в выделении ключевой проблемы; вопросы неудачны или задаются только с помощью учителя; противоречия не выделяются.

Большинство важных фактов отсутствует, выводы не делаются; факты не соответствуют рассматриваемой проблеме, нет их сопоставления; неумение выделить ключевую проблему (даже ошибочно); неумение задать вопрос даже с помощью учителя; нет понимания противоречий.

## 3. Иллюстрация своих мыслей

Теоретические положения подкрепляются соответствующими фактами.

Теоретические положения не всегда подкрепляются соответствующими фактами.

Теоретические положения и их фактическое подкрепление не соответствуют друг другу.

Смешивается теоретический и фактический материал, между ними нет соответствия.

4. Научная корректность (точность в использовании фактического материала)

Отсутствуют фактические ошибки; детали подразделяются на значительные и незначительные, идентифицируются как правдоподобные, вымышленные, спорные, сомнительные; факты отделяются от мнений.

Встречаются ошибки в деталях или некоторых фактах; детали не всегда анализируются; факты отделяются от мнений.

Ошибки в ряде ключевых фактов и почти во всех деталях; детали приводятся, но не анализируются; факты не всегда отделяются от мнений, но учащийся понимает разницу между ними.

Незнание фактов и деталей, неумение анализировать детали, даже если они подсказываются учителем; факты и мнения смешиваются и нет понимания их разницы

5. Работа с ключевыми понятиями

Выделяются все понятия и определяются наиболее важные; четко и полно определяются, правильное и понятное описание.

Выделяются важные понятия, но некоторые другие упускаются; определяются четко, но не всегда полно; правильное и доступное описание.

Нет разделения на важные и второстепенные понятия; определяются, но не всегда четко и правильно; описываются часто неправильно или непонятно.

Неумение выделить понятия, нет определений понятий; не могут описать или не понимают собственного описания.

**Оценка производится** в соответствии с уровнями показателей:

- высокий уровень (качество ярко выражено) оценка «5»;
- средний уровень оценка «4»;
- низкий уровень оценка «3»;
- нулевой уровень (качество не проявляется) оценка «2».



**При оценивании письменной работы оценка выставляется по следующим критериям:**

Оценка «5»

Работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающиеся работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, практическое умение и навыки.

Оценка «4»

Самостоятельная работа выполняется учащимися в полном объёме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Оценка «3»

Работа выполняется при помощи учителя. Обучающиеся показывают знания теоретического материала, но испытывают серьёзные затруднения при самостоятельной работе.

Оценка «2».

Выставляется в том случае, когда обучающиеся не подготовлены к выполнению работы. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

**При оценке выполнения тестовых заданий оценка выставляется по следующим критериям:**

- Оценка «5» - ученик выполнил 100%-85 % заданий верно;
- Оценка «4» - ученик выполнил 84%-65% заданий верно;
- Оценка «3» - ученик выполнил 64%-40% заданий верно;
- Оценка «2» - ученик выполнил менее 40% заданий верно;

При системе «зачёт» «не зачёт» оценка «зачет» выставляется при выполнении требований к оценкам «5», «4», «3».

**При оценке выполнения проектной задачи оценка выставляется в соответствии с индивидуальными показателями вклада в командную работу, которые определяются следующими критериями:**

- Скорость и качество выполнения заданий
- Оригинальность принимаемых решений
- Умение довести работу до изначально запланированного результата

- Активное участие в мероприятиях по продвижению проекта

Оценка производится в соответствии с уровнем показателей:

- Оценка «5» - высокий уровень
- Оценка «4» - средний уровень
- Оценка «3» - низкий уровень
- Оценка «2» - нулевой уровень, отсутствие вклада в командную работу

При системе «зачёт» «не зачёт» оценка «зачет» выставляется при выполнении требований к оценкам «5», «4», «3».

## **Список литературы**

### **Нормативные правовые акты**

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
2. Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 № 599
3. Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 № 597.
4. Распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2012 г. №2620-р.
5. Проект межведомственной программы развития дополнительного образования детей в Российской Федерации до 2020 года.

6. Приказ Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».

Основная литература:

1. Фетисов Г. П. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учебник / Г. П. Фетисов, Ф. А.

Гарифуллин. - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2014. - 397 с. - ISBN 978-5-16-006899-2. -

Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=413166>.

2. Пустов Ю. А. Перспективные коррозионно-стойкие материалы и технологии защиты металлов от коррозии:

Аморфные и нанокристаллические материалы (методы получения, структура и коррозионная стойкость) Курс

лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Пустов Ю.А. - Москва: МИСИС, 2010. - 71 с. - ISBN

978-5-87623-383-7.

Режим

доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2072](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2072).

3. Андриевский Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный

ресурс] / Р. А. Андриевский. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 252 с. - ISBN 978-5-9963-0622-0. -

Режим

доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3133](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3133).

Дополнительная литература:

1. Дзидзигури Э. Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс] :

учебное пособие / Э. Л. Дзидзигури, Е. Н. Сидорова. - Москва: МИСИС, 2012. - 71 с. - ISBN 978-5-87623-605-0. -

Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=47445](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47445).

2. Ищенко А. А. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля [Электронный

ресурс] / А. А. Ищенко, Г. В. Фетисов, Л. А. Асланов. - Москва: Физматлит, 2011. - 647 с., [8] л. ил. - ISBN

978-5-9221-1369-4. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5271](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5271).

3. Рыжонков Д. И. Наноматериалы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л.

Дзидзигури. - Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с. - ISBN 978-5-9963-0345-8 в пер. - Режим

доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3134](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3134).

4. Сироткин О. С. Основы инновационного материаловедения [Электронный ресурс] : монография / О. С.

Сироткин. - Москва: ИНФРА-М, 2011. - 158 с. - ISBN 978-5-16-004948-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=226469>.