**ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ЭЛЕКТИВНОГО  
УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ»  
ДЛЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПМР,  
РЕАЛИЗУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ  
10 (11) КЛАСС**

*Составитель*

**Е.И. Степанова**, учитель физики МОУ «Тираспольская средняя школа № 9 им. С.А. Крупко».

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Примерная программа элективного учебного предмета «Основы нанотехнологии» составлена для обучающихся технологического профиля и рассчитана на изучение в течение одного года обучения в 10 (11) классе:

а) в соответствии с требованиями:

– Государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования ПMP;

– Примерной основной образовательной программы среднего (полного) общего образования;

– Базисного учебного плана для среднего (полного) общего образования;

б) на основе программы Российской Федерации:

– Светухин В.В., Явтушенко И.О. Программа элективного курса «Основы нанотехнологий». – М.: Просвещение, 2018.

Примерная программа элективного учебного предмета «Основы нанотехнологии» обладает субъективной новизной: включает новые для учащихся знания, не содержащиеся в примерной программе учебного предмета (примерных программах учебных предметов) по учебным предметам; способствует развитию познавательного интереса учащихся и представляет ценность для их профессионального самоопределения. Содержание направлено на интеллектуальное, творческое, эмоциональное развитие школьников, предполагает широкое использование методов активного обучения коллективного и создание индивидуального проекта.

Примерная программа элективного учебного предмета «Основы нанотехнологии» ориентирована на интеграцию разделов учебных предметов «Физика», «Химия» и «Биология».

Общими целями изучения элективного учебного предмета «Основы нанотехнологии» на ступени среднего (полного) общего образования являются:

– формирование целостного представления о мире и роли нанотехнологий в создании современной естественно-научной картины мира; межпредметное взаимодействие физики, химии и биологии;

– формирование профессионального самоопределения, устойчивой потребности учиться, готовности к продолжению образования, саморазвитию и самовоспитанию;

– приобретение опыта разнообразной учебно-познавательной деятельности, поиска, анализа и обработки информации научного содержания, эффективного и безопасного использования различных технических устройств.

Основными задачами реализации примерной программы элективного учебного предмета «Основы нанотехнологии» на ступени среднего (полного) общего образования на профильном уровне являются:

– формирование у обучающихся целостного представления о современных достижениях в области наук (физика, информатика, химия);

– расширение представления школьников о физической картине мира на примере знакомства со свойствами нанообъектов;

– развитие индивидуальных и творческих способностей в области нанотехнологий с учетом профессиональных намерений, интересов и запросов обучающихся;

– формирование у учащихся навыков самостоятельной познавательной деятельности;

– развитие мотивации к научно-исследовательской деятельности;

– закрепление сформированных навыков командной работы и публичных выступлений, докладов.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ЭЛЕКТИВНОГО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

В основу примерной программы «Основы нанотехнологий» положены физико-химические основы нанотехнологии. Учебный материал отобран с учетом изложенных выше целей и задач. Отбор и систематизация материала программы в значительной степени ориентируются на дальнейшее становление и формирование личности обучающегося, развитие интереса к познанию и творческих способностей, формирование навыков самостоятельной учебной деятельности на основе индивидуализации и профессиональной ориентации содержания учебного курса «Основы нанотехнологий», подготовку обучающегося к жизни в обществе. Особое внимание уделено размерным эффектам различной природы и путям их практического использования в различных наноструктурах и изделиях. Рассмотрены современные методы получения, исследования и определения свойств наноматериалов. Систематизированы и описаны основные направления развития нанотехнологий и нанотехники.

Программа элективного учебного предмета «Основы нанотехнологии» включает 9 разделов.

**Введение**

Познакомит с историей развития нанотехнологий: основные ученые, основные открытия. Положение нанообъектов на шкале размеров. Нанотехнологии – область знаний, где объединяются усилия физиков, химиков, биологов, врачей, инженеров-электроников, математиков и специалистов самых разных специальностей для очередного прорыва на пути человечества к прогрессу.

**I. Нанотехнологии вокруг нас**

Раздел о нанотехнологии в быту и в военном деле, внутри и снаружи нас. Нанотехнология соединяет сразу несколько наук: биология, химия, физика и материаловедение.

**II. Наночастицы и наноструктуры**

О роли поверхностных атомов на примере серебра и его наночастиц. Очищение воды и воздуха. Борьба с инфекциями и вирусами (в том числе и вирусом СПИДа). Ткани для пошива медицинской и детской одежды. Наночастицы оксида цинка и их уникальная способность поглощать вредные для здоровья многие виды излучения. Защита глаз от ультразвукового излучения. Одежда с напылением наночастиц оксида цинка защищает человека в жаркий день и делает невидимым для приборов ночного видения. Наночастицы диоксида кремния придают материалу удивительные свойства. Самоочищающиеся материалы и покрытия и их применение.

**III. Методы получения и исследования наноструктур**

Раздел о методах исследования. Нановесы. Нанотермометр. Наноскальпель и наношприц. Сканирующий электронный микроскоп. Растровая электронная микроскопия. Что такое туннельный микроскоп, сканирующая зондовая микроскопия, технология вакуума, напыление пленок.

**IV. Квантовая физика и наноструктуры**

Знакомит с видами квантовых точек. Раскрывает, как связаны квантовые точки и солнечная энергетика, квантовые точки и лазер.

**V. Уникальные свойства наноструктур**

Раздел о механических, тепловых, электромагнитных и оптических характеристиках в наномире. Применение высокого предела прочности наноструктур.

**VI. Наноэлектроника**

Нанокомпьютеры и квантовые компьютеры в наше время. Нанотехнологии в оптоэлектронике. Нанотрубки в электронике. Одноэлектронный выключатель и транзистор. Энергосбережение в наноэлектронике. Нанокомпьютеры и квантовые компьютеры. Новые материалы для создания запоминающих устройств.

**VII. Нанобиотехнологии**

Создание нанолекарств. Нанотехнологии в борьбе с раковыми заболеваниями. Нанотехнологии в диагностике. Возможные риски использования наноматериалов. «Умная пыль» помогает экологам, врачам, военным и космонавтам. Орнитология и «умная пыль». «Умная пыль» помогает сельскому хозяйству. Предсказание землетрясений и стихийных бедствий.

**VIII. Ближайшие перспективы нанотехнологий**

Перспективы нанотехнологий, перспективные будущие области применения нанотехнологий. Наноэкономика, авиация и космонавтика, автомобилестроение, аудио- и видеотехника, бытовая техника, вооружение и военная техника, строительство, сельское хозяйство, наука, телекоммуникации, энергетика, экология, индустрия красоты в перспективе.

**IХ. Защита проектов.**

**МЕСТО ЭЛЕКТИВНОГО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА  
«ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ»  
В БАЗИСНОМ УЧЕБНОМ ПЛАНЕ**

Базисный учебный план организаций образования, реализующих программы основного среднего (полного) образования Приднестровской Молдавской Республики, предусматривает изучение элективных учебных предметов в инвариантной части для технологического профиля в количестве 34 часов в год в 10 (11) классе *(табл. 1)*.

В том числе:

*Таблица 1*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Класс** | **Количество часов за год** | **Количество часов в неделю** |
| 10 (11) | 34 | 1 |

**ЛИЧНОСТНЫЕ, МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ И ПРЕДМЕТНЫЕ  
РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ЭЛЕКТИВНОГО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

Освоение содержания элективного предмета обеспечивает достижение обучающимися следующих результатов:

**1) личностных** *(табл. 2)*.

*Таблица 2*

|  |  |
| --- | --- |
| **У обучающегося будут сформированы** | **Обучающийся получит возможность для формирования** |
| – мировоззрение, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, различных форм общественного сознания, осознании своего места в поликультурном мире | – мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки;  – осознания значимости науки, владения достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой науки;  – заинтересованности в научных знаниях об устройстве мира и общества |
| – навыки сотрудничества со сверстниками, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследователь­ской, проектной и других видах деятельности | – умений сотрудничать со взрослыми, сверстниками в образовательной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности |
| – готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни, сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности | – готовности и способности к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательного отношения к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности |
| – осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов, отношение к профессиональной деятельности | – положительного отношения к труду, целеустремленности |
| – экологическое мышление, понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, приобретение опыта эколого-направленной деятельности | – экологического мышления, экологической культуры, бережного отношения к родной земле, понимания ответственности за состояние природных ресурсов и разумное природопользование |

**2) метапредметных** *(табл. 3)*.

*Таблица 3*

|  |  |
| --- | --- |
| **У обучающегося будут сформированы** | **Обучающийся получит возможность для формирования** |
| **Регулятивные универсальные учебные действия** | |
| Умения и навыки:  – задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;  – сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью;  – осознавать последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей | – умений самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности, самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность, использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей;  – навыков познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыков разрешения проблем, способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания |
| **Познавательные универсальные учебные действия** | |
| Умения и навыки:  – критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;  – распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;  – использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий;  – осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;  – искать и находить обобщенные способы решения задач;  – приводить критические аргументы как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого человека;  – анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;  – выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия | – готовности и способности к самостоятельной информационно-познавательной деятельности;  – навыков получения необходимой информации из словарей разных типов, умений ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;  – умений использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;  – умений выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения |
| **Коммуникативные универсальные учебные действия** | |
| Умения и навыки:  – навыки согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;  – умения представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности как перед знакомой, так и перед незнакомой аудиторией;  – умения распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы | – умений осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами) при осуществлении групповой работы;  – навыков быть как руководителем, так и членом проектной команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, презентующий и др.) |

**3) предметных** *(табл. 4)*.

*Таблица 4*

|  |  |
| --- | --- |
| **У обучающегося будут сформированы** | **Обучающийся получит возможность для формирования** |
| Умения и навыки:   * применять знания, полученные в ходе изучения курса, на уроках физики, химии и биологии, информатики и др. для объяснения происходящих вокруг процессов и явлений на уровне наномира; * организовывать поиск, анализ, отбор, преобразование, оценку и передачу необходимой информации, используя различные источники; * использовать навыки смыслового чтения для работы с научными текстами; * решать учебные и самообразовательные проблемы; * оформлять, представлять и защищать результаты своих исследований; * сотрудничать и работать в команде | Умений и навыков:   * проверять выдвинутые гипотезы, формулируя цель исследования на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов; * описывать и анализировать полученную в результате проведенных физических измерений информацию, определять ее достоверность; * анализировать границы применимости законов электродинамики, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; * формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности; * совершенствовать методы исследования процессов в соответствии с поставленными задачами |

**СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ЭЛЕКТИВНОГО  
УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ»**

*Таблица 5*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Название и содержание раздела** | **Кол-во часов** |
| 1 | **Введение**  История значимых событий в развитии нанотехнологий. Положение нанообъектов на шкале размеров. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологической революции. Почему освоение наномира может быть так полезно для человечества? Нанотехнологии внутри и снаружи нас. Нанотехнологии – область знаний, где объединяются усилия физиков, химиков, биологов, врачей, инженеров-электроников, математиков и специалистов самых разных специальностей для очередного прорыва на пути человечества к прогрессу | 1 |
| 2 | **I. Нанотехнологии вокруг нас:**  1. Эрик Дрекслер и его книга «Машины созидания».  Использование компьютеров для моделирования наноматериалов и наноустройств в виде объемных компьютерных моделей.  2. Нанопорошки и нанопокрытия. Литография. Рисунки в нанотехнологиях. Что такое туннельный микроскоп. Технология фотолитографии. Силовая нанолитография.  3. Космический лифт.  4. Нанотехнологии в быту и в военном деле. Нанобиотехнология соединяет сразу несколько наук: биология, химия, физика и материаловедение. Соединение живого с неживым. Живые клетки и наноструктуры. Нанотехнологии и эликсир молодости. Лекарство специально для конкретного человека (учитывающее особенности организма, возраст и аллергические реакции). Доставка лекарства в клетки. Лечение вирусных заболеваний и повреждение тканей. Раковые заболевания и их лечение с помощью нанобиотехнологий. Нанобиороботы и их помощь медицине | 4 |
| 3 | **II. Наночастицы и наноструктуры:**  1. Классификация наноструктур.  2. Наночастицы и нанокластеры. Роль поверхностных атомов. Магические числа. Серебро и его наночастицы. Очищение воды и воздуха. Борьба с инфекциями и вирусами (в том числе и вирусом СПИДа). Наночастицы серебра в зубной пасте и в краске для стен. Ткани с добавлением наночастиц серебра для пошива медицинской и детской одежды. Наночастицы оксида цинка и их уникальная способность поглощать вредные для здоровья многие виды излучения. Защита глаз от ультразвукового излучения. Одежда с напылением наночастиц оксида цинка защищает человека в жаркий день и делает невидимым для приборов ночного видения. Наночастицы диоксида кремния придают материалу удивительные свойства. Материал, к которому не пристает грязь, вода просто скатывается, унося с собой любые загрязнения. Самоочищающиеся материалы и покрытия и их применение.  3. Особая роль углерода в наномире. Графен – слой графита. Фуллерены – наношарики из углерода. Фуллерен С60. Углеродные нанотрубки – трубки из графена. Свойства и применение нанотрубок. Способы получения фуллеренов и углеродных нанотрубок. Что такое туннельный микроскоп.  4. Нанопроволоки. Композиты. Система потоотделения человеческой кожи и создание «потеющего» металла. Применение «потеющего» металла. Дышащие стены дома уже не фантастика | 4 |
| 4 | **III. Методы получения и исследования наноструктур:**  1. Можно ли увидеть молекулы в оптический микроскоп. Первый нанотехнолог Левша и его «мелкоскоп».  2. Технологии «сверху-вниз» и «снизу-вверх».  3. Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях. Нановесы. Нанотермометр. Наноскальпель и наношприц.  4. Сканирующий электронный микроскоп. Растровая электронная микроскопия.  5. Что такое туннельный микроскоп. Сканирующая зондовая микроскопия.  6. Как атомно-силовая микроскопия чувствует прикосновение атомов. Технология вакуума. Напыление пленок | 6 |
| 5 | **IV. Квантовая физика и наноструктуры:**  1. Электромагнитные волны. Квантовые свойства излучения и волновые свойства частиц. Квантовые точки, квантовые проволоки, квантовые пленки. Гипотеза де Бройля.  2. Соотношения неопределенностей.  3. Виды квантовых точек. Квантовые точки и солнечная энергетика. Квантовые точки и лазер. Квантовые точки из золота.  4. Энергетические зоны кристаллов.  5. Ямы, барьеры, туннели, ящики и нити – квантовые явления и структуры | 5 |
| 6 | **V. Уникальные свойства наноструктур:**  1. Изменение механических, тепловых, электромагнитных и оптических характеристик в наномире. Применение высокого предела прочности наноструктур. Низкая температура плавления и высокая прочность, возникающие благодаря большой доле поверхностных атомов, изменению энергетического спектра их электронов.  2. Что такое туннельный микроскоп. Технология сверхнизких температур. Жидкий азот.  3. Причины малого электросопротивления наноструктур. Почему электрическое сопротивление нанотрубки не зависит от ее длины.  4. Магнетизм наноструктур.  5. Квантовые точки – искусственные атомы наномира. Зависимость цвета в наномире от размера объектов. Нанохимия – невозможное становится возможным. Какого цвета наночастицы. Предельная температура существования нанообъектов. Квантовые явления в наномире | 5 |
| 7 | **VI. Наноэлектроника:**  1. Наноэлектромеханические системы (НЭМС). Создание чрезвычайно чувствительных измерительных устройств. Как природа помогает нанотехнологам создавать НЭМС.  Наноавтомобиль – первая движущаяся управляемая наносистема.  Одноэлектронное и резонансное туннелирование. Закон Мура – удвоение плотности транзисторов в микросхемах каждые два года. Спинтроника – вычислительные процессы на вращающихся электронах. Применение сверхпроводников в электронике. Резонансно-туннельные транзисторы. Транзистор на квантовых точках.  2. Спиновый транзистор.  3. Нанокомпьютеры и квантовые компьютеры. Нанотехнологии в оптоэлектронике. Нанотрубки в электронике. Одноэлектронный выключатель и транзистор. Основная болезнь нанотранзистора – высокая температура. Энергосбережение в наноэлектронике. Нанокомпьютеры и квантовые компьютеры. Новые материалы для создания запоминающих устройств. Углеродные нанотрубки – будущие элементы нанотранзисторов | 3 |
| 8 | **VII. Нанобиотехнологии:**  1. «Эффект лотоса» и его применение в быту и технике. Примеры товаров, созданных с использованием нанотехнологий и причины их уникальных свойств. Несмачиваемые и всегда чистые ветровые стекла, диски колес. Плитка для облицовки домов, стекла, керамическая сантехника с «эффектом лотоса». Как ученые, узнав у нее ее секреты, создают материалы с удивительными свойствами. Наномоторы. Молекулярные моторы. Молекулы белка и ДНК.  2. Нановолокна. Применение нового материала «гекель» в разных областях человеческой деятельности. Созданные на основе наночастиц оксида титана и серебра поверхности, обладающие бактерицидными свойствами. Нанокомпозитные материалы. Нанотехнологии в различных областях производства. Нанотехнологии в энергетике и экологии. Нанотехнологии в криминалистике и косметике. Сенсоры и работа органов чувств человека (слуха, зрения, обоняния, осязания и вкуса) и животных (эхолокация, инфракрасное видение, восприятие электрических и магнитных полей). Сенсоры из нескольких молекул и НЭМС. Как природа учит человека создавать сенсоры. Электронный нос.  3. Нанобиороботы, нанобиореакторы и биокомпьютеры в медицине. Двоичная система счисления и изменение цвета бактерий с зеленого на красный (или наоборот) при изменении генетического кода. Использование программируемых бактерий в медицине для прогнозирования болезней. Нанобиореактор и революция в микроэлектронике. Создание нанолекарств. Нанотехнологии в борьбе с раковыми заболеваниями. Нанотехнологии в диагностике. Возможные риски использования наноматериалов. «Умная пыль» помогает экологам, врачам, военным и космонавтам. Орнитология и «умная пыль». «Умная пыль» помогает сельскому хозяйству. Предсказание землетрясений и стихийных бедствий | 3 |
| 9 | **VIII. Ближайшие перспективы нанотехнологий:**  Нанотехнологии – универсальное средство производства продуктов потребительского и промышленного назначения. Социально-экономические последствия НТР | 1 |
| 10 | **IX. Защита проектов:**  Презентация проектов и исследовательских работ учащихся, обсуждение, дискуссии | 2 |
|  | **Всего** | **34** |

**ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭЛЕКТИВНОГО  
УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ»**

*Таблица 6*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование разделов и тем** | **Характеристика основных видов учебной деятельности** | **Объем часов** |
| **Введение (1 ч)** | | | |
| 1 | Введение в нанотехнологии | Знакомятся с основными понятиями в области нанотехнологий.  Узнают о порядке размеров нанообъектов.  Рассматривают причины развития нанотехнологий, три этапа НТР.  Приводят примеры значимых событий в развитии нанотехнологий.  Выбор учащимися темы проектов | 1 |
| **Раздел 1 «Нанотехнологии вокруг нас» (4 ч)** | | | |
| 2 | Нанокомпьютеры и нанороботы | Знакомятся, на основе каких материалов в настоящее время ведется разработка памяти и процесса вычислений нанокомпьютеров.  Получают представление об устройстве и работе полупроводникового транзистора, используемого в качестве элемента памяти современного компьютера.  Выясняют отличие ассемблеров и дизассемблеров.  Виртуальное посещение Национального исследовательского университета СИГМА https://virtual.susu.ru/science/Nano/Nano.html | 1 |
| 3 | Нанопорошки и нанопокрытия. Литография. Рисунки в нанотехнологиях | Приводят примеры применения нанопорошков и нанопокрытий в быту, технике. Описывают процесс создания рисунков в нанотехнологиях | 1 |
| 4 | Космический лифт | Знакомятся с идеями, выдвинутыми К.Э. Циолковским для освоения космического пространства.  Выдвигают гипотезы для решения технических проблем, возникающих при создании космического лифта, и выполняют необходимые для решения этих проблем расчеты, используя известные законы физики | 1 |
| 5 | Междисциплинарные аспекты нанотехнологий. Тест № 1 | Приводят примеры использования нанотехнологий при создании военной техники, «умной одежды».  Приводят примеры наиболее эффективного использования нанотехнологий в быту.  Узнают, на каких физических принципах основан эффект «невидимости» самолетов.  Выдвигают и обосновывают гипотезы о возможностях применения нанотехнологий в различных отраслях науки и техники, в быту.  Выполняют диагностическую работу | 1 |
| **Раздел 2 «Наночастицы и наноструктуры» (4 ч)** | | | |
| 6 | Классификация наноструктур | Получают представление о классификации наноструктур.  Знакомятся с основной отличительной особенностью наноматериалов от традиционных материалов.  Приводят примеры изготовления и применения наноматериалов в прошедших столетиях.  Выясняют, что понимают под нанокомпозитным (нанопористым) материалом, и приводят примеры таких материалов, указывая области их применения.  Осуществляют в интернете поиск информации | 1 |
| 7 | Наночастицы и нанокластеры. Роль поверхностных атомов. Магические числа | Знакомятся с понятиями: «наночастицы» и «нанокластеры».  Выясняют роль поверхностных атомов.  Выясняют способы борьбы с вирусами и инфекциями.  Знакомятся со способами защиты глаз от ультразвукового и других видов излучений.  Магические числа.  Приводят примеры наночастиц и нанокластеров | 1 |
| 8 | Углеродные наноструктуры | Знакомятся с особенностями углеродных наноструктур, основами туннельной микроскопии, свойствами, способами выращивания и применением нанотрубок.  Виртуально знакомятся с оборудованием Национального исследовательского института СИГМА при ЮУРГУ https://virtual.susu.ru/science/PlantWeb/Plant%20Web.html | 1 |
| 9 | Нанокомпозиты, нанопористые и нанофазные материалы. Тест № 2 | Знакомятся с понятиями «нанокомпозиты», «нанопористые и нанофазные материалы» и способами их получения.  Выполняют диагностическую работу | 1 |
| **Раздел 3 «Методы получения и исследования наноструктур» (6 ч)** | | | |
| 10 | Общие характеристики физических методов | Получают сведения об общих характеристиках физических методов | 1 |
| 11 | Пути создания нанообъектов | Выясняют суть технологий создания нанообъектов: технологии «сверху-вниз» и «снизу-вверх» | 1 |
| 12 | Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях | Изучают принципы, технологии и методики создания трехмерно упорядоченных структур из нанообъектов | 1 |
| 13 | Электронная микроскопия | Знакомятся с работой растрового электронного микроскопа.  Изучают устройство растрового электронного микроскопа | 1 |
| 14 | Сканирующая туннельная микроскопия | Изучают устройство туннельного микроскопа.  Знакомятся с возможностями СЗМ «NanoEducator» | 1 |
| 15 | Атомно-силовая микроскопия. Тест № 3 | Изучают физические термины: «вакуум», «напыление». Знакомятся с принципом работы атомно-силового микроскопа путем просмотра видеороликов.  Изучают физическое явление напыления пленок.  Выполняют диагностическую работу | 1 |
| **Раздел 4 «Квантовая физика и наноструктуры» (5 ч)** | | | |
| 16 | Квантовые структуры. Гипотеза де Бройля | Используют знания курса физики для изучения наноструктур.  Изучают физические термины: «электромагнитная волна», «кванты», «квантовые точки», «лазер», «энергетические зоны».  Изучают физический термин «фиксированный ионный пучок».  Знакомятся с видами квантовых точек по фотографиям | 1 |
| 17 | Соотношения неопределенностей | 1 |
| 18 | Квантовые точки | 1 |
| 19 | Кристаллы и энергетические зоны | 1 |
| 20 | Потенциальные яма и барьер. Квантовые ямы, нити, точки. Туннельный эффект. Тест № 4 | Получают представление о понятиях: «ямы», «барьеры», «туннели», «ящики» и «нити» – квантовые явления и структуры.  Выполняют диагностическую работу | 1 |
| **Раздел 5 «Уникальные свойства наноструктур» (5 ч)** | | | |
| 21 | Число «ближайших соседей» в наночастице. Механическая прочность нанотрубок. Температура плавления наночастиц | Используют знания физики для работы с жидким азотом.  Изучают понятия «механическая прочность нанотрубок» и «температура плавления наночастиц» | 1 |
| 22 | 1 |
| 23 | Электросопротивление наноструктур | Изучение физических терминов: «нанотрубка», «электросопротивление наноструктур и нанотрубок» | 1 |
| 24 | Магнетизм наноструктур | Изучение физического термина «магнетизм наноструктур». Знакомятся с причинами магнетизма наноструктур, используя знания из курса физики | 1 |
| 25 | Цвет наночастиц. Сверхнизкие температуры и нанообъекты. Тест № 5 | Изучают физические термины: «цвет наночастицы» и «предельная температура существования нанообъектов».  Изучают квантовые явления в наномире по видеороликам.  Выполняют диагностическую работу | 1 |
| **Раздел 6 «Наноэлектроника» (3 ч)** | | | |
| 26 | Наноэлектроника и тенденции ее развития | Знакомятся с основами наноэлектроники на примере наноавтомобиля. Создают проект модели наноавтомобиля, используя компьютер или интерактивную доску | 1 |
| 27 | Туннелирование.  Спинтроника. Сверхпроводниковая электроника | Получают представление о видах туннелирования, сути и применении закона Мура.  Знакомятся с понятием «спинтроника».  Выясняют возможности применения сверхпроводников в электронике | 1 |
| 28 | Нанокомпьютеры и квантовые компьютеры. Нанотехнологии в оптоэлектронике. Тест № 6 | Знакомятся с принципом действия нанокомпьютеров и квантовых компьютеров, применением нанотехнологий в оптоэлектронике.  Выясняют принципы создания микрочипов.  Выполняют диагностическую работу | 1 |
| **Раздел 7 «Нанобиотехнологии» (3 ч)** | | | |
| 29 | Нанотехнологии в природе. Наномоторы. Молекулярные моторы | Знакомятся с явлением самоочищения листа лотоса и приводят примеры применения эффекта лотоса. Знакомство с наномоторами – молекулярные моторы. Просмотр видео о молекулярных моторах | 1 |
| 30 | Гекконы, мидии и суперклей | Выясняют возможности применения нового материала «гекель» в разных областях человеческой деятельности | 1 |
| 31 | Биокомпьютеры.  Нанобиореакторы. Нанокапсулы. Проблема безопасности наноматериалов и нанотехнологий. Тест № 7 | Узнают, какие функции могут выполнять нанороботы в медицине и оценивают реальность таких возможностей. Оценивают безопасность наноматериалов и нанотехнологий для человека и биоорганизмов.  Выполняют диагностическую работу | 1 |
| **Раздел 8 «Ближайшие перспективы нанотехнологий» (1 ч)** | | | |
| 32 | Ближайшие перспективы нанотехнологий | Выявляют ближайшие перспективы развития нанотехнологий в РФ и в мире. Знакомство посредством виртуальных туров с нанолабораториями России (например: УГРА) | 1 |
| **Раздел 9 «Защита проектов» (2 ч)** | | | |
| 33 | Защита проектов | Представляют результаты проектных и исследовательских работ | 1 |
| 34 | Защита проектов | Представляют результаты проектных и исследовательских работ | 1 |
|  | **Всего** | | **34** |

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

**I. Программно-методический аппарат**

Так как «Основы нанотехнологий» не являются учебным предметом в традиционном понимании, то его обеспечение УMK не требуется. Примерная прог­рамма допускает использование (по усмотрению учителя) любых современных образовательных технологий, различных организационных форм обучения: лекций, семинаров, бесед, исследовательских и проектных работ, конференций.

В качестве основной организационной формы проведения занятий предлагается лекционно-семинарское занятие, на котором дается объяснение теоретического материала и решаются задачи по данной теме.

**II. Учебные издания:**

1. Программы элективных курсов. Химия. 9–11 кл.: профильное обучение / сост. В.А. Коровин. – М.: Дрофа, 2006 (Программа элективного курса «Нанотехнология», авт. И.В. Разумовская).

2. Разумовская И.В. Нанотехнология. 11 кл. Учебное пособие. – М.: Дрофа, 2009.

3. Чувелева Е.В., Шаронова Н.В., Разумовская И.В. Межпредметные связи физики и биологии в элективном курсе «Нанотехнологии» для 11 класса (на примере раздела «Нанодвигатели»). Материалы V Междунар. науч.-метод. конф. «Физическое образование: проблемы и перспективы развития». Ч. I. – М.: Школа будущего, 2006.

**III. Дополнительная литература:**

1. Богданов К.Ю. Что могут нанотехнологии. – М.: Просвещение, 2009.

2. Дрекслер Э. Машины созидания: грядущая эра нанотехнологий.

3. Зубков Ю.Н., Кадочкин А.С., Козлов Д.В., Нагорнов Ю.С., Новиков С.Г., Светухин В.В., Семенцов Д.И. Введение в нанотехнологии. Модуль «Физика». Учеб. пособие для учащихся 10–11 классов сред. общеобразов. учреждений. – СПб.: Образовательный центр «Участие», Образовательные проекты, 2012. – (Серия «Наношкола»).

**IV. Информационно-техническая поддержка:**

– мультимедийный компьютер;

– мультимедийный проектор;

– принтер;

– сканер;

– экран проекционный.

**V. Электронные ресурсы:**

1. http://schoolnano.ru/node/4655
2. http://www.nanometer.ru/
3. http://edunano.ru/view\_doc.html?mode=home
4. www.strf.ru
5. www.portalnano.ru
6. www.scincephoto.com
7. www.ntmdt.ru
8. www.microscop.ru
9. http://kbogdanov1.narod.ru
10. https://virtual.susu.ru/#susu\_nt5;0;susu\_nt5/note1
11. Презентации к занятиям – https://ppt-online.org/163262
12. Сайт о нанотехнологиях [Электронный ресурс]. – http://www. Nanonew  
    snet.ru/
13. https://schoolpmr.3dn.ru/ – Школа Приднестровья.

*Приложение*

**ТЕСТ № 1 «НАНОТЕХНОЛОГИИ ВОКРУГ НАС»**

**1. Назовите ученых, с чьей помощью термин «нанотехнологии» вошел в нашу жизнь.**

а) Стивен Хокинг; в) Альберт Эйнштейн; д) Ричард Фейнман.

б) Нори Танигучи; г) Эрик Дрекслер;

**2. Выберите верные утверждения.**

A. Нанотехнология – это совокупность технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов в диапазоне линейных размеров приблизительно от 1 до 100 нм.

Б. Нанотехнология – это знание и управление процессами в масштабе  
1–100 нм, когда ввод в действие размерного эффекта (явления) приводит к возможности новых применений.

В. Нанотехнология – это использование свойств объектов и материалов в нанометровом масштабе для создания более совершенных материалов, приборов, систем, реализующих эти свойства.

**3. Поиском эффективных методов использования наноматериалов занимается:**

а) нанонаука; б) нанотехнология; в) нанохимия; г) наноинженерия.

**4. Электронный микроскоп был создан:**

а) в 1609 году; б) в 1985 году; в) в 1931 году; г) еще не создан.

**5. Что значит выражение «проглотить хирурга»?**

A. Речь идет об угрозе врачу в случае неудачной операции.

Б. Речь идет об аборигенах-людоедах, которые верили, что можно излечиться, если съесть врача.

В. Речь идет о нанороботе-хирурге, который будет лечить изнутри.

**6. Какое количество атомов содержится в наночастице размером  
50–100 нм?**

а) 1–100; б) 104 – 105; в) <1; г) 108 – 109.

**7. К нанообъектам не относятся:**

а) нанокластер из 1–10 атомов; в) нанопроволока; д) нанопластина.

б) нановолокно; г) нанотрубка;

**8. Закончите фразу «Приоритетными направлениями развития нанотехнологии являются…».**

**ТЕСТ № 2 «НАНОЧАСТИЦЫ И НАНОСТРУКТУРЫ»**

**1. Углеродные материалы – это:**

а) материалы, которые состоят в основном из углерода, имеющего графитоподобную структуру различной степени упорядочения;

б) материалы, состоящие из углерода и неорганических веществ;

в) материалы, в структуре которых присутствует углерод в чистом виде;

г) материалы, в котором углерод является одним из основных компонентов.

**2. К искусственным углеродным материалам относятся:**

а) шунгит; в) алмаз; д) кокс.

б) серо-черный графит; г) сажа;

**3. К природным углеродным материалам относятся:**

а) серо-черный графит; в) сажа; д) шунгит.

б) алмаз; г) кокс;

**4. Выбрать правильные утверждения.**

A. Кокс – это продукт прессования и последующего обжига органических веществ.

Б. Пироуглерод – это пленки углерода, образующиеся на нагретых поверхностях в результате термодеструкции углеродсодержащих веществ.

В. Кокс – это твердый углеродистый остаток термического разложения органических веществ.

Г. Пироуглерод – это продукт высокотемпературной полимеризации углеродсодержащих веществ.

Д. Искусственные углеродные материалы – это все углеродные материалы, полученные термической обработкой органических веществ.

**5. Наноматериалы – это:**

а) материалы, состоящие из частиц или содержащие частицы, толщина которых не превышает толщины одного атомного слоя;

б) материалы, состоящие из частиц или содержащие частицы, хотя бы одно измерение которых (диаметр сфер и цилиндров, толщина пластин) не превышает 100 ⋅ 10–9 м;

в) природные или намеренно сконструированные материалы, в которых один или более размеров лежат в диапазоне нанометров;

г) природные или искусственно созданные материалы, в которых характерный размер структуры составляет 0,1–100 ⋅ 10−10 м;

д) материалы, созданные с использованием наночастиц и/или посредством нанотехнологий и вследствие этого обладающие какими-либо уникальными свойствами.

**6. Особенности наноматериалов.**

A. Структура наноматериалов всегда одинакова и не зависит от химического состава.

Б. Размерные эффекты в наноматериалах могут иметь квантовый характер.

В. Особенности физико-химических свойств наноматериалов позволяют создавать материалы с качественно и количественно новыми характеристиками.

Г. По сравнению с обычным кристаллическим состоянием наноструктурное состояние позволяет существенно повысить механические свойства при неизменности физико-механических свойств.

Д. Наноразмерные материалы практически бездефектны, поэтому сильно отличаются по свойствам от соответствующих макроматериалов.

**7. Прочитайте текст и выполните задания.**

САМООХЛАЖДАЮЩИЕСЯ МАТЕРИАЛЫ

Самоохлаждающиеся, или, как их еще называют, «потеющие» материалы, обладают капиллярной пористой структурой, благодаря которой они способны пропускать жидкость, выделяющуюся на поверхности материала в виде капель или паров и охлаждающую его за счет фазовых и химических превращений (диссоциации, плавления, сублимации и т.п.).

Это свойство «потеющих» материалов (чистых металлов или сплавов) позволяет охлаждать высокотеплонагруженные элементы летательных аппаратов, реактивных двигателей, энергетических агрегатов, защищая тем самым их от воздействия критических температур, предотвращая их температурные деформации.

«Потеющие» материалы изготовляют методом порошковой металлургии (прессование или прокатка порошков с последующим спеканием), а также прокаткой тканых металлических сеток (холодная прокатка двух или несколько слоев с последующим спеканием либо горячая прокатка без спекания). Пористость «потеющих» материалов составляет 20–60 %, размеры пор – от нескольких мкм до сотен мкм.

«Потеющие» материалы можно получать практически из любых металлов и сплавов (в том числе жаропрочных и тугоплавких); они выпускаются в виде листов, труб, втулок, колец, фасонных изделий.

Типичным примером «потеющего» материала, применяемого для защиты стальных конструкций от воздействия критических температур, является порошковая пористая сталь, в порах которой содержится множество нано- и микрочастиц меди. Так как температура плавления меди меньше, чем стали, то при превышении внешней температуры некоторого критического предела металл начинает активно «потеть»: медь, расплавляясь, расширяется и сквозь поры выходит на поверхность, унося излишек тепла из системы. При остывании капельки меди снова «всасываются» стальными капиллярами и материал возвращается в исходное состояние.

«Потеющие» материалы с жидкостными охладителями используются для охлаждения высокотемпературных лопаток газовых турбин. Они находят довольно широкое применение в ракетных двигателях, магнитогидродинамических генераторах, для предотвращения аэродинамических нагревов летательных аппаратов. В частности, в качестве охлаждающей жидкости для ракетных сопел служат различные расплавленные металлы, которыми пропитывают пористые вольфрамовые матрицы.

Терморегулирующий процесс «потения» материалов аналогичен процессу потоотделения, который происходит в организме человека или млекопитающих животных и является защитной реакцией организма на перегрев.

Следует заметить, что подобный подход к терморегулированию материалов применяется и для решения обратной задачи: в авиации для борьбы с обледенением передние кромки крыльев и хвостовое оперение самолетов, подвергающиеся опасности намерзания льда, покрывают медно-никелевым пористым слоем, через сквозные поровые каналы которого циркулирует незамерзающая испаряющаяся жидкость (антифриз).

*Ответьте на вопросы:*

1. С помощью каких физических явлений получают «потеющие» металлы из меди?

2. Приведите примеры применения «процесса потения».

**ТЕСТ № 3 «МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
НАНОСТРУКТУР»**

**1. Каким инструментом пользуются нанотехнологи?**

а) туннельным микроскопом; в) дрелью;

б) опытным микроскопом; г) 3D-микроскопом.

**2. Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?**

а) дуговой; в) пиролитический;

б) биотехнологический; г) лазерно-термический.

**3. Где был изобретен сканирующий силовой микроскоп?**

а) в России, в физико-техническом институте им. Иоффе;

б) в швейцарском филиале IBM;

г) в германском филиале IBM;

д) в США, IBM.

**4. Прочитайте текст и выполните задания.**

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Среди важных терминов с децимальной приставкой «нано-» отметим следующие (в алфавитном порядке):

– нанокристалл, нанокристаллит, (nanocrystal) – кристалл нанометрового размера;

– наноматериал (nanomaterial) – материал, содержащий структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками;

– нанопечать (nanoimprinting) – литографическая технология создания наноразмерных элементов интегральных микросхем методом печати, различают чернильную нанопечать (inking) и нанопечать тиснением (embossing);

– наносистемная техника – полностью или частично созданные на основе наноматериалов и нанотехнологий функционально законченные системы и устройства, характеристики которых кардинальным образом отличаются от показателей систем и устройств аналогичного назначения, созданных по традиционным технологиям;

– наноструктура (nanostructure) – ансамбль связанных атомов, имеющий, по крайней мере, в одном направлении размер от одного до сотен нанометров;

– наночастица (nanoparticle) – частица с нанометровыми размерами (обычно от 1 до 100 нм), может содержать от десятка до 106 атомов, связанных вместе;

– наноэлектроника (nanoelectronics) – область науки и техники, занимающаяся созданием, исследованием и применением электронных приборов с нанометровыми размерами элементов, в основе функционирования которых лежат квантовые эффекты.

В нанотехнологиях различают два основных подхода, позволяющих формировать наноструктуры. Это технологии, реализующие принцип «сверху-вниз», и технологии, построенные на принципе «снизу-вверх». Принцип «сверху-вниз» (top-down approach) предполагает создание структур необходимой конфигурации и размера путем избирательного удаления материала, заранее нанесенного на подложку. Для этого используются традиционные для микроэлектроники методы осаждения пленок и формирования легированных слоев полупроводников в сочетании с литографическим созданием маски на профилируемой поверхности и последующим удалением материала в окнах маски путем травления. Обыденным примером технологии «снизу-вверх» является создание скульптуры из монолитной каменной глыбы отсечением «лишнего» материала.

Альтернативный принцип «снизу-вверх» (bottom-up approach) предполагает формирование требуемых структур путем селективного осаждения атомов и молекул на заданных участках поверхности подложки. Аналогично поступает художник, нанося определенные краски на определенные участки поверхности холста.

*Ответьте на вопросы:*

1. Сколько существует способов формирования наноструктуры?

2. Что такое наносистемная техника?

**ТЕСТ № 4 «КВАНТОВАЯ ФИЗИКА И НАНОСТРУКТУРЫ»**

**1. Что означает относящийся к созданию нанообъектов термин «Bottom up»?**

А. Создание наноструктурированного слоя на поверхности объекта.

Б. Структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул.

В. Диспергирование, уменьшение размера нанообъектов.

Г. Создание наноструктурированного слоя методом сублимации вещества.

**2. Что такое нанотрубки?**

А. Протяженные структуры, состоящие из свернутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах.

Б. Семейство шарообразных полых молекул общей формулой Сn.

В. Протяженные структуры из углеродных переплетенных цепей.

Г. Металлоорганические витые полимеры.

**3. Соединения фуллеренов, в которых присоединенные атомы, ионы или молекулы находятся снаружи углеродной оболочки, называются:**

а) экзоэдральные соединения; в) супрадральные соединения;

б) эндоэдральные соединения; г) парадральные соединения.

**4. Какие наноструктуры обнаружены в шунгитовых породах?**

а) однослойные нанотрубки; в) липосомы;

б) фуллерены; г) магнитные жидкости.

**5. Прочитайте текст и выполните задания.**

Укажем физические явления, в которых реализуется туннельный эффект. Это в первую очередь автоионизационная (или холодная, полевая) эмиссия электронов из поверхности металла и других электропроводящих сред, широко используемая в электронике. В полупроводниках в определенных условиях возникает туннельный эффект на p-n-переходе. Это позволило создать туннельные диоды, имеющие существенные преимущества перед обычными диодами в ширине полосы пропускаемых частот и быстродействии. Туннельный эффект определяет процесс миграции валентных электронов в кристаллической решетке твердых тел. Туннельный эффект лежит в основе эффекта Джозефсона – протекания сверхпроводящего тока между двумя сверхпроводниками через экстремально тонкую прослойку из диэлектрика. Туннельный эффект играет существенную роль в самых различных областях физики и техники.

Однако наиболее широкий интерес к туннельному эффекту обусловлен тем, что это принципиально квантово-механический эффект, не имеющий аналога в классической механике. Своим существованием туннельный эффект подтверждает основополагающее положение квантовой механики – корпускулярно-волновой дуализм свойств элементарных частиц. В этом основной интерес туннельного эффекта для физики и физиков. В рамках классической механики априорно ясно, что любое материальное тело, имеющее энергию, не может преодолеть потенциальный барьер, если барьер больше энергии. При падении тела на такой барьер оно может лишь отразиться от него. Это утверждение находится в полном согласии с законом сохранения энергии.

*Ответьте на вопросы:*

1. Опишите преимущества туннельных диодов.

2. В чем суть эффекта Джозефсона?

**ТЕСТ № 5 «УНИКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУР»**

**1. Как называется знаменитая книга Э. Дрекслера, посвященная нанотехнологии?**

А. Машины конструирования. В. Машины создания.

Б. Машины нанотехнологии. Г. Машины технологии.

**2. Какая из наноструктур является термодинамически неустойчивой?**

a) микроэмульсия; в) углеродные нанотрубки;

б) мицеллы; г) наноструктуры, формирующиеся интенсивной

пластической деформацией.

**3. В каком микроскопе используется кантилевер?**

а) сканирующий силовой микроскоп;

б) сканирующий туннельный микроскоп;

в) растровый микроскоп;

г) просвечивающий электронный микроскоп.

**4. Обращаются ли в нуль волновые функции на границе квантовой ямы?**

А. Да. В. Вопрос поставлен некорректно.

Б. Нет. Г. Ответ зависит от ширины квантовой ямы.

**5. Что такое фуллерен?**

А. Железосодержащая наноструктура, используемая в медицине.

Б. Углеродная нанотрубка.

В. Семейство шарообразных полых молекул общей формулы Сn.

Г. Плоский лист графита мономолекулярной толщины.

**6. Что такое кантилевер?**

a) компьютерный блок в силовом микроскопе;

б) компьютерная программа обработки данных сканирующего микроскопа;

в) подложка для образцов в растровом микроскопе;

г) зонд в сканирующем силовом микроскопе.

**7. Какие наноструктуры обнаружены в шунгитовых породах?**

a) однослойные нанотрубки; в) липосомы;

б) фуллерены; г) магнитные жидкости.

**8. В каком году Н. Фейнман выдвинул идею о развитии нанотехнологии?**

a) в 1653 году; б) в 1876 году; в) в 1959 году; г) в 1985 году.

**9. Как меняется вклад межфазной области в общие свойства объекта при уменьшении его размера?**

А. При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта уменьшается.

Б. При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта увеличивается.

В. При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через максимум при 100 нм.

Г. При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через минимум при 100 нм.

**10. Что означает относящийся к созданию нанообъектов термин «Bottom up»?**

a) создание наноструктурированного слоя на поверхности объекта;

б) структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул;

в) диспергирование, уменьшение размера нанообъектов;

г) создание наноструктурированного слоя методом сублимации вещества.

**ТЕСТ № 6 «НАНОЭЛЕКТРОНИКА»**

**1. Какими инструментами пользуются нанотехнологи?**

а) опытным микроскопом; в) 3D-микроскопом;

б) туннельным микроскопом; г) дрелью.

**2. Что такое нано?**

а) одна миллионная; б) одна миллиардная; в) одна десятая.

**3. На сегодняшний день нанотехнологии делят на три направления. Какие?**

A. Изготовление электронных схем размеров до нескольких атомов.

Б. Создание наномашин.

В. Сборка необычных объектов и веществ.

Г. Сборка из отдельных атомов любых веществ и объектов.

Д. Создание роботов.

**4. Наночастицы принадлежат одному из измерений:**

а) от 1 до 100 нанометров;

б) от 1 до 1 000 000 000 нанометров;

в) от 1 до 2 нанометров.

**5. Как называется знаменитая книга Э. Дрекслера, посвященная нанотехнологии?**

а) Нанотехнологии. Что это? в) Время и нанотехнологии;

б) Машины созидания; г) Нано бывают разные.

**6. В каком году Р. Фейнман выдвинул идею о развитии нанотехнологии?**

а) в 1960 году; б) в 1975 году; в) в 1950 году; г) в 1959 году.

**7. Согласны ли вы?**

A. Нанотехнологии применяют новейшие технологии манипулирования единичными атомами или молекулами.

Б. Говоря о наночастицах, обычно предполагают, что их размеры от 0,01 нанометров до 1000 нанометров.

В. Нанотехнологии обеспечивают возможности создавать и модифицировать объекты, которые включают компоненты с размерами более 1000 нанометров, принципиально нового качества.

Г. Важнейшей составной частью нанотехнологии являются наноматериалы.

**8. В каком году изобрели ученые из АВМ первый инструмент для манипуляции атомами – туннельный микроскоп?**

а) в 1976 году; б) в 1980 году; в) в 1981 году; г) в 1978 году.

**9. В каких сферах деятельности человека прогресс в применении нанотехнологий уже виден на сегодняшний день?**

а) сельское хозяйство; в) спорт; д) медицина.

б) педагогика; г) электроника;

**10. Прочитайте текст и выполните задания.**

«ЗАСТЕКЛОВАННЫЙ» КОМПОЗИТ  
С КВАНТОВЫМИ ТОЧКАМИ

Стеклованный нанокомпозит был синтезирован следующим образом. Синтезированный композитный поликристаллический порошок помещался между двумя кварцевыми покровными стеклами толщиной 1,2 мм. Зазор между стеклами, определяющий толщину будущего образца задавался тефлоновыми полосками (толщиной 10 мкм), которые, кроме того, позволяли избежать неравномерного сдавливания и, как следствие, неравномерной толщины. Далее кварцевые стекла склеивались по периметру, что предотвращало механическую деформацию будущего образца.

Конструкция с порошком нагревалась до температуры перехода в жидкокристаллическую мезофазу Cd-алканоата (модификация смектического порядка) 98 °С. По достижении фазового перехода нагрев останавливали и проводили быстрое (в течение 1–2 минут) охлаждение образца до комнатной температуры, что приводило к его стеклованию. Считается, что при этом в матрице сохраняется ближний порядок, заданный в смектическом жидком кристалле. Покровные стекла затем не могли быть удалены или заменены без разрушения.

*Ответьте на вопросы:*

1. В чем суть понятия «застеклованный»?
2. Где можно применить такой композит?

**ТЕСТ № 7 «НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ»**

1. Одним из методов получения наночастиц является осаждение их из газовой фазы. С этой целью твердое вещество нагревают. При этом оно испаряется, переходя в газообразное состояние. Это газообразное вещество при охлаждении осаждают на одной из поверхностей. При специально подобранных условиях возможно получение наночастиц. Такое осаждение может сопровождаться химической реакцией. Вспомните, чем химические явления отличаются от физических? Что происходит при физическом осаждении, а что при химическом?

2. Каковы возможные опасности нанотехнологий?

3. Как вы думаете, в чем состоит причина уникальных свойств наноматериалов?

**ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ДОКЛАДОВ**

1. Перспективы использования нанотехнологий в здравоохранении, экологии, машиностроении, энергетике и т.д.

2. Методы консолидации ультрадисперсных наноструктур: суть и условия реализации. Способы уменьшения пористости наноматериалов.

3. Технологии электродугового испарения магнетронного напыления.

4. Фуллерены. История открытия фуллеренов. Строение фуллеренов и т.д.

5. История возникновения нанотехнологий.

6. Углеродные нанотрубки.

7. Оптические волокна с фотонно-кристаллической структурой.

8. Материалы и технологии будущего.

9. «Умные» материалы.

10. Наноматериалы для информационных технологий.

11. Химические методы получения наноструктур.

12. Нанопорошки и их применение.

13. Полимерные нанокомпозиты.

14. Нанотехнологии и лечение болезней.

15. Нанотехнологии и окружающая среда. Опасность наночастиц.

16. Уникальные химические свойства наноструктур.

17. Создание объектов по принципу «сверху-вниз» и «снизу-вверх».

18. Наноскопическое выращивание кристаллов.

19. Нульмерные наноматериалы.

20. Суть «туннельного эффекта».