

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики
Выпускающая кафедра технологии и предпринимательства

Цуран Оксана Игоревна
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
Тема «Электронный ресурс «Наноматериалы-производство, применение» для
элективных занятий для учащихся старших классов»

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы Технология

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой технологии
и предпринимательства

доцент, к.т.н.

Бортновский С.В.

«_____» июня 2021

Руководитель
Профессор, доктор
физико-математических наук
В. И. Кирко _____

Дата защиты «_____» июня 2021

Обучающийся Цуран О.И.

«_____» июня 2021 _____

Оценка _____

Красноярск
2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЭЛЕКТИВНЫХ КУРСОВ.....	6
1.1 Понятие и сущность элективных курсов.....	6
1.2 Наноматериалы как предмет элективного курса.....	14
2. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «НАНОМАТЕРИАЛЫ–ПРОИЗВОДСТВО, ПРИМЕНЕНИЕ».....	31
2.1 Программа курса и методы оценки.....	31
2.2 Структурная схема сайта.....	54
2.3 Апробация элективного курса.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования определяется тем, что необходимы условием создания образовательного пространства, способствующего самоопределению учащихся основной школы, является введение профильной подготовки. Одним из компонентов профильной подготовки является курсы по выбору (элективные курсы). Элективные курсы – это обязательные для посещения курсы по выбору учащихся. Элективные курсы могут дополнять и углублять содержание базового курса, обеспечивать дополнительную подготовку для сдачи единого государственного экзамена, способствовать удовлетворению познавательных интересов учащихся. Элективные курсы связаны, прежде всего, с удовлетворением индивидуальных образовательных интересов, потребностей и склонностей каждого школьника.

Именно они по существу являются важнейшим средством построения индивидуальных образовательных программ, так как в наибольшей степени связаны с выбором каждым школьником содержания образования в зависимости от его интересов, способностей, последующих жизненных планов. Элективные курсы как бы «компенсируют» во многом достаточно ограниченные возможности базовых и профильных курсов в удовлетворении разнообразных образовательных потребностей старшеклассников, они продолжают играть роль своеобразного компаса в выборе образовательно-профессиональной траектории. Было бы неверно полагать, что по завершению 9 класса все учащиеся сделали окончательный выбор образовательного профиля, и что процесс выбора не продолжается. Формирование культуры выбора у человека еще на школьной скамье – это серьезная проблема нашего общества.

Современность свидетельствует о недостаточной культуре выбора образовательного профиля у школьников. Например, наиболее типичные факторы выбора. Этот выбор часто определяется семьей, родителями. Часто они не помогают ребенку самоопределиться в этой ситуации, а решают за

него исходя из собственных представлений о будущем ребенке. Типичной также является ситуация, когда дети связывают выбор образовательного профиля не с содержанием профиля образования, и не со своими собственными способностями и ценностными ориентирами, а с личностью учителя.

В настоящее время перед педагогом стоит задача воспитания стремления к знаниям у учащихся и формирование положительной мотивации к поиску знаний самими учащимися. Воспитание у школьников активного отношения к жизни, обогащение его познавательной и трудовой деятельности, развитие интереса к присвоению разносторонних знаний приобретают особую значимость для общества. Создание элективных курсов – важнейшая часть обеспечения введения обучения и формирование мотивации познавательного интереса у учащихся. Разработкой, методическими рекомендациями, оценкой результатов обучения занимались такие методисты как О. Е. Лебедев, О. С. Габриелян, Д. С. Ермаков, Т. И. Рыбкина, Т. В. Черникова, П. С. Лернер и др.

Объектом исследования является образовательная деятельность общеобразовательной школы.

Предметом исследования является использование элективных курсов в образовательной деятельности.

Целью работы является создание электронного ресурса для организации учебных элективных занятий для учащихся старших классов.

Цель работы определила ряд задач, среди которых:

- 1) Провести анализ литературы по теме исследования
- 2) Определить значимые особенности разработки электронного курса
- 3) Разработать электронный курс «Наноматериалы – производство, применение» на основе сайта
- 4) Провести практическую апробацию электронного курса «Наноматериалы – производство, применение» с учащимися старших классов

5) Анализ результатов апробации для оценки возможностей освоения содержания

Методологической базой исследования являются такие методы, как: метод анализа, синтеза, обобщения, аналогий

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов исследования в дальнейшей разработке элективных курсов.

Структура работы. Работа включает в себя две главы, введение, заключение, список использованных источников.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ЭЛЕКТИВНЫХ КУРСОВ

1.1 Понятие и сущность элективных курсов

Одним из направлений современной образовательной парадигмы является профильное обучение, цель которого – личностное и профессиональное самоопределение. Для достижения указанной цели большое значение имеют элективные курсы, зарекомендовавшие себя как эффективный способ предоставления обучающимся дополнительных знаний в интересующей их области. Элективные курсы (*electus* – это «избранный» с лат.) – это «курсы, обязательные для изучения, направленность которых школьник выбирает самостоятельно».

Подобные курсы не должны повторять программу базового среднего образования, причем схема обучения на элективных курсах проста: школьникам предлагается на выбор три из пяти – шести предметов, после чего они имеют возможность получить необходимый багаж знаний по интересующим их направлениям. Например, ученик может выбрать «Математическую экономику» или «Разговорный английский». Каково же назначение элективных курсов? Во-первых, они помогают обучающемуся определиться со специализацией и дальнейшим выбором своей профессии. Во-вторых, элективные курсы выполняют роль некоторого 7 дополнения к базовому курсу, что позволяет углубить знания школьника в интересном для него направлении. Обучение, как правило, проводится в нестандартной форме, что мобилизует внимание и творческие способности учащихся. При этом предлагается три основных вида элективных курсов: предметные, расширяющие знания по определенному школьному предмету; межпредметные, объединяющие знания по нескольким предметам и курсы по предметам, не входящим в основную программу обучения (например, «Основы фармации», «Основы политологии» и др.).

Задачами, решаемыми элективными курсами, являются следующие: удовлетворение образовательных потребностей школьников, реализация индивидуализации обучения, создание условий для проверки учеником правильности выбора направления дальнейшего обучения, связанного с определенным видом профессиональной деятельности; помощь старшекласснику, выбравшему образовательную область для более тщательного изучения, увидеть многообразие видов деятельности, связанных с ней. Элективные курсы в области математики, русского языка и других предметов развивают умственные способности школьников, учат их анализировать обсуждаемый материал и способствуют формированию у учеников, предусмотренных стандартом универсальных учебных действий.

Элективные курсы позволяют использовать новейшие технологии для улучшения усвоения материала: школьники с удовольствием изучают электронные учебники, ищут дополнительную информацию в специально подготовленных электронных библиотеках. Один из ключевых моментов в обучении с помощью элективных курсов играет самообразование: школьник ответственно подходит к подготовке, поскольку он сам выбрал данный предмет, и он ему действительно интересен. Важно отметить, что ученики, изучающие определенное направление в небольшой группе, всегда могут попросить учителя акцентировать внимание на том пункте программы элективных курсов, в котором у них возникли наибольшие трудности. В следующем пункте опишем суть информационно-методической поддержки элективных курсов.

Элективные курсы (от лат. *electus* - избранный) так же, как и факультативные, ученик выбирает из предложенного набора в соответствии со своими интересами и потребностями. Но как только курс выбран, он становится таким же, как и нормативный: с обязанностью посещать и отчитываться. Элективные курсы являются обязательным атрибутом профильного обучения и предпрофильной подготовки.

Элективные курсы - новый элемент учебного плана, дополняющий содержание профиля, что позволяет удовлетворять разнообразные познавательные интересы школьников. Элективные курсы могут касаться любой тематики, как лежащей в пределах общеобразовательной программы, так и вне её. Элективные курсы - это новейший механизм актуализации, развития и индивидуализации процесса обучения. С хорошо разработанной системой элективных курсов каждый ученик может получить образование с определенным желаемым уклоном в ту или иную область знаний.

Актуализация элективных курсов заключается в том, что они помогают учащимся осознанно выбрать профиль обучения, т.е. совершить профессиональное первичное самоопределение. От этого зависят и успешное обучение в старших классах и подготовка учащихся к следующей ступени образования.

Элективные курсы позволяют решить еще одну проблему. Она заключается в том, что иногда количество школьников, желающих продолжить свое образование в профильных классах некоторых школ, превышает имеющееся в них количество мест. В результате отбор учеников в такие классы происходит на конкурсной основе. Это вызывает потребность в осуществлении специальной подготовки школьников к поступлению в такие классы. Часто ученик не может самостоятельно справиться с такой работой. Поэтому именно предпрофильный элективный курс должен в определенной мере подготовить ученика к поступлению в профильный класс. Однако предпрофильный элективный курс не должен дублировать базовый курс основной школы. Выходом из сложившейся ситуации может послужить создание интегративных предпрофильных элективных курсов, которые будут выводить содержание базового курса на качественно новый уровень.

Роль предпрофильных элективных курсов заключается в осуществлении помощи учащимся основной школы выбрать профиль дальнейшего обучения. Это позволяет школьникам в течение года

попробовать себя в различных видах деятельности в соответствии с предлагаемыми профилями.

Поиски путей оптимизации содержания учебных предметов, обеспечения его соответствия меняющимся целям образования могут привести к новым подходам к структурированию содержания учебных предметов. Традиционный подход основывается на логике базовой науки. Другой подход может заключаться в отборе проблем, явлений, процессов, ситуаций, изучение которых соответствовало бы познавательным запросам учащихся. Такой подход может способствовать формированию учащихся как субъектов образовательной деятельности. С другой стороны, нельзя забывать о главной задаче образовательной политики - обеспечения современного качества образования на основе сохранения его фундаментальности и соответствия актуальным и перспективным потребностям личности, общества и государства. Таким образом, современная школа должна считать приоритетным направлением деятельности - способность к развитию школьников, научить его решать учебные и жизненные проблемы, научить учиться, используя специальные курсы в современной школе.

Рассмотрим некоторые требования и рекомендации, которых желательно придерживаться при разработке элективного курса. При разработке программы элективного курса необходимо:

- определить цель курса и его функцию в рамках выбранного профиля;
- выявить отличительные особенности содержания элективного курса от содержания соответствующего учебного предмета в рамках данного профиля;
- разделить содержание программы курса по теме и определить необходимое количество часов на каждую из них;
- продумать образовательные продукты, создаваемые в процессе освоения материалов курса;

- выяснить обеспеченность курса различными учебно-методическими материалами и при необходимости доработать их;
- составить список литературы для учителя и обучающихся;
- выделить основные виды деятельности школьников и определить долю их самостоятельности, творчества ученика при изучении курса;
- определить критерии, позволяющие оценить успешность освоения курса;
- продумать форму отчетности учащихся по итогам освоения программы курса (проект, реферат, выступление и т.д.).

Содержание курса может:

- представлять собой углубленный вариант определенного раздела базового курса (подобные курсы призваны помочь ученику подготовиться к ЕГЭ);
- служить основой для внутрипрофильной специализации обучения (например, курс «Химические технологии» в естественно-научном профиле);
- представлять собой введение в профессию, сопутствующее данному предмету (например, курс «Основы фармацевтики»); подобные курсы обеспечивают профессиональное самоопределение и знакомят с основами профессиональной деятельности;
- служить удовлетворением познавательных интересов школьников в областях, выходящих за рамки выбранного им профиля. Например, школьник, обучающийся в гуманитарном классе, выберет курс «Компьютерное моделирование» и т.д.;
- выполнять роль «надстройки», дополняя содержание профильного курса. Такой дополнительный курс становится углубленным, а класс, в котором он изучается, превращается в класс с углубленным изучением отдельных дисциплин.

В зависимости от профилизации обучения, учитывая индивидуальные особенности обучаемых, выбираются методы и формы обучения на элективных курсах. Так, чаще выделяются следующие основные приоритеты методики преподавания элективных курсов: междисциплинарная интеграция, содействующая становлению целостного мировоззрения; обучение на основе опыта и сотрудничества; интерактивность (работа в малых группах, метод проектов и др.); личностно-деятельностный подход в обучении.

Выделяют следующие основные требования к элективным курсам: избыточность (их должно быть много); оригинальность содержания и названия; результативность (курс должен заканчиваться определенным результатом, например, творческое сочинение, проект и т.д.) и др. В связи с этим остановимся ниже на методических рекомендациях учителям:

- курс должен иметь привлекательное название, поскольку оно играет важную роль в привлечении слушателей;
- программа курса не должна дублировать программы базовых курсов, а должна включать новые для учащегося знания, вызывающие познавательный интерес школьника, позволяющие учащимся, оценив свои потребности и возможности, обоснованно выбрать свой дальнейший образовательный маршрут после получения школьного аттестата;
- программа должна предполагать наиболее «коротким путем» получения знаний: изучение новых знаний с опорой на недавно пройденный или легко восстанавливающийся в памяти материал;
- несмотря на то, что содержание элективных курсов по математической тематике не стандартизируется, нужно, чтобы соответствующий курс работал на достижение прописанных в стандарте целей среднего образования вообще и математического образования в частности.

Это реализуется посредством направленности любого учебного курса на достижение метапредметных результатов, – в частности, на формирование

надпредметных умений и обобщенных способов совместной деятельности, умения дискутировать, оппонировать, выстраивать ответ и т.д.;

- в рамках любого элективного курса достигать образовательные цели желательно через реализацию личностно-деятельностного подхода в обучении: необходимо смещать акценты на формирование умений через активную самостоятельную деятельность школьников (организовывать проектную и исследовательскую работу, практические и лабораторные занятия, дискуссии и т.д.);
- желательно выбирать темп изучения курса, адекватный складывающейся ситуации (на каком-то материале можно задержаться, где-то бегло просмотреть, что-то совсем пропустить);
- содержание элективного курса должно побуждать учащегося к обращению к внешкольным источникам информации и к опыту обучающегося.

Несмотря на то, что структура программы элективного курса предполагает некоторую вариативность, можно выделить следующие традиционные компоненты программы:

- пояснительная записка;
- организация учебного процесса;
- требования к уровню усвоения учебного материала;
- учебно-тематический план;
- содержание курса;
- список литературы для учителя и учащихся;
- приложения.

Остановимся подробнее на каждом из пунктов. Пояснительная записка содержит информацию об актуальности курса, описание целей, задач и путей их достижения. Важно, чтобы, с одной стороны, пояснительная записка была краткой, а с другой – давала достаточно полное представление о курсе (в чём

привлекательность курса для учащихся, для учителей, для родителей, школьного сообщества в целом).

В пункте «Организация учебного процесса» описывается количество часов, на которые рассчитана программа (с указанием баланса лекционных, практических и лабораторных занятий). Акцентируется внимание на некоторых особенностях проведения курса; условиях, позволяющих правильно построить учебный процесс; критериях эффективности изучения программы и итоговой форме контроля. Требования к уровню усвоения учебного материала включают перечень того, что в результате изучения программы элективного курса ученик должен знать, понимать и уметь. Учебно-тематический план включает:

- название тем курса;
- общее количество часов, отводимых на курс;
- форму проведения занятий;
- образовательный продукт.

Образовательный продукт представляет собой материалы, разработанные учащимися на уроках в ходе познавательной, исследовательской деятельности. Примером подобного продукта могут служить конспекты, тезисы, эксперимент, серия опытов, исторический анализ, доказательство теоремы, литературное произведение, графическое изображение, музыка, песня, вышивка, фотография, модель, макет, схема, компьютерная программа и т.д. [16] В содержании курса дается детальная характеристика каждой темы программы. При этом важно учитывать, что содержанием образования являются не только знания, которые должны получить учащиеся, но и опыт познавательной деятельности, известных ее способов, творческой деятельности, опыт эмоционально-ценностных отношений. Список литературы для учителя и учащихся включает перечень обязательных к изучению и дополнительных источников информации. Приложения обычно содержат материалы, служащие методической

поддержкой курса, например, темы творческих работ, проектов, планы проведения практических работ; лабораторных опытов, экскурсий и т.д.

1.2 Наноматериалы как предмет элективного курса

Уже в 60 годы прошлого века люди начали заниматься нанотехнологиями и материалами, связанными с этим направлением. Есть произведение «О природе вещей», выпущенное Титом Лукрецием Каром . Там рассказывается о «первоначалах вещей», благодаря которым можно получать разные результаты, если складывать и сочетать что-то друг с другом. Там написано, что по формам эти первоначала разнородны, но и у этого разнообразия имеются известные границы, в чём легко убедится каждый. Если бы подобное было неправдой – размеры известных вещей тоже были бы другими. Ведь у многих вещей одинаково маленькие размеры, при этом форма тоже не допускает значительной разницы.

И алхимики во времена Средневековья, и великие учёные 17-18-ых годов в одинаковой степени задумывались о том, чтобы использовать отдельные сверхмелкие частицы, чтобы получить необходимые материалы. Пример – француз П. Гассенди и М. В. Ломоносов. Н. С. Лесков создал знаменитое произведение, героем которого выступил мастер Левша. Именно здесь уже приведено одно из первых описаний, связанных с нанотехнологиями. Герою потребовалось бы увеличить средство наблюдения в 5 миллионов раз, чтобы получить необходимые результаты. Даже сейчас это предел для инструментов, которые применяют в технологиях. Р. Фейнман – один из нобелевских лауреатов, который ещё в 1959 году указал на возможность создать новые материалы путём применения малоразмерных объектов. Это стало важным открытием для научно-методологической работы в данном направлении.

Н. Танигучи – японец, в 1979 году именно он предложил использование термина «нанотехнологий». Г. Глейтер в 1981 году сделал предложение, согласно которому можно создать материалы, размер зёрен у которых не превышает 100 нм, но свойства и характеристики которых способны оказаться весьма полезными. Потом Г. Глейтер увеличил количество используемых терминов по отношению к материалам, назвав их нанокompозитными, нанофазными, наноструктурными и нанокристаллическими.

почему меняются физико-химические свойства материалов с уменьшением размера?

Для примера возьмем частицу радиуса r . Ее энергия складывается из внутренней энергии, которая определяется колебательной энергией атомов кристаллической решетки и пропорциональна $4/3 \pi r^3$ и поверхностной энергией $4\pi r^2 \sigma$, где σ -коэффициент поверхностного натяжения. Т.о общая энергия частицы равна:

$$E = -4/3 \pi r^3 \Delta F_0 + 4\pi r^2 \sigma,$$

где ΔF_0 – изменение энергии атомов при их сборе из бесконечности в кристаллическую решетку (Дж/м³) при постоянном давлении и температуре (или так называемая энергия Гиббса). Это изменение всегда имеет отрицательную величину т.к. энергия Гиббса всегда стремится к минимуму. (<https://infopedia.su/18x40f.html>) Функция $E(r)$ имеет максимум. При уменьшении радиуса частицы r внутренняя энергия уменьшается быстрее (как r^3), чем поверхностная (как r^2). При определенном радиусе частицы наступает момент, когда поверхностная энергия начинает превышать внутреннюю энергию колебаний атомов кристаллической решетки, которая до сих пор определяла все физико-химические, магнитные и др. свойства материала.

Критический радиус, при котором происходит кардинальная смена свойств можно определить продифференцировав уравнение (1) и приравняв дифференциал к 0. Тогда критический радиус будет равен:

$$R_k = 2\sigma / \Delta F_0 \quad (2)$$

Как следует из формулы 2 с увеличением энергии поверхностного натяжения критический радиус возрастает, а при увеличении внутренней энергии колебаний атомов – возрастает.

Например: для воды энергия Гиббса $\Delta F_0 = -237$ Дж/моль = 13.2 кДж/кг = $13.2 * 10^3$ кДж/м³ (<https://infopedia.su/18x40f.html>). $\sigma = 72.86$ Н/м (https://ru.wikipedia.org/wiki/Поверхностное_натяжение).

Тогда $R_k = 11 * 10^{-6}$ м. (при температуре 20 °С).

В связи кардинальным изменением свойств веществ, составленных из наночастиц к этому направлению постоянно увеличивается интерес, в том числе – в области промышленности и бизнеса, фундаментальной и прикладной науки.

Для этого существует несколько причин:

1. Современные приборы исследования и контроля интересно внедрять в практические и повседневные процессы.
2. Развиваются новые технологические методы и приёмы, основанные на самоорганизации, самосборке.
3. Необходимо развивать и внедрять новые материалы, для которых характерны новые свойства.
4. Изделия постепенно уменьшают свои размеры.

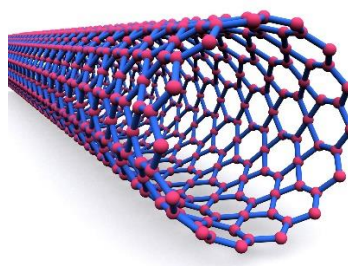
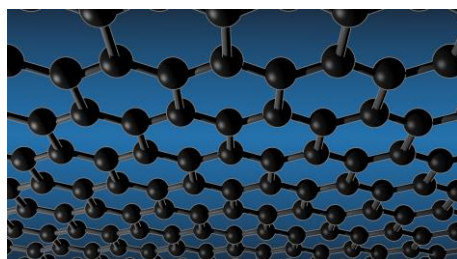
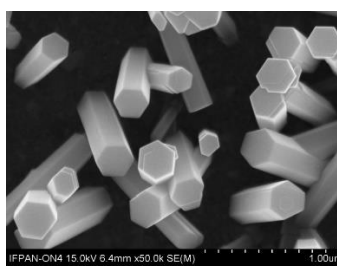
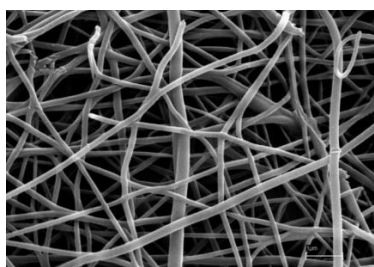
Исследователям интересны тонкие слои и плёнки, всевозможные формы, на основании которых и появляются конструкции, материалы с принципиальными отличиями в своих свойствах.

Прикладные и фундаментальные представления о нанотехнологиях и наноматериалах постепенно изменяются, из-за чего могут корректироваться практически все сферы жизнедеятельности, включая экологию и сельское хозяйство, медицину, машиностроение, информатику, электронику и энергетику, материаловедение. В 21-ом веке именно нанотехнологии должны стать основой для технической революции, это касается не только био- и компьютерных технологий.

Эта область науки и техники достаточно сложная, мультидисциплинарная. Поэтому в развитых странах распространено мнение, согласно которому больше внимания надо уделить подготовке исследователей и рабочих, которые смогут грамотно трудиться в этом направлении.

Есть четыре основные категории, на которые делят наноматериалы.

Первая – твёрдые тела. Их размеры не должны превышать 100 нм в пространственных координатах – в одном, двум или трём. Примеры – нановолокна, нанокристаллы, нанотрубки, графены и т.д.



Вторая категория – тоже малоразмерные изделия, но уже с размерами 1 мкм – 1 мм. Здесь речь о фольгах и проволоках, лентах.

Вторую категорию можно представить, как материалы уже с увеличенным числом структурных компонентов. Ещё используют термин «микроизделия».

Третья категория – массивные разновидности. Размеры в более широком диапазоне, могут составлять несколько мм и больше. Кристаллиты или наноэлементы содержатся в таких структурах в больших количествах. Размер зерна – от 1 до 100 нм, по факту это поликристаллические материалы. Третья категория представлена двумя дополнительными классами.

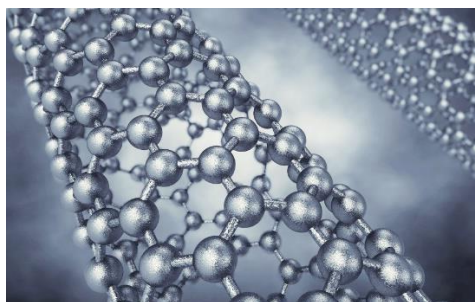
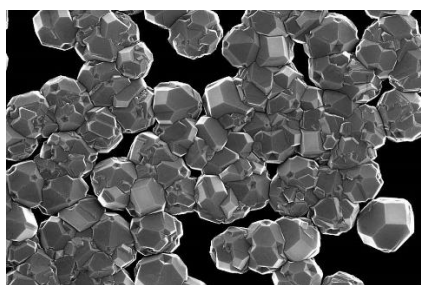
Первый класс представлен однофазными разновидностями. Это микроструктурные однородные виды. По объёму материала только на атомном уровне могут меняться структура и химический состав. Но обычно состояние таких частиц само по себе далеко от равновесия. Пример таких составов – пересыщенные твёрдые растворы, гели и стёкла. Второй класс – это соединения, частицы в которых имеют разные структуры и размеры, могут отличаться по характеристикам. Для этих многосложных материалов могут применяться сплавы из металлов, к примеру. Вторая и третья категория попадают под более узкие определения по отношению к наноматериалам и технологиям.

Четвёртая категория – вещества, которые включают наноматериалы. При этом состав может включать любые разновидности, описанные выше. Обычно это композиты, обладающие определёнными характеристиками. Допустимо наличие модификаций поверхностного слоя или покрытия с помощью современных технологий. Есть композиционные материалы, для которых характерно сложное применение наноматериалов.

Учёные разных стран в последние годы интенсивно изучают разновидность этих материалов. Направление можно назвать научно-

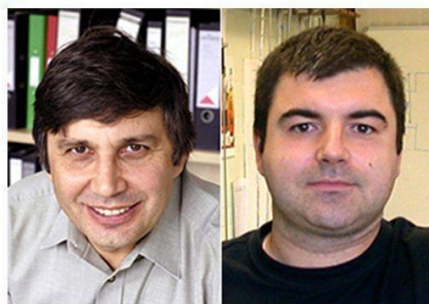
техническим, оно находится на стыке между коллоидной химией, физикохимией наноуглерода, физикой высокого давления и твёрдых тел, традиционным алмазным материаловедением. На развитие этого направления в мире с каждым годом выделяют всё больше финансов, поэтому оно занимает лидирующее направление. Наноалмазы можно отнести к материалам, для которых смогли наладить производство в промышленных масштабах.

Наноалмаз – структура углеродного происхождения. Для данного типа характерно наличие кристаллической структурной решётки. По сути, это специфическая разновидность углеродного наноматериала. Относится к наноуглеродным кластерам, чьё семейство становится всё более популярным с каждым годом. Сюда же можно отнести «луковичную форму углерода», графит и нанотрубки, фуллерены.

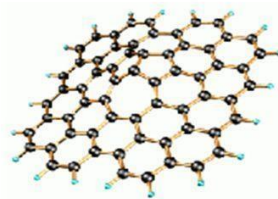


Неоднократно присуждались Нобелевские премии тем, кто занимался исследованиями по данной науке. Открытие Фуллерена было отмечено Нобелевской премией в 1996 году, её получили Смолли, Крото и Лурл. В 2010 году был получен графен (Новоселов, Гейм) и, за что учёных тоже отметили премией.

Нобелевская премия за графен



*Андрей Гейм и Константин Новоселов
(Манчестерский университет)
– лауреаты Нобелевской премии по физике
2010 г.*



Российским учёным (К.В.Волков, В.В.Даниленко, В.И.Елин.А.М. Ставер) удалось превратить в алмазы взрывчатые вещества (1963 год). За это их наградили Государственной премией СССР . Работа велась на территории Челябинска – 70 (В н/время Снежинск). В Снежинке синтезируют очищенную алмазную шихту, а потом получают суспензию и наноалмаз, опираясь на собственную технологию.



Твёрдость и износостойкость – уникальное сочетание характеристик, которым отличаются только алмазы из мира нанотехнологий. У них есть структурообразующие качества, связанные с ультрадисперсной средой.

Можно описать наноалмазы как мощные структурные элементы, благодаря которым легко и просто формируются новые связи. На их основе формируют покрытия и композиты, спеки с различными характеристиками. По назначению эти результаты обработки тоже могут отличаться друг от друга. Это эффективная технологичная среда, в которой суперфинишная

обработка тоже даёт лучшие результаты. Они станут отличной основой для изготовления селективных адсорбентов, катализаторов. Для современного абразивного инструмента с крупными лезвиями чаще выбирают крупнокристаллические разновидности алмазов. В микроэлектронике на этой же опоре создают теплоотводящие подложки. Наноалмазы могут найти применение в технике разных видов. Например – если надо спекать наноструктурированные сверхтвёрдые нанокпозиционные материалы, обладающие повышенной защитой от образования трещин. Они становятся отличным компонентом для увеличения общего срока службы и характеристик, для упрочнения, создания новых структур. Их применяют, чтобы создать покрытия с улучшенными эксплуатационными показателями.

На рисунке 1 показан кристаллит НА. Размер его алмазного ядра составит 9-10 нм.

По сути, наноалмазы – это сложная разновидность соединения. Они хороши тем, что действительно допускают изменения структуры в любых условиях и количествах. Поэтому возможности для получения новых материалов и соединений практически безграничны. Нужно только время для проведения испытаний и исследований в этом направлении.

Поэтому в развитых странах уже сейчас уделяют повышенное внимание программам подготовки специалистов. Им преподают сразу несколько дисциплин, на основе которых потом можно упростить работу с указанными соединениями. Создаётся всё больше оборудования, направленного на контроль и измерения наноматериалов. Современное общество заинтересовано в возможности уменьшить размеры и затраты на производство. При этом итоговые свойства не должны страдать и уступать действующим и существующим аналогам.

С каждым годом появляется всё больше самих наноматериалов, выделенных из различных предметов обычного размера. Часто для этого

действительно достаточно повторять операции по разъединению и обратному сложению каждого компонента, в том числе самого мелкого. Спустя некоторое время появится слой, обладающий необходимыми параметрами. Потом работу можно вести только по его характеристикам и свойствам. И получать новые материалы путём добавления других компонентов.

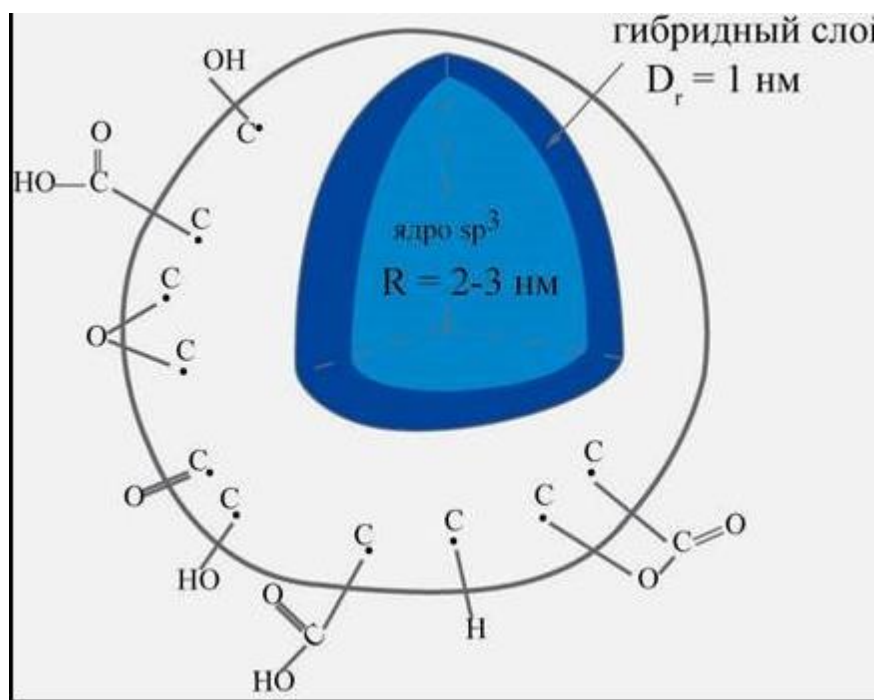


Рисунок 1 – Схема кристаллита наноалмаза

Кристаллическая структура наноалмазов во многом напоминает те же характеристики, что есть у обычной разновидности этого камня. Но размер кристаллов составит всего от 2 до 8 Нм, что значительно меньше, чем у существующих аналогов.

Поэтому атомы углерода по большей части располагаются на поверхности. Свойства в объёме и те же характеристики у атомов в данном случае отличаются друг от друга. Для поверхностных атомов характерно наличие свободных валентностей. Они обладают способностью замыкаться друг на друга, после чего образуются 5-и 6-членные циклы. Для частицы алмаза см 275 атомами были проведены расчёты квантово-химического типа, по результатам которых было доказано, что соединение между циклами аналогично структуре фуллерена.

Алмазные частицы можно рассматривать в качестве кластерных образований. Состав таких образований включает не только кристаллическое ядро с упорядоченными параметрами, но и периферию с химической лабильностью и разрыхлённой структурой. Так называемые основные свойства НА заключены в носителе, в качестве которого выступает алмазное ядро. Особенно это касается таких характеристик:

1. Низкая электропроводность.
2. Механическая твёрдость.
3. Стабильность химического, термического плана.

Периферия у этого кластера ответственна за другой набор показателей:

- Коллоидная стабильность, не только в жидкой, но и в других средах.
- Состав функциональных поверхностных групп в химическом плане.
- Хемосорбция, адсорбция.
- Абсорбция.
- Знаки и величины, которыми отличается поверхностный заряд.

Углеродные атомы становятся основными компонентами в равной степени для стабилизирующих оболочек и ядра. При взаимодействии этих атомов с веществами окружающей среды появляются продукты взаимодействия, которые отвечают за стабилизацию. При агрегации алмазных кластеров у периферических структур ведущая роль, то же касается процесса взаимодействия с матричными веществами, которые содержат композиционные покрытия, материалы. Свойства, характеристики наноалмазов – вот на чём сосредоточено внимание у большинства

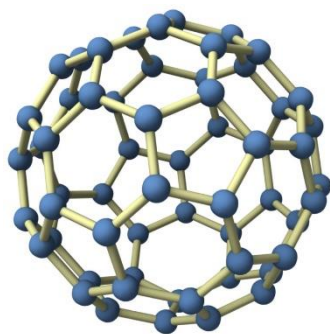
исследователей. Специалисты стараются найти сферы для эффективного применения этих технологий.

Синтезирование наноалмазов было завершено в СССР группой из В. И. Елиной, В. В. Даниленко, К. В. Волкова. Возглавлял их работу Е. И. Забабахин, трудились они на территории ВНИИТФ. Работа была завершена в 1963 году. Внутри цилиндрических и сферических ампул сохранения тогда применили ударное сжатие графита и сажи. Металл-охладитель добавили к смеси, чтобы увеличить выход. Даниленко выдвинул новое предложение ещё в 1962 году – чтобы ампульный синтез был заменён безампульным. Именно тогда для взрывов уже предполагали применение специальных камер. Внутри цилиндрического заряда непосредственно размещали сам графит, заряд включал в себя ТГ40 – сплав тротил гексогена. Заряд так же отличался наличием водяной оболочки, которая была нужна, чтобы подавлять графитизацию, снижать скорость разгрузки образующегося алмаза. Благодаря этому выход резко увеличивался. Проведение контрольного опыта с участием заряда, где не было графита, организовали в 1963 году. Именно в этот момент подтвердили предположение о том, что синтез продуктов детонации может способствовать образованию алмаза из графита. Было доказано, что для свободного углерода допустима конденсация в алмазной форме при соблюдении всех условий и требований. Отрицательный кислородный баланс для взрывчатого вещества становится одним из обязательных требований. По сравнению с синтезом из графита детонация продуктов выгоднее тем, что не нужно расходовать большое количество времени и энергии на то, чтобы исходная кристаллическая графитовая решётка перестроилась так, как это необходимо исследователям. Но ультрадисперсный алмаз или УДА нужно защитить от процессов кристаллизации, окисления. О решающем значении охлаждения ПД рассказали в 1963-1965 годах. Ведь потенциальная энергия в этом случае превращается в кинетическую, которой обладает оболочка, окружающая

заряд. Форма удлинённого цилиндра – отличительная черта самого заряда ПГ40. Если содержание УДА в шихте достигали 75%, выход этого же соединения составлял 8-12% от общей массы заряда. Только к 1988 году появилось первое сообщение о подобном синтезе на территории США. 25% - характерное содержание УДА в саже по сообщениям специалистов в то время.

Синтез детонационных наноалмазов – направление, в котором лидером стала именно Россия. В самом начале 60-ых годов была проведена целая серия удачных экспериментов в этом направлении. Но дальше работа практически приостановлена, поскольку в сфере алмазов развитие и поддержку получал способ каталитического синтеза. Промышленность оказалась неподготовленной к тому, чтобы внедрять новые технологии, отличающиеся от существующих стандартов. На территории нескольких советских научных центров процесс синтеза алмазов был налажен в 1982 году. Но потребность в этом материале была не такой высокой, как тогда мощность. Украина, Белоруссия, Снежинск, Санкт-Петербург, Бийск – вот территории, на которых производственные объекты данного направления сохранились к настоящему времени. Во всём мире исследователи проявляют всё больше интереса к наноалмазам.

Фуллеренами называют разновидности молекулярных соединений. Они представляют класс аллотропных углеродных форм. По сути, это выпуклая форма многогранников с замкнутой структурой. Они включают трёхкоординированные атомы углерода, число которых обязательно должно быть чётным. Фуллерены отличаются уникальной структурой, которая и обеспечивает соответствующие характеристики физического и химического плана.



Ричард Бакминстер Фуллер – учёный, благодаря которому эти объединения и получили своё название. Он получил полусферу, собранную из тетраэдров. Потом им же разработана и построена структура «геодезического купола». Это открытие позволило ему стать всемирно известным. Разработка и строительство купольных домов в настоящее время ведётся на основе технологий, открытых этим человеком. Ведь открытые Фуллером соединения отлично подходят для таких проектов, их формы идентичны применяемым решениям.

Соединяя фуллерены с разными веществами, можно получить уникальные материалы, чьи характеристики тоже отличаются от уже существующих. Так, получены пленки полифуллерена, в которых молекулы C₆₀ связаны между собой не вандерваальсовским, как в кристалле фуллерита, а химическим взаимодействием. Эти пленки, обладающие пластическими свойствами, являются новым типом полимерного материала. Интересные результаты достигнуты в направлении синтеза полимеров на основе фуллеренов. При этом фуллерен C₆₀ служит основой полимерной цепи, а связь между молекулами осуществляется с помощью бензольных колец. Такая структура получила образное название «нить жемчуга».

Вершины шести- и пятиугольников – место расположения углеродных атомов. Именно эти фигуры в результате составляют поверхность эллипсоида и сферы. C₆₀ – разновидность фуллеренов, которая в настоящий момент изучена лучше остальных. За счёт атомов углерода внутри образуется форма усечённого икосаэдра. Он напоминает футбольный мяч,

включает в себя 12 пятиугольников с 20 шестиугольниками. Это разновидность идеальной формы, редко встречающейся в природных условиях.

Ещё в 1971 году учёные из Японии предсказали саму возможность существования таких соединений. В 1973 году советские учёные обосновали это утверждение теоретически. В США первый успешный синтез проведён в 1985.

Для получения фуллерена практически всегда используют искусственные пути. Он встречается в природе, но количество элементов слишком незначительно. Образование элемента происходит, когда горит природный газ или появляются разряды молнии. Его можно встретить в разнообразных отложениях возрастом от 65 миллионов лет, в том числе – внутри метеоритов и фульгуритов, шунгитов.

Фуллерены легко образуют связи с другими разновидностями химических элементов. Сейчас уже удалось синтезировать более 3 тысяч новых элементов и соединений на основе этого.

Фуллерены включают не только углеродные атомы, но и атомы других веществ. Название эндоэдральных получили фуллерены, внутри которых химические связи и атомы находятся внутри углеродного каркаса. При наружном расположении применяют термин «экзоэдральные фуллерены».

Разновидности C₆₀ и C₇₀ применяются для следующих направлений:

1. Чтобы получить синтетические алмазы при сохранении высокого давления.
2. Косметические средства.
3. Создание геомодификаторов по трению.
4. Разработка фармацевтических препаратов и лекарств.
5. Сорбенты, очищающие воду и пищу.

б. Полимеры и пластмассы с антифрикционными и противоизносными, антистатическими свойствами.

Одним из самых прочных материалов на Земле считают графен. Его прочность в 300 раз больше по сравнению с тем же показателем у стали. Удержание предмета массой до 4 килограммов допустимо с помощью одного графенового листа с толщиной в 1 атом и площадью в 1 квадратный метр. Растяжение и сворачивание, разгибание и сгибание – материал выдерживает любые деформации. Бумажные салфетки легко разорвать руками, в случае с графеном этого можно не бояться.

Графен относят к двумерным формам углерода, аллотропной группы. Атомы внутри объединены в гексагональную кристаллическую решётку. Результат – образование слоя, чья толщина достигает 1 атома. SP² связи применяются при соединении углеродных атомов. В буквальном смысле графен – материя или ткань.

У углерода, на самом деле, большое количество аллотропов. Примеры вроде графита с алмазом давно известны человечеству. Некоторые разновидности открыты всего 10-15 лет назад. Это касается углеродных нанотрубок и фуллеренов. Графит известен тоже давно, но по сути – это стопка графеновых листов. То есть, в составе есть несколько соответствующих плоскостей.

Графен стал основой и для получения других веществ, в том числе – флюорографен, гидрид графена, оксид графена.

Уникальные свойства графена расширяют сферу применения, насколько это возможно. Это отличная возможная замена для кремния, в том числе – для полупроводниковой промышленности. Другие химические элементы тоже могут быть заменены этим.

Андрей Гейм и Константин Новосёлов – российские учёные с британским гражданством, которые первыми получили графен. За проведение новаторских экспериментов в 2010 году им присудили Нобелевскую премию. Графен был выделен из скотча и куска обычного графита. Потом вещество каждый раз разделяли пополам, при необходимости снова соединяя. Действия повторялись, пока не остался только графен.

Графен обладает следующими преимуществами:

1. Очищает воду от радиоактивных включений.
2. Высокая теплопроводность. В 10 раз превосходит медь, если говорить об этом показателе.
3. Электроёмкость. Сопротивление у этого материала практически отсутствует. Мобильность электронов по сравнению с кремнием выше в 300 раз.
4. Способность залечивать дырки, появившиеся в структуре.
5. Гибкость. Благодаря этому его можно применять в качестве основы для плетения нитей, других структур с верёвочной основой. По прочности такие разработки ничуть не будут уступать более серьёзным материалам в большем количестве.
6. Самая высокая прочность на Земле.

Его применяют для энергетики и водоочистки, в аккумуляторах и других источниках энергии. На его основе разрабатываются суперкомпозиты. Для медицины материал тоже стал незаменимым помощником. Аккумуляторы из графена позволяют любому виду транспорта проехать без подзарядки минимум 1000 километров. При этом на саму зарядку уйдёт потом максимум 16 секунд.

Радиоизотопы естественного, искусственного происхождения легко вступают в связь с хлопьями оксида графена. В результате вещества

конденсируются, формируют жидкую форму. Хлопья легко производить в промышленных масштабах благодаря способности растворяться в воде. Уникальные свойства этого материала сделали его незаменимым помощником при разработке многих современных технологий. Уникальные свойства сохраняются благодаря удобной структуре, в которую при необходимости легко вносить любые изменения. Остаётся только продолжать за тем, какие ещё свойства этого материала удастся открыть спустя некоторое время. Исследования в этой сфере немногочисленны, но они продолжаются, этого нельзя отрицать. Над ними трудятся не только российские, но и зарубежные учёные.

2. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА «НАНОМАТЕРИАЛЫ – ПРОИЗВОДСТВО, ПРИМЕНЕНИЕ»

2.1 Программа курса и методы оценки

Программа курса
«Нанотехнологии»

уровень образования - среднее общее

класс – 10 (углубленная группа)

количество часов – 34 (1 час в неделю)

Таблица 1 – паспорт программы элективного курса

Полное наименование программы	Программа «Нанотехнологии»
Основания для разработки программы	<ul style="list-style-type: none"> – Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273 от 29.12.2012г. – Областной закон Ростовской области от 14.11.2013г № 26-ЗС "Об образовании в Ростовской области" (принят ЗС РО 29.10.2013г); – Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413; – Гигиенические требования к условиям обучения в общеобразовательных учреждениях (Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы – СанПиН 2.4.2.2821-10). – Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 29 декабря 2010 г. № 189 г. Москва «Об утверждении СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях"»
Сроки реализации программы	<p>1 учебный год 34 учебных часа (1 час в неделю)</p>
Целевые установки	<ul style="list-style-type: none"> – сформировать у школьников целостность видения мира естественнонаучным взглядом, учитывая последние научно-технические успехи в нанотехнологии;

	<ul style="list-style-type: none"> – повысить заинтересованность основным курсом физики, постижение тайн этой наукой; – побудить школьников изучать нанотехнологии, предпринимая собственные попытки исследования и инженерных технических работ
Основные задачи программы	<ul style="list-style-type: none"> – генерировать условия, где будет успешно развиваться познавательный интерес, интеллект и творчество как крайне необходимые школьникам способности, чтобы самостоятельно приобрести знания, используя все доступные источники информации; – представить нанотехнологию как молодую научную отрасль и востребованную сферу прикладной деятельности; – обозначить высочайший потенциал в будущем человечества, доказать высокую эффективность используемых решений, материалов и составляющих; – раскрыть облик нанотехнологии как междисциплинарной науки; – донести учащимся, какие перспективы роста имеет нанотехнология, какими методами исследования пользуется, в каких направлениях развивается; – создать базу для первых шагов в научно-исследовательской деятельности; – научить самостоятельно обрабатывать научные источники, применяя так называемое смысловое чтение; – действовать, руководствуясь чувством ответственности за каждый шаг; – развить самодисциплинированность и умение самоконтроля, чтобы проводить исследования и создавать проекты; решать задание в команде; – освоить принципы работы со сканирующим зондовым микроскопом NanoEducator; – пояснить на фундаментальных научных знаниях, физических закономерностях существование нанотехнологий.
Ожидаемые результаты	<p>Реализуя данную программу, удаётся донести до школьника следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> – информацию о том, что с физической точки зрения представляет собой нанотехнологии: масштабы нанообъектов, ключевые закономерности в квантовой механике, разнообразие наноструктур, типы; – получены возможности исследовать наноструктуру; – отличия наноструктур от прочих объектов из-за

	<p>уникальности свойства;</p> <ul style="list-style-type: none"> – использование в электронной индустрии наноразмерных схем; – потенциал нанотехнологических решений в таких отраслях как биология, химия, медицина; – наиболее вероятные интересы общества в развитии нанотехнологий на сегодняшний день с высоким прикладным значением. <p>Ученик будет уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – найти, проанализировать, собрать, преобразовать, оценить, обобщить, передать информацию, обращаясь как можно к большему числу источников; – освоить смысловое чтение, чтобы изучать научные тексты; – научиться работать с таким современным прибором как сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator; – давать ответы не только на учебные проблемы, но и на самообразовательные; – научиться оформлять, презентовать и защищать данные, наработанные в ходе исследования; – научиться работать в команде, сотрудничать с педагогом и сверстниками; – дополнить материалы курса знаниями, полученными из смежных дисциплин: пользуясь физикой, химией, биологией, информационными технологиями, чтобы продемонстрировать процессы явления, поясняя ситуацию на уровнях наномира.
Система организации контроля	Обязанность контролировать программу по плану поурочно, по темам и по итогам ложится на учителя, а также на административную группу.

Естественные науки концентрируются на постижение тех закономерностей, согласно которым развивается природа, определяют, каким образом человек может использовать законы природы в свою пользу. Эти знания являются особенно эффективными и обеспечивают прогресс науки и технологий.

Нанотехнология является отраслью, где наука и техника внедряют самые передовые инновации, используя достижения таких наук как физика, химия, технология.

Ознакомившись с президентским указом от 7 июля 2011 года № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации», узнаём, что развитие нанотехнологической отрасли находится в приоритете. Современная индустрия требует, чтобы промышленность выпускала высококачественную, современную и высокотехнологичную продукцию силами компетентных кадров. Однако не менее важно, чтобы эта продукция попадала в руки квалифицированных грамотных пользователей. В настоящий момент использование нанотехнологий ещё недостаточно сформировано как нанотехнологическая культура. Это можно пояснить тем, что ФГОС на всех уровнях, начиная от школьного, не содержит информации о том, что представляют нанотехнологии. Изучая химию, физику, биологию, математику в курсе общеобразовательной школы НПО для учеников пока не существует возможности прояснить этот момент.

Сегодня образование и воспитание в отечественной образовательной отрасли нацелено на то, чтобы усилить креативный потенциал воспитанников, вовлечь в исследовательскую работу, активное творчество в быту и в будущей профессии.

Однозначно, что указанная программа обладает высокой актуальностью, а её конкретные позитивные проявления видим в том, что:

- содержание программы элективного курса «Нанотехнологии» имеет потенциал, достаточный, чтобы устранить дефицит информации школьников, создать базу для роста естественнонаучной грамотности;
- заложить у школьников базовые навыки, позволяющие вести научные исследования;
- ориентировать студентов и учащихся на профессию, являющуюся национальным приоритетом для страны.

Материалы для лекции формируются, обратившись к помощи консультантов. В качестве таковых выбраны профессора и преподаватели, читающие курсы дисциплин на кафедрах нанотехнологий и микросистемной техники, а также радиотехнической электроники. Заручившись такой поддержкой, в первую очередь педагог, подымет собственную профессионально-педагогическую компетенцию, а затем гарантированно повысит уровень образования всех школьников, которые планируют связать профессию с инженерными направлениями.

Реализация программы предполагает обращение к двум подходам: личностно ориентированному и системно-деятельностному. При этом работа педагога происходит с опорой на современные технологии: ИКТ, проекты, интерактивность, а также возможность дистанта. Последняя возможность возникла в связи с тем, что открыт курс на образовательном ресурсе с бесплатной регистрацией и доступом для студентов и школьной молодёжи «Введение в нанотехнологии» сайта «e-Nano».

Курс проектируется таким образом, чтобы обязательно обеспечить межпредметное взаимодействие с такими дисциплинами как химия, биология, информатика. При этом школьники вовлекаются в работу при помощи таких востребованных форм как практикумы, лекции, семинары, экскурсии, сдача зачета через выставленный на защиту проект или проведенное исследование. В рамках программы школьники будут обращаться к ЭОР, ЦОР. В частности, предусмотрена подача запросов к материалам нанотехнологического общества «НАНОМЕТР», медиатеке «Школьной Лиги РОСНАНО».

Для контроля запланированы такие формы:

- устные вопросы для текущего контроля;
- защита проекта с выставлением зачёта, чтобы подытожить ситуацию с итоговым контролем.

Завершив изучение раздела, школьники вносят усвоенную

информацию в «Индивидуальную карту развития», чтобы зафиксировать сформированность самооценочного и самоконтролирующего аспекта, систематизировать новые знания в табличных данных. Программа реализуется с максимальным эффектом, если занятия будут проводиться не только в группе, но индивидуально.

При обучении запланирован ряд определенных методов: объяснение, демонстрация, иллюстрация, поиск, исследования, проекты.

Подытожим, что роль программы состоит в том что этот инструмент принесет ощутимый эффект, формируя у школьника целостную картину мира, развивая междисциплинарные УУД, так как особенность разработок в сфере нанотехнологии состоит в том, что перекрещиваются фундаментальные исследования, принадлежащие к различным научным отраслям.

Отличительной особенностью, свойственной программе курса «Нанотехнологии», необходимо назвать такие моменты:

- для обучения эффективно используется дистант из-за того, что сформирован информативный онлайн-курс;
- для школьников подключается опция виртуального мониторинга за работой в лабораториях ИНЭП ЮФУ, реализуемая на базе современных ИКТ;
- создаются стимулы к собственным исследованиям и научной работе, так как обучающиеся взаимодействуют с педагогами на основе эффективных авторских разработок;
- в работе преобладает творческий аспект, на котором ведущий фокусирует исследование и проектную деятельность, а при обучении обязательно сотрудничество с преподавателем и другими обучающимися;
- научный материал разбавляется занимательными фактами, усиливая воздействие положительных мотивов при изучении новых сведений;

- обучающиеся могут выбирать направление, в котором пойдут лабораторные работы на базе ИНЭП ЮФУ, учитывая интересы, образовательные потребности, выстраивая собственную траекторию получения образования [26];
- раскрывается методика и авторские приемы работы, чтобы проработать технические тексты на основе умения смыслового чтения;
- школьники будут пользоваться картами «Индивидуального развития», чтобы самоконтролировать успехи, отслеживать рост или спад, обоснованность самооценки, уровень самоорганизации;
- для обучающихся возникнут четкие ориентиры и возможность выбрать современную профессию;
- создаётся основа непрерывного обучения, связывающего общеобразовательную и высшую школу.

В качестве целевых ориентиров курса намечены изложенные ниже положения:

- создать у обучающихся целостное представление о мире с точки зрения естественно-научных позиций, при этом учитывать успехи нанотехнологической отрасли;
- глубже осознать суть основного курса физики, а также заинтересовать этими научными знаниями;
- научить искать ответ на поставленную задачу, собравшись в сплоченный коллектив, команду;
- добиться, чтобы у школьников сформировались личностные и метапредметные УУД;
- повысить тягу школьников к участию в исследованиях, практическим инженерным операциям, затрагивающим сферу нанотехнологий.

В рамках курса намечены следующие задачи:

- генерировать условия, где будет успешно развиваться познавательный интерес, интеллект и творчество как крайне необходимые школьникам

- способности, чтобы самостоятельно приобрести знания, используя все доступные источники информации;
- сформировать у школьников интерес познать мир и увидеть целостно, естественнонаучным взглядом, учитывая последние научно-технические успехи в нанотехнологии;
 - повысить заинтересованность основным курсом физики, постижение тайн этой наукой;
 - побудить школьников изучать нанотехнологии, предпринимая собственные попытки исследования и инженерных технических работ
 - представить нанотехнологию как молодую научную отрасль и востребованную сферу прикладной деятельности;
 - обозначить высочайший потенциал в будущем человечества, доказать высокую эффективность используемых решений, материалов и составляющих;
 - раскрыть облик нанотехнологии как междисциплинарной науки;
 - донести учащимся, какие перспективы роста имеет нанотехнология, какими методами исследования пользуется, в каких направлениях развивается;
 - создать базу для первых шагов в научно-исследовательской деятельности;
 - научить самостоятельно обрабатывать научные источники, применяя так называемое смысловое чтение;
 - действовать, руководствуясь чувством ответственности за каждый шаг;
 - развить самодисциплинированность и умение самоконтроля, чтобы проводить исследования и создавать проекты; решать задание в команде;
 - освоить принципы работы со сканирующим зондовым микроскопом NanoEducator;
 - пояснить на фундаментальных научных знаниях, физических закономерностях существование нанотехнологий.

Характеризуя место курса «Нанотехнологии» в учебном плане, нужно понимать, что значение данного элективного курса с прикладной направленностью состоит в том, что школьники познакомятся с основными путями и методами, позволяющими применить знания для решения практических задач, заинтересуются современной техникой, производственными процессами и операциями в нанотехнологической отрасли, своевременно самоопределяться с будущей профессией. Данный курс является дополнением для старшеклассников, углубленно изучавших физику. Значит, в итоге позволит создать единую картину мира, учитывая, что физические системы имеют различную размерность, а также ученики привлекаются к инженерному образованию уже со школьной скамьи, осваивают и развивают инновационные идеи там «Школьной лиги РОСНАНО», а между школой и вузом создаётся звено, связующее таковые как звенья цепочки получения профессионального образования.

Курс является метапредметным, из-за чего ученики познакомятся с процессами и явлениями, но используют не только физику, но и математику, биологию, химию, информатику. Значит, научное мировоззрение будет сформировано как всеохватывающее. Не менее существенную пользу принесет курс без какого-либо акцента на профиль обучающихся. Гуманитарии могут концентрироваться на описательских компонентах, тогда как химико-биологическая направленность позволяет акцентировать на фундаментальных знаниях, привнесенных химиками и биологами.

Реализация курса запланирована из фонда часов, являющихся частью учебного плана школы №1, формирование которых провели участники образовательных отношений. В программе заложено 34 часа занятий, и каждую неделю будет проводиться по одному занятию продолжительностью 1 академический час.

Программа обязательно контролируется по уровню реализованности, для чего проводятся общие вопросы, чтобы проконтролировать текущее

усвоение знаний, а процедура итогового контроля имеет место, когда обучающиеся защищают проекты и или результаты исследований.

Изучение курса «Нанотехнология» должно привести к определенным результатам, когда у обучающегося сформируется четкое представление о следующем:

Реализуя данную программу, удаётся донести до школьника следующее:

- информацию о том, что с физической точки зрения представляет собой нанотехнологии: масштабы нанообъектов, ключевые закономерности в квантовой механике, разнообразие наноструктур, типы;
- получены возможности исследовать наноструктуру;
- отличия наноструктур от прочих объектов из-за уникальности свойства;
- использование в электронной индустрии наноразмерных схем;
- потенциал нанотехнологических решений в таких отраслях как биология, химия, медицина;
- наиболее вероятные интересы общества в развитии нанотехнологий на сегодняшний день с высоким прикладным значением.

Ученик будет уметь:

- найти, проанализировать, собрать, преобразовать, оценить, обобщить, передать информацию, обращаясь как можно к большему числу источников;
- освоить смысловое чтение, чтобы изучать научные тексты;
- научиться работать с таким современным прибором как сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator;
- давать ответы не только на учебные проблемы, но и на самообразовательные;
- научиться оформлять, презентовать и защищать данные, наработанные в ходе исследования;
- научиться работать в команде, сотрудничать с педагогом и сверстниками;

– дополнить материалы курса знаниями, полученными из смежных дисциплин: пользуясь физикой, химией, биологией, информационными технологиями, чтобы продемонстрировать процессы явления, поясняя ситуацию на уровнях наномира.

Организуя учебный процесс в рамках программы, педагог комбинирует актуальные в данном случае формы и виды занятий, учитывая, в каком порядке, школьниками какого профилирующие направления изучается я конкретное содержание, а также объём предложенного материала.

Приведем краткий тематический обзор курса «Нанотехнологии» и укажем объём выделенных часов.

Первое занятие выделено как «Введение в курс» (1 академический час), где школьники знакомятся с исторически значимыми событиями, благодаря которым начался прогресс нанотехнологий, уточняют место объектов наномира в сопоставлении с видимыми невооружённым глазом объектами окружающей среды. Также внимание уделяется Ричарду Фрейману, ставшему своеобразным предвестником революционности достижений в сфере нанотехнологий.

Следующий раздел получил название «Нанотехнология вокруг нас», а на проведение выделено 4 академических часа. Школьники узнают как можно больше о нанокomпьютерах и нанороботах, изучать феномен космического лифта, рассмотрят прикладное значение нанопорошков и нанопокровов, оценят потенциал литографии, разнообразные рисунки в нанотехнологическом исполнении. Раздел завершает сопоставление нанотехнологий с другими дисциплинами и проведение межпредметных связей.

Четвертый раздел посвящен теме «Наночастица и наноструктура», для описания которых выделено 4 часа академического времени. При этом дается классификатор наноструктурных объектов, описываются такие как единицы как наночастицы и нанокластеры, характеризуется значимость поверхностных атомов, раскрываются суть феномена магических чисел.

Отдельное внимание фокусируется внимание на углеродных наноструктурах, а среди современных достижений изучаются нанотрубки из углерода, признанные самым перспективным материалом. Еще один блок темы посвящен нанокompозитам и прочим наноматериалам - пористым и фазным.

Отдельный раздел посвящён вопросу «Методы получения и исследования наноструктур». Этой объемной теме выделено 6 часов. Педагог раскрывает в общих характеристиках общефизические методы, а затем указывает, что нанообъекты могут создаваться по двум типам вертикальной технологии: восходящей или нисходящей. Отдельно акцентируется на том, что нанотехнологические решения самоорганизуются и самособираются. Один час занятий посвящен работе с электронной микроскопией, на протяжении следующего раскрывается сканирующая туннельная микроскопия, позволяющая погрузиться и увидеть наномир воочию. Затем материалы завершающего раздела занятия дают комплексное представление о атомно-силовой микроскопии.

В программе 5 часов выделено на раздел «Квантовая физика и наноструктуры», где раскрывается природа электромагнитных волн, рассматриваются фотоны и присущие им свойства квантовых частиц. На отдельном занятии делаются попытки отстоять и опровергнуть гипотезу де Бройля, поднимается вопрос о соотношении неопределенностей. Темой следующего занятия стало изучение атомарной природы с точки зрения квантовой физики, даётся описание кристаллов и энергетических зон, описывается феномен потенциальной ямы и барьеров, изучаются проявления туннельного эффекта, а также квантовые ямы, точки и проволоки, которыми заявляют о себя объекты наномира.

Конкретные данные по наноструктуре, уже собранные учеными, школьники узнают в разделе «Уникальные свойства наноструктур», на который запланировано 5 занятий. Школьники познакомятся с тем, сколько ближайших соседей имеет наночастица, изучат параметры механической прочности нанотрубок, определяют температуру, при которых плавятся

наночастицы. Также будут даны сведения о показателях электросопротивления, магнетизму, цветовой гамме, ситуации с объектами наномира при сверхнизких температурах.

Прикладным вопросам посвящен раздел «Нанoeлектроника». В разделе за 3 академических часа ученики получают понятие об этом направлении научной деятельности, рассмотрят перспективы и успешность сегодняшнего дня по внедрению нанотехнологий в оптоэлектронику, создание вычислительной техники на основе нанорешений и квантовых технологий, познакомятся со сверхпроводниковыми электронными устройствами. Также будет раскрыт феномен туннелирование: одноэлектронного и резонансного, а также описан потенциал и закономерности спинтроники.

Раздел «Нанобиотехнологии» на протяжении 4-х занятий опишет, каким образом окружающая нас природа пользуется нанотехнологиями. Так, уже известны предпосылки к созданию суперклея, особенности таких моллюсков как мидии, а также рептилий гекконов. На отдельном занятии названы известные научному миру биокomпьютеры и нанобиореакторы раскрыты характеристику нанокапсул. При этом обязательно ставятся акценты на аспектах безопасного применения материалов и технологий, созданных на основе нанорешений.

Заключение курса будет подведено на одном занятии, а темой станут «Ближайшие перспективы нанотехнологии». Это позволит преподавателю донести уже осведомленным с вопросами нанотехнологии школьникам передовые достижения, современные направления научного поиска, где человечество ожидает достигнуть результата при помощи нанообъектов.

На заключительном занятии курса в течение одного часа школьники защищают проекты, проходя итоговый контроль.

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ОСНОВНЫХ ВИДОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

№	Дата		Тема	Основное содержание	Характеристика основных видов деятельности обучающегося
	по плану	изменения			
Введение (1 час)					
1.	4.09.20		Введение в нанотехнологии	Исторические вехи на пути становления нанотехнологий. Сопоставление объектов наномира и размерной шкалы видимых глазу макротел. Роль и миссия Ричарда Фейнмана, провозвестившего о наступлении нанотехнологической революции.	Приобретают представление о понятийном аппарате в нанотехнологической отрасли. Сопоставляют порядки между размерами макромира и нанообъектами. Определяют ключевые предпосылки, побудившие к росту исследовательского интереса к сфере нанотехнологий, а также этапность НТР. Составляют алгоритм для описания наиболее ярких вех в становлении нанотехнологии.
Нанотехнологии вокруг нас (4 часа)					
2.	11.09.20		Нанокomпьютеры и нанороботы.	Автор книги «Машины созидания» Эрик Дрекслер. Применение ЭВМ при создании моделей наноматериалов и наноустройств как цифровые модели в объеме.	Изучают современные материалы, применяющиеся для разработки памяти и вычислительных операций нанокomпьютеров. Осознают, как устроен и работает транзистор-полупроводник, являющийся основным элементом

					памяти современных вычислительных устройств. Рассматривают ассемблеры и дизассемблеры, чтобы найти все отличия.
3.	18.09.20		Нанопорошки и нанопокрyтия. Литография. Рисунки в нанотехнологиях.	Нанопорошки и нанопокрyтия. Литография. Рисунки в нанотехнологиях. Что такое туннельный микроскоп. Работа в лаборатории ИНЭП ЮФУ «Технология фотолитографии», «Силовая нанолитография».	Рассказывают, как нанопорошки и нанопокрyтия могут использоваться в обыденной жизни или в технических целях. Характеризуют операции нанесения рисунка при помощи нанотехнологических решений.
4.	25.09.20		Космический лифт.	Космический лифт.	Изучают труды К.Э. Циолковского, описавшего возможности освоить космическое пространство. Формулируют гипотезы о том, как найти технически правильное решение, обустроивая космический лифт, а также выполнить расчеты, опираясь на физические закономерности.
5.	2.10.20		Межпредметные аспекты нанотехнологий.	Нанотехнологии в быту и в военном деле.	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.

Наночастицы и наноструктуры (4 часа)

6.	16.10.20		Классификация наноструктур.	Классификация наноструктур.	Изучают классификатор наноструктур, определяют ключевые отличия традиционного материала от нанотехнологического. Дают примеры выпуска и применения наноматериалов в истории человечества. Уточняют сущность нанокомпозитов и нанопористых материалов, перечисляют примеры, отмечают возможности использовать в быту или технике. Ищут в сети актуальные данные на нанотемы в российских и зарубежных источниках.
7.	23.10.20		Наночастицы и нанокластеры. Роль поверхностных атомов. Магические числа.	Наночастицы и нанокластеры. Роль поверхностных атомов. Магические числа.	Изучают природу таких понятий как наночастицы и нанокластеры. Определяют значимости роли поверхностных атомов. Выясняют сущность магических чисел.
8.	30.10.20		Углеродные наноструктуры.	Особая роль углерода в наном мире. Графен – слой графита. Фуллерены – нанополлики из углерода. Фуллерен C ₆₀ . Углеродные нанотрубки – трубки из графена. Свойства и применение нанотрубок. Способы получения фуллеренов и углеродных нанотрубок. Что такое туннельный микроскоп. Работа в лаборатории ИНЭП ЮФУ «Выращивание углеродных нанотрубок».	Рассматривают специфику особенностями углеродных наноструктур. Изучают базовые навыки для туннельной микроскопии. Проводят обзор параметров, приемов и методов выращивания и применения нанотрубок.
9.	6.11.20		Нанокомпозиты, нанопористые и нанофазные материалы.	Нанопроволоки. Композиты.	Составляют представление о природе таких феноменов как нанокомпозиты, нанопористые и нанофазные материалы, а также получают представление о

					происхождении.
Методы получения и исследования наноструктур (6 часов)					
	13.11.20		Общие характеристики физических методов.	Можно ли увидеть молекулы в оптический микроскоп? Первый нанотехнолог Левша и его «мелкоскоп».	Физические методы освещаются в общем плане.
	27.11.20		Пути создания нанообъектов.	Технологии «сверху - вниз» и «снизу-вверх».	Определяют суть технологически закономерных процессов при построении объектов наномира – по восходящему или нисходящему пути
	4.12.20		Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях.	Самоорганизация и самосборка в нанотехнологиях.	Уточняют принципиальные схемы, технологические и методические аспекты при конструировании нанообъектов в структуры с трехмерной упорядоченностью
	11.12.20		Электронная микроскопия	Сканирующий электронный микроскоп. Что такое туннельный микроскоп. Работа в лаборатории ИНЭП ЮФУ «Растровая электронная микроскопия»	Практически осваивают операции при выполнении заданий на растровом электронном микроскопе.
	18.12.20		Сканирующая туннельная микроскопия.	Что такое туннельный микроскоп. Работа в лаборатории ИНЭП ЮФУ «Сканирующая зондовая микроскопия».	Изучают функции и ограничения, технику безопасности при работе на СЗМ «NanoEducator»
	25.12.20		Атомно-силовая микроскопия.	Как атомно-силовая микроскопия чувствует прикосновение атомов. Работа в лаборатории ИНЭП ЮФУ «Технология вакуума. Напыление пленок».	Приобретают представление об атомно-силовой микроскопии, а также технологических процессах при напылении пленочных покрытий.
Квантовая физика и наноструктуры (5 часов)					
	14.01.21		Электромагнитные волны. Квантовые свойства излучения фотоны. Гипотеза де Бройля.	Электромагнитные волны. Квантовые свойства излучения и волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля.	Опираются на материалы из курса физики, чтобы изучить наноструктур. Получают информацию о том, как получить направленный пучок ионов.

	21.01.21		Соотношения неопределённостей.	Соотношения неопределённостей.	
	28.01.21		Квантовые представления об атоме.	Квантовые представления об атоме.	
	4.02.21		Кристаллы и энергетические зоны.	Энергетические зоны кристаллов.	
	11.02.21		Потенциальные яма и барьер. Квантовые ямы, нити, точки. Туннельный эффект.	Ямы, барьеры, туннели, ящики и нити – квантовые явления и структуры. Работа в лаборатории ИНЭП ЮФУ «Фокусированный ионный пучок»	Формируют представление о понятийном аппарате и содержании таких терминов как ямы, барьеры, туннели, ящики и нити, рассматривают природу квантовых явлений и структур.
Уникальные свойства наноструктур (5 часов)					
	18.02.21		Число «ближайших соседей» в наночастице. Механическая прочность нанотрубок. Температура плавления наночастиц.	Изменение механических, тепловых, электромагнитных и оптических характеристик в наном мире. Применение высокого предела прочности наноструктур. Низкая температура плавления и высокая прочность, возникающие благодаря большой доле поверхностных атомов, изменению энергетического спектра их электронов. Что такое туннельный микроскоп. Работа в лаборатории ИНЭП ЮФУ «Технология сверхнизких температур. Жидкий азот».	Учитывая базу данных химии и физики, работают с жидким азотом. Определяют величину механической прочности по нанотрубкам, а также рассматривают вопрос о температурном пороге, после пересечения которого начинают плавиться наночастицы.
	25.02.21				
	4.03.21		Электросопротивление наноструктур.	Причины малого электросопротивления наноструктур.	Обосновывают предпосылки низкой величины электросопротивления наноструктур.
	11.03.21		Магнетизм наноструктур.	Магнетизм наноструктур.	Исследуют наноструктуры, чтобы описать предрасполагающие к магнетизму факторы.
	18.03.21		Цвет наночастиц. Сверхнизкие	Какого цвета наночастицы? Предельная температура существования нанообъектов.	Дают характеристику наночастиц по цветовой гамме, а также уточняют

			температуры и нанообъекты.		температурный порог, за которым не могут существовать нанообъекты.
Наноэлектроника (3 часа)					
	25.03.21		Наноэлектроника и тенденции ее развития.	Наноэлектромеханические системы (НЭМС). Создание чрезвычайно чувствительных измерительных устройств. Как природа помогает нанотехнологам создавать (НЭМС). Наноавтомобиль – первая движущаяся управляемая наносистема.	Изучают потенциал нанoeлектронных решений на базе наноавтомобиля, после чего моделируют такое устройство
	8.04.21		Туннелирование. Спинтроника. Сверхпроводниковая электроника.	Одноэлектронное и резонансное туннелирование. Закон Мура. Спинтроника – вычислительные процессы на вращающихся электронах. Применение сверхпроводников в электронике. Резонансно-туннельные транзисторы. Транзистор на квантовых точках. Спиновый транзистор.	Рассматривают разнообразные виды туннелирования, а также суть и использование закона Мура. Определяют суть понятийной единицы «спинтроника». Выясняют возможности применения сверхпроводников в электронике.
10.	15.04.21		Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры. Нанотехнологии в оптоэлектронике.	Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры. Нанотехнологии в оптоэлектронике. Нанотрубки в электронике. Одноэлектронный выключатель и транзистор. Энергосбережение в нанoeлектронике. Нанокomпьютеры и квантовые компьютеры. Новые материалы для создания запоминающих устройств. Работа в лаборатории ИНЭП ЮФУ «Резка пластин. Создание микрочипов».	Приступают к разбору принципиальной схемы работы нанокomпьютеров и квантовых компьютеров, потенциал нанотехнологических решений для оптоэлектронной отрасли. Уточняют алгоритм и принципиальные условия для работы над созданием микрочипа.
Нанобиотехнологии (3 часа)					
11.	22.04.21		Нанотехнологии в природе.	«Эффект лотоса» и его применение в быту и технике.	Определяют, как лотос самоочищает листья в водоёмах, а затем указывают

					возможности использовать этот эффект на практике.
12.	29.04.21		Гекконы, мидии и суперклеи.	Нановолокна. Применение нового материала «гекель» в разных областях человеческой деятельности.	Рассматривают сферы деятельности, где можно применить материал «гекель» с пользой для человека
13.	13.05.21		Биокомпьютеры. Нанобиореакторы. Нанокapsулы. Проблема безопасности наноматериалов и нанотехнологий.	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 нанолечарств. Наноматериалы и нанотехнологии и их безопасность.	Изучают функциональный потенциал нанороботов в целях здравоохранения, определяют потенциал реализации. Уточняют, насколько безопасными являются нанотехнологические решения для человеческой жизни и здоровья, всего живого на планете
Ближайшие перспективы нанотехнологий (1 час)					
14.	20.05.21		Ближайшие перспективы нанотехнологий	Объекты наномира лежат в основе современных достижений индустрии по выпуску всех видов продукции. Значение для социально-экономического роста НТР и его результатов.	Определяют, насколько перспективными станут отдельные отрасли нанотехнологии в стране и в глобальном масштабе
Защита проектов (1 час)					
15.	27.05.21		Защита проектов	Презентация проектов и исследовательских работ учащихся, обсуждение, дискуссии.	Демонстрируют итоги, достигнутые при реализации проектов и исследовательской деятельности

Учебно-методическое обеспечение программы

1. Алфимова М. М. Занимательные нанотехнологии / М. М. Алфимова. – М.: БИНОМ, 2011.
2. Белая книга по нанотехнологиям / под ред. В. И. Аржанцева и др. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
3. Богданов К. Ю. Что могут нанотехнологии / К. Ю. Богданов. – М., Просвещение, 2009.
4. 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». Учебное пособие для учащихся 10–11 классов средних общеобразовательных учреждений. – СПб: Образовательный центр «Участие», Образовательные проекты, 2012. (Серия «Наношкола»).
5. Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. Большое в малом / Мария Рыбалкина. – NanoNews.net.ru, 2005.
6. Сыч В.Ф., Дрождина Е.П., Санжапова А.Ф. Введение в нанобиологию и нанобиотехнологии. – Учебное пособие для учащихся 10-11 классов средних общеобразовательных учреждений. – СПб: Образовательный центр «Участие», Образовательные проекты, 2012 (Серия «Наношкола»).

Литература для учителя

1. Богданов К.Ю. Что могут нано-технологии. – 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». Учебное пособие для учащихся 10–11 классов средних общеобразовательных учреждений. – СПб: Образовательный центр «Участие», Образовательные проекты, 2012. – 160 с. (Серия «Наношкола»).

Перечень №2

Технические средства обучения

1. На рабочем месте педагога необходимы: цифровое устройство (ноутбук, планшет, десктоп), выход в интернет.
2. На рабочем месте ученика необходимы: цифровое устройство (ноутбук, планшет, десктоп), выход в интернет, а также гарнитура для работы со звуком (наушники, микрофон).
3. Оптические и электронные микроскопы.
4. Сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator.

Представим тесты в качестве инструмента по оценке эффективности элективного курса.

Задания теста на знание нанотехнологий:

1. Что такое нано?
 - a. от целого - миллионная часть;
 - b. от целого – миллиардная часть;
 - c. сотая часть.
2. Патент на применение наночастиц золота получили первыми ученые:
 - a. итальянцы в эпоху Просвещения;
 - b. советские исследователи;
 - c. научный коллектив из Соединенных Штатов.
3. Карбон – это:
 - a. углепластик;
 - b. пластик;
 - c. полимер.
4. Первым заговорил о нано...
 - a. Сталин;
 - b. Фейнман
 - c. Ганди.

5. В мире природы нанотехнологии обеспечивают растениям:
- размножение папоротников;
 - эффект лотоса;
 - фотосинтетические процессы.
6. Поток световой энергии Солнца можно трансформировать в электричество на установках:
- ветроэлектростанций;
 - солнечных батарей;
 - газоразрядной трубки.
7. У светодиодов главное преимущество состоит в том, что:
- в избытке генерируют тепловую энергию;
 - отличаются дешевизной;
 - высока экономичность.
8. Говоря о квантовой точке, подразумевают, ...:
- место на евклидовой плоскости, где лежит объект;
 - температуру плавления;
 - нанокристалл полупроводника.
9. Сегодня сканирующие зондовые микроскопы используют, чтобы:
- наблюдать за поведением амёб;
 - вести мониторинг межзвездных туманностей;
 - знакомиться с объектами наномира.
10. Как понимать буквально «форсайт», если слово использовано в руководстве о построении «дорожной карт» в наномире?
- ускорение;
 - прогноз;
 - анализ ситуации в ретроспективе.
11. Что означает «графен»?
- прибор из готовальни;
 - углеродный наноматериал;
 - один из типов нанороботов.

12. От какого слова берет начало понятие «фуллерен»:
- a. с латыни - «яйцо»;
 - b. малазийского «постройка»;
 - c. от ФИО автора конструктивного прототипа.
13. Как долго прослужат новые ступени насоса для нефтепромысла, если нанесено нанопокрытие:
- a. 90 дней;
 - b. 3 года;
 - c. 30 лет.
14. Как понимать новый термин «пеностекло»?
- a. продукт по уходу за поверхностями из стекла с наночастицами серебра;
 - b. вспененное стекло;
 - c. осадок, остающийся после спадания пены.
15. Нанопринтеры, изобретенные в Новосибирске, как основу для печати используют такую среду как:
- a. водную;
 - b. воздушную;
 - c. пар.

2.2 Структурная схема сайта

На этапе разработки Web-ресурса важно построить правильную структуру сайта, которая представляет собой систему расположения страниц ресурса по четко сформированной логической схеме. Разрабатываемый нами сайт будет иметь древовидную структуру. Суть данной структуры заключается в том, что пользователь при переходе на главную страницу ресурса оказывается перед выбором, куда перейти дальше, а после перехода в раздел имеет возможность выбрать подраздел и т.д. При этом важно иметь в виду, что древовидная структура является наиболее удобной и эффективной

только в том случае, если соблюдается баланс между глубиной и шириной «дерева». В противном случае у пользователей появится необходимость перехода глубоко внутрь «дерева» или длительного поиска нужной ветви в очень широкой структуре, что будет занимать много времени и вызывать лишь раздражение [36].

Представленная структура сайта состоит из 6 основных разделов, 2 из которых включают в себя подразделы:

1. Новости;
2. Сведения об образовательной организации;
3. Образовательный процесс;
 - 3.1. Программы обучения;
 - 3.2. Дневник студента;
4. Обратная связь;
5. Галерея;
6. Учебные материалы:

Все представленные разделы и подразделы связаны с главной страницей. Кроме внутренней структуры, проектируется и внешняя структура сайта, представляющая собой систему взаимного расположения его частей.

Блоки сайта предполагается разместить в стандартной форме, наиболее привычной для пользователей, так как это позволит посетителям сайта быстро найти навигацию и прочую необходимую информацию. В верхней части сайта располагается баннер, отображающий название сайта и логотип. Верхнее горизонтальное меню отображает основные разделы сайта и представляет собой основной инструмент навигации по сайту. Ниже верхнего меню располагается навигационная цепочка, так называемые «хлебные крошки», которые показывают путь от главной страницы до того места, где находится на данный момент пользователь. Блок поиска позволяет пользователю быстро найти необходимый материал, содержащийся на сайте. В левой части сайта представлены блок формы авторизации и блок с

дополнительным контентом, например, ссылками на ресурсы. В правой части размещен блок дополнительного меню «Учебные материалы». В нижней части сайта размещается традиционный блок с контактной информацией.



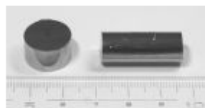
Рисунок 2 – Внешняя структура сайта

[Публикации: Наноматериалы \(рубрикатор\)](#)

Выбрать публикации

из раздела:

со словами:



Будущее металлических стекол

В статье изложено будущее металлических стекол ведущим ученым, международным экспертом в области объемных металлических стекол, доктором технических наук, профессором Университета Тохоку / Япония, главным научным сотрудником, заведующим лабораторией Института исследования перспективных материалов и руководителем проекта Метастабильные двухфазные металлические материалы с высокой удельной прочностью в НИТУ «МИСиС» — Дмитрием Валентиновичем Лузгиным.

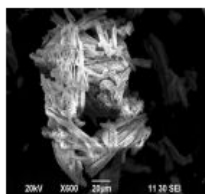
Раздел: [Наноматериалы \(рубрикатор\)](#)

Автор(ы): [Geektimes](#)

Ключевые слова: [Металлические материалы](#), [Металлические стекла](#), [НИТУ МИСиС](#), [Обзор](#), [периодика](#)

02 ноября 2015

Просмотров: 12303, Комментариев: 1, Средний балл: 10.0



Этот загадочный мир наноматериалов

В данной статье рассмотрены два метода получения наноматериалов – нитрат-органическая технология и термогидролиз. Описаны методики синтеза и представлены микрофотографии с растрового электронного микроскопа полученных наноматериалов

Раздел: [Наноматериалы \(рубрикатор\)](#)

Автор(ы): [Халиуллина Аделя Шамильевна](#)

Ключевые слова: [Мастерские инноваций](#), [микроскопия](#), [микрофотографии](#), [периодика](#), [термогидролиз](#), [ФИОП РОСНАНО](#)

05 июня 2015

Просмотров: 4393, Комментариев: 1, Средний балл: 10.0

Рисунок 3 – Структура страницы сайта

[Публикации: Наноматериалы \(рубрикатор\)](#)

Наноалмазы: международная кооперация ученых ведет к массовому производству

Ключевые слова: [RUSNANOPRIZE 2013](#), [Алмазы](#), [Нанотехнологии](#), [периодика](#), [Производство](#), [Промышленность](#), [Ультрадисперсные алмазы](#)

Автор(ы): [Денис Андреюк](#)

Опубликовал(а): [Доронин Федор Александрович](#)

01 сентября 2013

Несколько десятилетий тому назад советские ученые открыли способ промышленного получения ультрадисперсных алмазов путем подрыва взрывчатых веществ. С тех пор много усилий было приложено к тому, чтобы найти применение новому материалу. Международная премия RUSNANOPRIZE 2013 позволила увидеть ситуацию в целом. Как оказалось, наработки разных научных групп по всему миру могут быть объединены для новой цели – создания массовых производств под запросы отдельных отраслей промышленности.

Like 0

33

Tweet

Необычный факт состоит в том, что в этом году сразу три научных коллектива подали заявки для участия в премии RUSNANOPRIZE 2013. Удивительно это по двум причинам: во-первых, долгое время считалось, что изучение наноалмазов – это относительно узкое направление науки. Вторым необычным обстоятельством является прохождение жесткого барьера Премии – к участию допускаются научные разработки, имеющие значительный объем промышленного внедрения. Все три поданные заявки этому требованию удовлетворяют.

Разные уровни очистки – разные сферы применения.

Во всем многообразии возможных применений наноалмазов можно выделить два крайних полюса. На одном находятся процессы, для которых не требуется сложная очистка детонационной смеси, и, при этом наноалмазы расходуются в масштабе тонн. В

Рисунок 4 – Пример представления статьи

Таким образом, нами спроектирована древовидная структура сайта, которая является наиболее универсальной и эффективной внутренней структурой ресурса. В свою очередь, внешняя структура сайта предполагает размещение блоков наиболее привычным и удобным для пользователей образом.

Все это должно положительно повлиять на эффективность и успешность продвижения сайта в будущем.

2.3 Апробация элективного курса

Апробация проводилась в 10 классе школы №1 г. Бородино. Педагогическая практика была посвящена обще-обобщающим задачам с целью повторения усвоенных знаний, формулировке задания на дом и проведения контрольных работ.

Домашние работы были выполнены учениками дважды и оба раза результаты были разобраны на уроке, перед разбором новой темы. Было выяснено, что некоторые задания на дом сложны для учеников. Разобрав ошибки, классу предлагались аналогичные, сложные для решения задачи, чтобы весь класс понял причины ошибок и неправильные рассуждения. Контроль знаний десятиклассники сдавали в виде тестирования.

Критериальная шкала оценок имела следующий вид:

- от 8 баллов выставляется отметка «5»;
- за набранные 6-7 баллов выставляется отметка «4»;
- за набранные 4-5 баллов выставляется отметка «3»;
- за 1-3 балла выставляется оценка «2».

Приведем оценки десятиклассников (в классе 8 человек) за контроль

знаний при сдаче теста с проверочной целью:

- оценка «2» не выставлена никому;
- оценку «3» получило 3 ученика;
- оценкой «4» оценено 3 школьника;
- оценка «5» выставлена 2 десятиклассникам.

Внесем результаты проверочных работ учеников 10-го класса школы №1 г. Бородино в таблицу 2.

№	ноябрь, декабрь				Итоговая контрольная работа
	Д/з №1,2	Д/з №3,4	Д/з №5,6	Д/з №7,8	
1	-	3	4	4	4
2	-	3	4	4	4
3	-	3-	3	3	3
4	3	5	5	5	5
5	-	3	4	4	4
6	-	3	4-	4	3
7	-	3	4	5	4
8	4	5	5	5	5

Таблица 2 – Результаты проверочных работ

№	1(а)	1(б)	2(а)	2(б)	3	Общая оценка
1.	1	1	1	1	2	4
2.	1	1	1	2	2	4
3.	1	0,5	1	1	0,5	3
4.	0,5	0,5	0	0	0	2
5.	1	1	1	1	0	3
6.	1	1	2	2	3,5	5
7.	0,5	0	0,5	0	0	2
8.	1	1	1	0,5	0,5	3
9.	1	1	1,5	1	1	3
10.	0,5	0	0	0	0,5	2
11.	1	1	2	1,5	2,5	4
12.	1	1	2	2	4	5

Таблица 3 – Результаты контрольной работы (дата проведения - 20.11.20 г.)

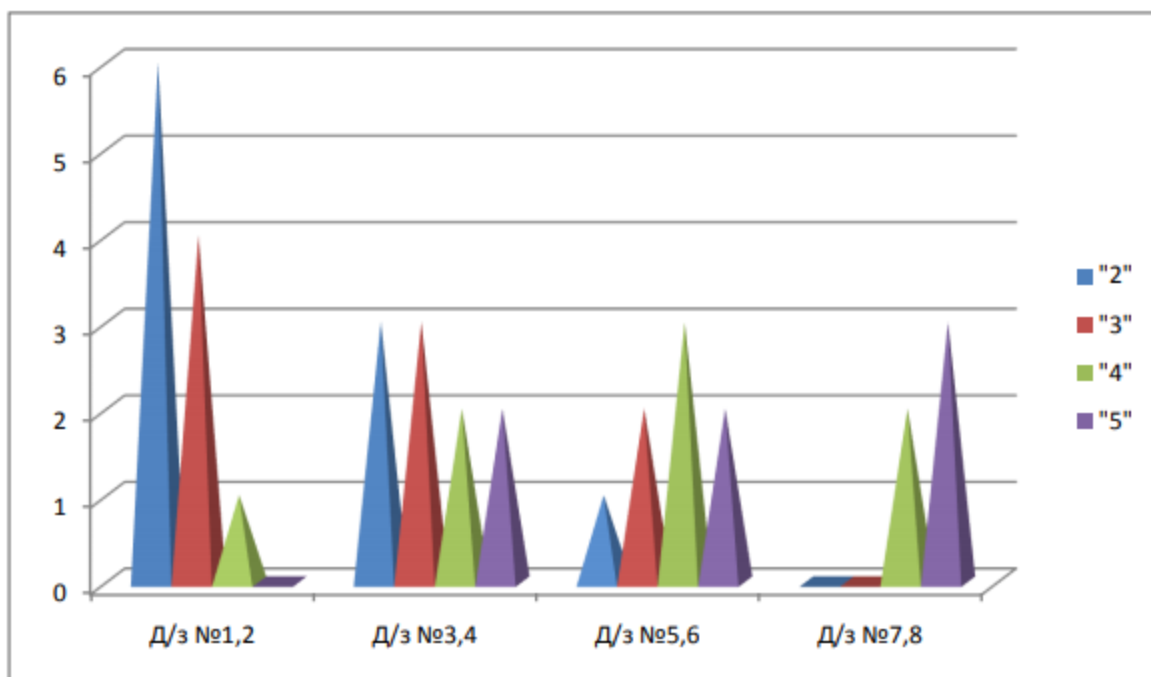


Рисунок 5 – Обработка результатов домашних заданий

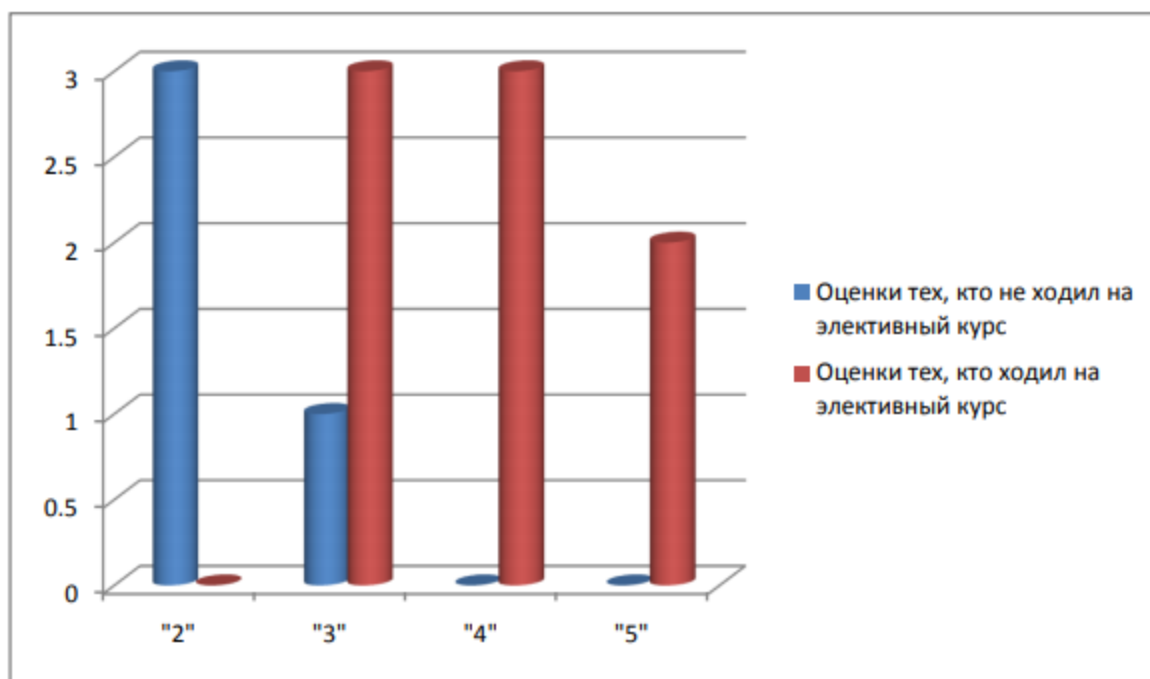


Рисунок 6 – Статистика оценок за итоговую контрольную работу (20.11.20 г).

Был проведен сравнительный анализ по контрольной работе, так как контрольную работу выполняли школьники, посещавшие элективный курс, а

также ученики, не выбравшие его посещение. Диаграмма наглядно показывает, что посещение элективного курса улучшило итоги контроля (отрицательные отметки отсутствуют), однако у школьников, не посещавших элективный курс, оценка «2» встречается за проверочную работу (включая ранее зарекомендовавших себя отличными результатами обучения). Однако после ознакомления с материалами элективного курса, уровень знаний определен в тесте как «хороший».

Результаты контрольной работы подтверждают, что удалось к октябрю повысить качество знаний. Это аргументируют хорошие результаты контрольной работы, показанные большинством учеников. Такие данные являются подтверждением гипотезы.

План охватывал 10 академических часов, из которых на протяжении 6 часов изучались нанотехнологии, используя собственный методический материал исследователя. Первоначально школьники не имели представления о теме, но после освоения курса показали, материал осознан и закреплен на хорошем уровне.

Заключая апробацию, нужно отметить, что знакомство с нанотехнологиями на основе функционально-графического подхода закрепила представление школьников о данной отрасли деятельности. При этом из-за оптимально-сочетающихся заданий был стимулирован интерес и улучшился общий кругозор учеников.

Методика была апробирована в период педагогической практики, а объектом апробации стали десятиклассники МБОУ СОШ № 1. Полученные по итогам апробации результаты стали достоверным подтверждением гипотезы настоящей ВКР.

Результаты эксперимента представлены, прежде всего, в виде текстового качественного анализа полученных в ходе исследования анкет, наблюдений, изучения учебно-педагогической документации (журналов, рабочих тетрадей), графиков, схем и диаграмм.

Также одной из задач нашей работы было определить уровень познавательного интереса, опираясь на классификации Г.И. Щукиной.

Таблица 4 – Уровни познавательного интереса (по Щукиной Г.И.)

Низкий	Средний	Высокий
К познанию ученик относится инертно	Активная познавательная деятельность возникает только под воздействием учителя	В познавательной активности самостоятелен и производителен
Не интересуется сутью и природой явлений системно, а только эпизодически	Возникает интерес аккумулировать знания, описывая мир с опорой на поддержку педагога	Ученик намерен познавать природу вещей, ищет ответа на максимально сложные вопросы
Обманывается в возможности работать на уроке самостоятельно из-за не сосредоточенного внимания, списывания ответов с доски, использования шпаргалок	В самостоятельную работу вовлекается только после импульса от педагога	Работает сам продуктивно и увлеченно
Не намерен достигнуть большего, пассивен	Сложные вопросы решаются с участием педагога	Тянется самостоятельно найти ответы на трудности
Не проявляет заметной склонности и не определил интересующий вид деятельности	Интерес и склонность связаны неполной корреляцией, предмет вызывает интерес эпизодически	Интерес и склонность коррелируют, а школьник не жалеет свободного времени, изучая предмет

Сегодня школьник представляет собой субъект образовательной деятельности, познание которого как деятельность происходит из рациональных предпосылок, но при этом создаётся эстетическая составляющая познания, возникают нравственные отношения, возникновение которых спровоцировано участием в познавательной деятельности.

Опросив и анкетировав учеников, выясняется, что высокий уровень познавательного интереса создаёт эстетическое и нравственное отношение к новому материалу. Процесс активного мышления приносит школьнику переживания эстетического и нравственного плана. Обязательно, чтобы в

процессе учебы стимулами становились не только личные выгоды ученика, но и мотивировался интерес бескорыстно познавать мир, оценивать познаваемое с моральной и эстетической позиции.

В работе с подростками применялись диагностические средства, позволяющие эффективно оценить учебную мотивацию школьников, характер познавательного интереса, выявить условия его активизации.

В исследования использовались следующие средства:

- наблюдение,
- методика диагностики эмоционального отношения к учению в средних и старших классах автора Спилберга Ч.Д. в модификации Андреевой А.Д.

При проведении эксперимента нами были проведены два контрольных среза, которые оценены с помощью методики диагностики эмоционального отношения к учению в средних и старших классах автора Спилберга Ч.Д. в модификации Андреевой А.Д.

На рисунке 5 представлена диаграмма, отражающая уровень познавательного интереса до и после изучения элективного курса.

В старших классах эмоциональное отношение к процессу учёбы проявляется на 5 уровнях:

1. отношение продуктивное и богато эмоциями;
2. отношение в целом позитивное, но активность к познанию выражена неярко;
3. отношение к познанию в целом положительно, но крайне чувствительно воспринимается не результат, а оценка;
4. отношение к познанию не определенное, склонны к диффузной позиции, испытывают скуку на занятиях;
5. отношение к познанию негативное, проявляется в разной мере.

Уровень познавательного интереса учащихся до и после педагогического эксперимента:

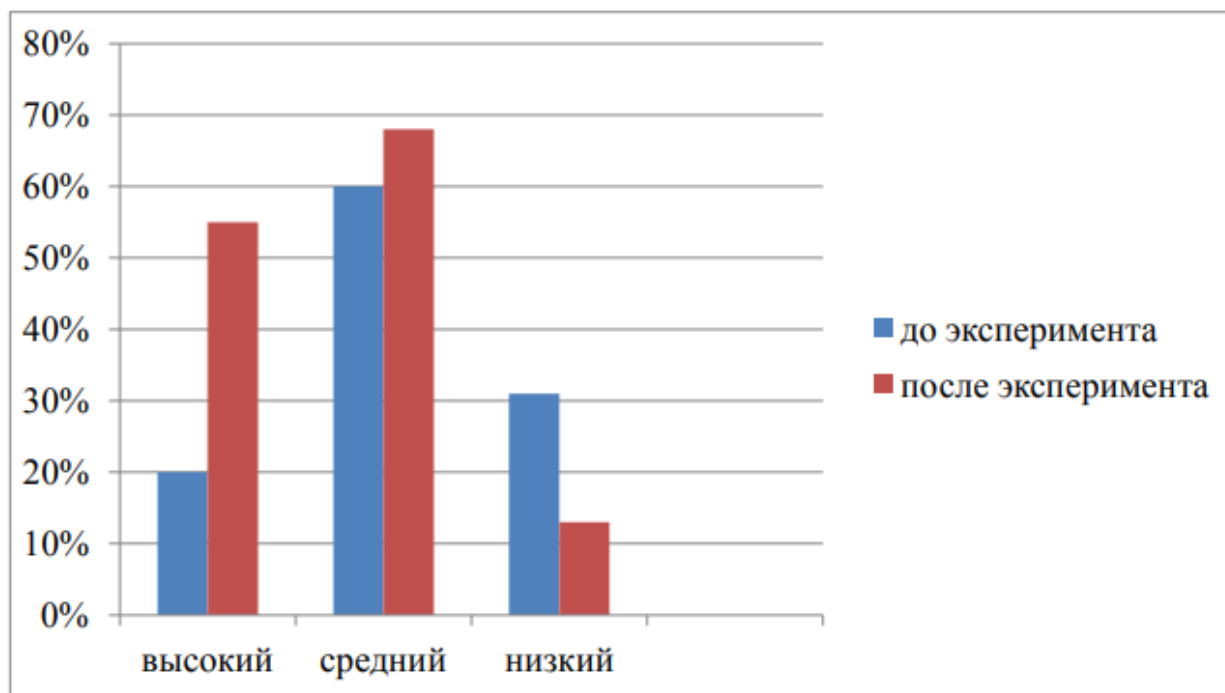


Рисунок 7 – Изменение уровня познавательного интереса в группе

Суть настоящей методики предполагает, что познавательная активность охватывает все свойственные ученику виды любознательности, отличающиеся от примитивного любопытства, возникающего на уровне восприятия. Итак, активное познание подразумевает самую прямую заинтересованность к объектам окружающего мира, из-за чего субъект вовлекается в познавательную деятельность. Такие переживания как чувство гнева, тревоги, являются базовыми и генерируются структурами мозга, усиленно провоцируемые эмоциогенными стимулами. На фоне данных переживаний возникают внешние проявления в том, что школьник сложнее адаптируется, но не имеет возможности дать выход гневу.

Учитывая отсутствие реального выхода эмоции гнева, переживание нужно изучать в широком контексте как все негативные эмоции, возникшие в процессе учёбы в школе. В нашем случае мы интерпретировали результаты в соответствии с нормативным для данного возраста, а также по сочетанию уровней по трем шкалам и выведение общего уровня эмоционального

отношения к учению. Из сводной матрицы видно, что дети, посетившие элективный курс обладают продуктивным эмоциональным отношением или общим позитивным отношением к учению.

В семи случаях дана оценка «4» - в данных случаях сложно определить отношение подростков к учению. Они характеризуются достаточно высокими показателями познавательной активности, и в то же время уровень их тревожности и негативных переживаний также высок. Невозможно однозначно определить их отношение к учению на данном этапе обучения. Старшеклассники в уровне познавательного интереса равняются на познание как социально значимую деятельность.

Для уже взрослого члена общества аналогами познавательного интереса является проработка процессов, конструкций до большего совершенства, научный поиск, квалификационный рост. У старшеклассника это связано с выбором профессии. Таким образом, по результатам анкет учащихся, можно сделать вывод, что проведение элективного курса и использование в ходе их изучения заданий познавательного характера изменяет отношение учащихся в лучшую сторону. Предмет становится более интересным, школьникам нравится его изучать, они с удовольствием идут на урок, их самостоятельная активность повышается, учащиеся уделяют предмету химии больше времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс обучения в настоящее время актуализируется и индивидуализируется на основе элективных курсов. Этот механизм необходимо разработать как эффективную систему, чтобы со школьной скамьи образование склоняло школьника к определённому уклону, интересующему ученика в перспективе получения профессии.

Научно-практический взгляд в педагогике на программу позиционирует этот объект в качестве документа, где закреплено распределение учебных материалов в зависимости от разделов и тем. В этом случае привязка нового материала к теме, отсеивание актуального материала от устаревших данных педагог выполняет интуитивно, не сопоставляя с функциональным и целевым ориентирами программы. Удручает, что внешние аспекты программы соблюдаются как формальность, но суть программы при этом может быть не раскрыта педагогом и не донесена ученикам.

Программы учебных курсов подлежат эффективной и информативной оценке, для этого необходимо в деталях ориентироваться в содержании учебной дисциплины, легшей в основу программы, а также осознавать суть и концептуальные требования к термину «программа». В частности, нужно опираться на функциональное предназначение, особую конструкцию, оценочные методики, понимать смыслы, лежащие в основе программы, а также требования, возможность на стадии разработки согласовать положения и заявленные параметры. Однозначно, что в компетенцию эксперта должна входить разработка программы, не отклоняясь от требований, после чего даваться оценка качества, чтобы определить сопоставимость с требованиями. Эти обстоятельства и доказывают актуальность проведенного исследования

В плане эксперимента преподавательская деятельность была развернута на базе МБОУ СОШ №1 города Бородино.

Ученики осваивали курс, в деталях познакомились с современными достижениями и понятием нанотехнологий, теоретическими и прикладными направлениями. Курс предлагался как элективные занятия, результат обучения которых изучался при помощи тестирования. В итоге школьники показали высокий уровень усвоения знаний, а причиной эффективности занятий стала активность педагога, донесшего до школьников структуру предстоящего обучения, обозначавшего сущность чётко и доступно.

Следовательно, гипотетическое предположение было успешно подтверждено. Однозначно, что удалось достигнуть намеченной цели и выполнить поставленные задачи. Настоящая исследовательская работа является перспективной, её материал может применяться как опорная база, расширяющая число дополнительных пособий по методике преподавания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Азаренков, Н.А. Наноструктурные покрытия и наноматериалы: Основы получения. Свойства. Области применения. Особенности современного наноструктурного / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк, Кол. - М.: КД Либроком, 2013. - 368 с.
2. Аксенова, И. В. О формах организации познавательной деятельности [Текст] / И. В. Аксенова // Химия в школе. – 2009. – № 6. – с. 51
3. Асеев, В.Г. Мотивация поведения и формирования личности /В.Г. Асеев - М.:Гардирики, 2012. - 304с.
4. Баранников А.В. Элективные курсы в профильном образовании //Первое сентября, 2004. - №2. - с.1-2.
5. Березовин, Н.А. Основы психологии и педагогики: учеб. пособие/ Н.А. Березовин, В.Т. Чепиков, М.И. Чеховских. - Мн.: Асвета, 2013. - 278 с.
6. Бермус А. Г. Практическая педагогика. Учебное пособие. М.: Юрайт, 2020. 128 с.
7. Борбот, А.Ю. Психология профессиональной деятельности /А.Ю. Борбот. - Минск: Асвета, 2015. -179с.
8. Борисова, Е.М. О роли профессиональной деятельности в формировании личности / Е.М. Борисова. - М.: ЭКСМО, 2011. - 384с.
9. Бубнова, И.А. Основные направления исследований мотивации в современной зарубежной психологии/И.А. Бубнова// Психология. - 2007. - Вып.7. - с.96-101.
10. Вартанова И.И. Развитие учебной мотивации и ценностей старших школьников / И.И. Вартанова // Психологический журнал Международного университета природы, общества и человека «Дубна». – 2010. – № 4.
11. Владимирова, И.Г. Объемные наноматериалы / И.Г. Владимирова. - М.: КноРус, 2011. - 168 с.

12. Волков, Г.М. Объемные наноматериалы: Учебное пособие / Г.М. Волков. - М.: КноРус, 2013. - 168 с.
13. Годымчук, А.Ю. Экология наноматериалов: Учебное пособие / А.Ю. Годымчук, Г.Г. Савельева, А.П. Зыкова. - М.: Бином, 2016. - 272 с.
14. Головин Ю. И. Наномир без формул / Ю. И. Головин ; под ред. Л. Н. Патрикеева. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 - 543 с.
15. Гузев В. В. Эффективные образовательные технологии: Интегральная и ТОГИС. – М., 2006. – 208 с.
16. Гуревич К.М. Современная психологическая диагностика: пути развития // Вопросы психологии. 2012. № 1. С. 9-18
17. Гуревич П. С. Психология и педагогика. Учебник и практикум для академического бакалавриата. Учебник. М.: Юрайт, 2019. 430 с.
18. Добрецова Н.В. Возможности дополнительного образования детей для реализации профильного образования: Учебно-методическое пособие для учителей /под ред. А.П. Тряпицыной. -СПб.: КАРО, 2005. - 160 с.
19. Елисеев, А.А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2010. - 456 с.
20. Йовайша, Л.А. Проблемы профессиональной ориентации школьников /Л.А. Йовайша. - М.: Просвещени, 2013.- 128 с
21. Коджаспирова Г. М. Педагогика. Учебник для СПО. М.: Юрайт, 2019. 720 с.
22. Колмаков, А.Г. Основы технологий и применение наноматериалов / А.Г. Колмаков, С.М. Баринов, М.И. Алымов. - М.: Физматлит, 2013. - 208 с.
23. Крысько В. Г. Основы общей педагогики и психологии. Учебник для СПО. М.: Юрайт, 2019. 472 с.
24. Кузнецов В. В. Общая и профессиональная педагогика. Учебник и практикум для прикладного бакалавриата. М.: Юрайт, 2019. 156 с.

25. Куцебо Г. И., Пономарева Н. С. Общая и профессиональная педагогика. Учебное пособие для вузов. М.: Юрайт, 2019. 128 с.
26. Лернер, П. С. Роль элективных курсов в профильном обучении [Текст] / П. С. Лернер // Профильная школа. – 2004. - № 3. – с. 12 - 17.
27. Матяш, Н.В. Инновационные педагогические технологии: Проектное обучение: Учебное пособие / Н.В. Матяш. - М.: Academia, 2017. - 422 с.
28. Методики социально-психологической диагностики личности и группы //Под редакцией Козырева А.Г. -- М.: Академический проект, 2013. - 440с.
29. Можар Е. Н. Стимулирование учебно-познавательной активности старшеклассников средствами интерактивного обучения: дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Е. Н. Можар. – Минск, 2006. – 218 с.
30. Подласый И. П. Педагогика. Учебник для СПО. В 2-х томах. Том 2. Практическая педагогика. В 2-х книгах. Книга 1. М.: Юрайт, 2019. 492 с.
31. Пряжников, Н.С. Направления и методы профориентации /Н.С. Пряжников// Директор школы.-2006 г.-№2. С.79-84.
32. Руденко А. М. Основы педагогики и психологии. Учебник. М.: Феникс, 2018. 384 с.
33. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы: Учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Левина. - М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с.
34. Столяренко Л. Д., Столяренко В. Е. Психология и педагогика. Учебник для академического бакалавриата. Учебник. М.: Юрайт, 2017. 510 с.
35. Суздаев, И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М.: КД Либроком, 2019. - 592 с.
36. Суртаева Н. Н. Педагогика. педагогические технологии. Учебное пособие для СПО. М.: Юрайт, 2019. 250 с.

37. Царапкина Ю.К. К вопросу об использовании в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий // Вестник развития науки и образования, 2010. – № 4. – С. 47-50.

38. Черникова, Т. В. Методические рекомбинации по разработке и оформлению программ элективных курсов [Текст] / Т. В. Черникова // Профильная школа. – 2011. – № 5. – с. 11 - 16.

39. Шевцова, А.М. Введение в автоматизированное проектирование. Элективный курс: Учебное пособие / А.М. Шевцова, П.Я. Пантюхин. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 283 с.

40. Ясницкий, Л.Н Искусственный интеллект. Элективный курс: Учебное пособие / Л.Н Ясницкий. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 197 с.