

УДК 001.891:621.38

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАНОТЕХНОЛОГИИ

**Цыбин А.В., студент 4 курса радиотехнического факультета
Научный руководитель - Камалова Р.Ш., кандидат
философских наук, доцент
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический
университет»**

Ключевые слова: *наноэлектроника, микроминиатюризация, микротехнологии, новые материалы, новые технологии.*

Работа посвящена истории появления нанотехнологий, их влиянию на современную электронику, а также — становлению наноэлектроники как передовой ветвью развития современных технологий.

Начало XX века характеризуется потребностью в всеобщей микроминиатюризации. Это способствовало зарождению инструментальных средств, способных создавать и исследовать нанообъекты с целью их дальнейшего применения на практике.

Так, в 1928 году была разработана схема устройства оптического микроскопа ближнего поля. Следующий шаг был сделан в 1932 году — немецкие ученые Э. Руска и М. Кнолл создали просвечивающий электронный микроскоп, применявшийся для изучения объектов размером несколько нанометров. Компания Siemens (Германия) продолжила разработку и через несколько лет выпустила первый микроскоп подобного типа, имевший разрешение на уровне 10 нанометров. В 1959 году один из основоположников квантовой электродинамики, американский физик Р. Фейнман в ходе исследований пришел к идее создания наноразмерных объектов совершенно другим методом — методом поштучной «атомарной» сборки. Он показал, что изученные на тот момент законы физики не противоречат возможности сборки объектов «атом за атомом», что позволило синтезировать любое вещество по его химической формуле.

Первый ближнепольный оптический микроскоп, разрешающая способность которого была на уровне 0,05 длины волны λ , был представлен в Цюрихе (Швейцария) в филиале IBM в 1972 году. В начале 90-х годов, продолжая активные исследования в данной области, ученым удалось создать ближнепольный оптический микроскоп, разрешающая

способность которого превышало разрешение у предыдущей версии в несколько раз.

Само понятие «нанотехнология» было введено в 1974 году японским физиком Н. Танигучи. Под этим термином понимаются способы создания объектов размером меньше одного микрона (10^{-6} метра).

В 1981 году американский ученый Г. Глейтер впервые начал заниматься нанотехнологиями в их современном понимании. Он также разработал классификацию наноматериалов по распределению фаз и по их химическому составу, ввел термин «нанокристаллический». Благодаря Глейтеру вскоре стали использоваться такие понятия, как «наноструктурированный», «нанофазный», «нанокомпозиционный» и т. п. В 1981 году швейцарские ученые Г. Бинниг и Г. Рорер, работавшие в филиале IBM в Цюрихе, представили разработку сканирующего туннельного микроскопа, позволяющего наблюдателю тщательно рассмотреть трехмерную картину расположения атомов на поверхности различных проводников. В этом же году группа ученых под руководством Г. Биннига разработала и представила готовый образец атомно-силового микроскопа, технический потенциал которого был во много раз больше, чем функциональные возможности сканирующего туннельного микроскопа.

Открытие новых углеродных наноматериалов стало мощным толчком в развитии нанотехнологий. Ранее наука считала, что графит и алмаз - единственные две основные кристаллические аллотропные модификации углерода. Но в ходе различных открытий выяснилось, что у углерода имеется еще несколько модификаций, обладающих уникальными свойствами. Речь идет о фуллеренах и углеродных нанотрубках, а также — графене.

Фуллерены были впервые синтезированы в 1985 году в результате совместной работы британского ученого Г. Крото, а также американских ученых Р. Керла и Р. Смолли. Эксперименты по изучению свойств паров графита, полученных в результате лазерного воздействия на графитовую мишень, показали крупные агрегаты, состоящие из большого числа атомов углерода. Ученые выдвинули теорию происхождения таких агрегатов. Она состояла в том, что некоторые из них представляют собой молекулу из атомов углерода, по форме и рисунку напоминающих футбольный мяч. Размеры таких молекул, названных фуллеренами, составляли около 1 нм. В 1991 году японским ученым С. Иидзимой были открыты углеродные нанотрубки. Последние, как и фуллерены, отличаются своими уникальными физическими свойствами: они имеют достаточную прочность и обладают неплохими значениями электро- и теплопроводности. Также, углеродные

нанотрубки характеризуются высокой химической активностью. После выяснилось, что нанотрубки могут быть синтезированы не только из атомов углерода, но и из других химических элементов. В частности, в 1992 году были синтезированы нанотрубки на основе сульфида молибдена (IV) MoS_2 и дисульфида вольфрама WS_2 . В 1998 году на основе углеродной нанотрубки ученым С. Деккером из Нидерландов был создан первый транзистор. И сразу же вслед за этим стали появляться публикации о создании аналогичных по конструкции полевых нанотранзисторов. Эти события послужили зарождению технологических основ наноэлектроники. В 1983 году французский ученый Жан-Пьер Саваж соединил две кольцевые молекулы и получил катенановую (catenane) цепь. Особенность этой системы заключается в том, что в ней молекулы соединены не ковалентной связью, а механической, что позволяет им двигаться относительно свободно. В 1991 году американский учёный-химик Ф. Стоддарт создал первый ротаксан (rotaxane) – класс соединений, состоящих из молекулы гантелевидной формы и циклической молекулы, которая как бы «наде-та» на нее. Он даже показал, что кольцо может вращаться на этой оси наподобии подшипника. В 1999 году Б. Л. Феринга (Нидерланды) представил уже целый наномотор, который был способен вращать цилиндр, по размерам превышающий в десять тысяч раз сам мотор. В 2002 году С. Деккер объединил углеродную нанотрубку с ДНК и получил единый наномеханизм. С помощью него стало возможно создавать различные наномеханизмы с зацепами и шестеренками из нанотрубок. В 2004 году ученые во главе с А. Зеттлом (США) собрали действующую механическую систему, которая позволяла вращать прямоугольную металлическую пластинку, насаженную на нанотрубку. В 2004 году А. Гейм и К. Новоселов получили двумерный слой углерода и полностью исследовали его [1; с.9].

Подводя итог о развитии и влиянии наноэлектроники на современный мир технологий, можно сказать, что ее внедрение позволяет с каждым годом создавать меньшие микросхемы с большим количеством электронных элементов на единице площади [3]. Это, в свою очередь, дает возможность увеличения емкости флеш-памяти, создания процессоров с большим количеством ядер, а также создание более тонких устройств и т.д.

Библиографический список:

1. Смирнов, В. И. Физические основы нанотехнологий и наноматериалы : учебное пособие / В. И. Смирнов. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – 60с. - URL: <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2017/202.pdf> (Дата обращения: 16.02.2020)

2. Балабанов, В. И. Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. – Москва : Эксмо, 2009. – 256с. – URL: https://www.studmed.ru/balabanov-vi-nanotehnologii-nauka-buduschego_e7d43ed5d5c.html (Дата обращения: 16.02.2020)
3. Камалова, Р. Ш. Социально-экологические проблемы инженерной деятельности в контексте техногенной цивилизации / Р. Ш. Камалова // Россия и мир: история, политика, культура : сборник научных трудов / под редакцией С. В. Осипова, Т. В. Петуховой. – Ульяновск, 2007. – С.123-127.

HISTORY OF NANOTECHNOLOGY DEVELOPMENT

Tsybin A.V.

Key words: *nanoelectronics, microminiaturization, microtechnologies, new materials, new technologies.*

The work is devoted to the history of the emergence of nanotechnology, their impact on modern electronics and - the formation of nanoelectronics as an advanced branch of the development of nowadays technologies.