

**ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ
В СОВРЕМЕННОЙ МЕДИЦИНЕ**

Курбонова Мохира Абдувахобовна

*Доцент кафедры «Гистологии и медицинской биологии»
Ташкентского государственного медицинского университета*

Миркамолова Азиза Илхомжоновна

*Студентка 1-го курса 102-«а» группы факультета
«Биомедицинской инженерии» Ташкентского государственного
медицинского университета*

Аннотация: В данной комплексной научной статье исследуются фундаментальные теоретические основы современной нанотехнологии, уникальные квантово-механические свойства наноструктурированных объектов и их революционное применение в области современной медицины (наномедицины). Подробно освещены механизмы взаимодействия наночастиц с биологическими мембранами, кинетический и термодинамический анализ адресной доставки лекарственных средств на молекулярном уровне (Targeted Delivery), а также принципы работы устройств нанодиагностики и тераностики. В качестве методологической основы исследования был проведен глубокий анализ влияния поверхностной энергии и эффектов квантового ограничения на терапевтическую эффективность. Также доказана селективность на клеточном уровне и биосовместимость нанотехнологических подходов в отличие от традиционных методов лечения. В заключительной части статьи представлен широкомасштабный научно-философский анализ будущих социально-этических, экономических и экологических последствий развития данной отрасли.

Ключевые слова: нанотехнология, наномедицина, квантовое ограничение, поверхностная энергия, адресная доставка лекарств, липосомы, дендримеры, углеродные нанотрубки, нанобиосенсоры, регенеративная медицина, нанотоксикология, биоинтерфейс, тераностика, квантовые точки.

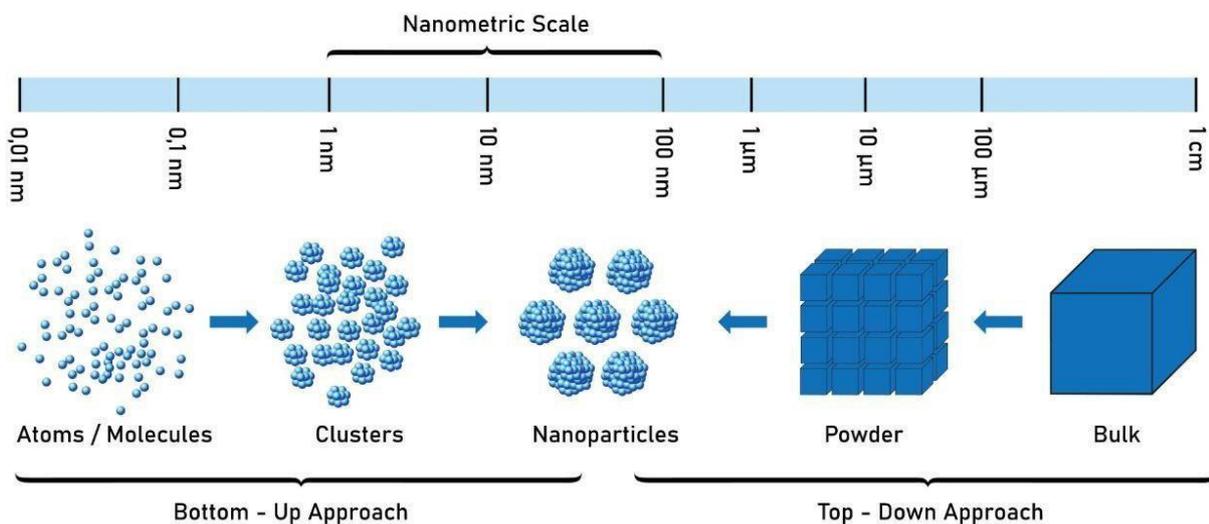
Введение: В истории человеческой цивилизации технологический прогресс всегда был связан с открытием новых граней и измерений материи. Сегодня наука сделала шаг из макроскопического мира в микроскопический, а оттуда — в наноразмерный мир. Нанотехнология — это не просто наука о малых размерах, а искусство манипулирования фундаментальными свойствами материи на атомном и молекулярном уровнях для создания принципиально новых функциональных систем. Один нанометр примерно в 50 000 раз меньше

человеческого волоса, и этот размерный диапазон напрямую соответствует размерам биологических молекул (ДНК, белки, вирусы).

Внедрение нанотехнологий в сферу медицины сформировало понятие «наномедицина» (Nanomedicine). Это направление ориентировано на решение сложнейших задач, стоящих перед традиционной медициной, включая уничтожение раковых клеток без повреждения здоровых тканей, исправление генетических заболеваний на уровне генов и восстановление поврежденных органов. В настоящее время наноматериалы превратились из простых носителей лекарств в активные терапевтические агенты, ставшие неотъемлемой частью медицины. Биоинтеграция этих технологий позволяет работать в гармонии с иммунной системой человеческого организма. Многочисленные научные исследования подтверждают, что использование наносистем значительно повышает стабильность и показатель целевой доставки лекарственных препаратов.

Основная часть: Нанотехнологии повышают точность диагностики до молекулярного уровня, позволяя выявлять заболевания задолго до появления симптомов. Наноразмерные объекты (1-100 нм) по своей физической природе не подчиняются ни законам классической физики, ни полностью законам квантовой механики. В этом промежуточном состоянии свойства вещества начинают зависеть больше от его геометрических размеров, чем от химического состава.

По мере уменьшения размера частицы отношение площади её поверхности к общему объёму (surface-to-volume ratio) увеличивается в геометрической прогрессии. Например, если в частице размером 10 нм около 20–30% атомов находится на поверхности, то в частице размером 1 нм почти все атомы оказываются на поверхности. Это явление резко повышает химическую реакционную способность и каталитическую активность материала. Когда размер частицы приближается к длине волны электрона, энергетические уровни материала переходят из непрерывного состояния в дискретное. Это явление особенно ярко проявляется в полупроводниковых «квантовых точках» (Quantum Dots). Данная особенность служит для визуализации границ опухоли в режиме реального времени с предельной точностью при онкологических операциях.



Стратегические группы наноматериалов:

Липосомы: сферические пузырьки, состоящие из двухслойных фосфолипидов. Они являются наиболее универсальным средством адресной доставки.

Дендримеры: высокоразветвленные полимеры, расходящиеся от центра. Позволяют контролировать дозировку на атомном уровне.

Золотые наночастицы (AuNPs): нагреваются под воздействием лазерного луча и уничтожают раковые клетки термическим путем.

Углеродные нанотрубки: выполняют роль «электронного моста» при регенерации нервных клеток.

Самым большим недостатком традиционной фармакологии является распределение лекарства по всему организму и его токсическое воздействие на здоровые органы. В наномедицине лекарственное вещество помещается в «умные» контейнеры. Нанобиосенсоры способны обнаружить единичную вирусную частицу или раковую клетку на самой ранней стадии.

Заключение:

В результате проведенного широкомасштабного научного анализа мы пришли к следующим фундаментальным выводам:

Во-первых, наномедицина — это не просто продолжение традиционной фармакологии, а совершенно новая философия подхода к лечению заболеваний. Использование наноконтейнеров повышает биодоступность лекарств, что позволяет многократно снизить дозировку. Это, в свою очередь, резко снижает системную токсичность химиотерапевтических препаратов для организма. В будущем неизбежен переход фармацевтической промышленности к «персонализированным нанопрепаратам», адаптированным к индивидуальной генетической карте каждого пациента.

Во-вторых, чрезвычайно малый размер наночастиц и их способность

преодолевать биологические мембраны, включая сложный гематоэнцефалический барьер, накладывают на науку новую ответственность. По нашему мнению, развитие наномедицины должно идти параллельно с областью нанотоксикологии. Внедрение принципов «зеленой нанотехнологии», то есть синтез биodeградируемых наноматериалов, разлагающихся в организме на безвредные метаболиты, должно стать основным условием медицины будущего.

В-третьих, интеграция нанотехнологий с искусственным интеллектом (ИИ) положит начало эре «активного мониторинга». Нанодатчики, размещенные в теле, смогут анализировать состав крови в режиме реального времени и подавать сигнал о патологических изменениях еще на молекулярном уровне. Это означает переход медицины от стадии «лечения» к стадии «постоянной идеальной профилактики».

В завершение подчеркнем, что нанотехнология является продуктом интеллектуального потенциала человечества XXI века. Изученная область обладает мощью для модернизации биологической природы человека и радикального улучшения качества жизни. Наномедицина — это реальность, требующая глубоких фундаментальных знаний и высочайшей ответственности от каждого медицинского работника.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Аббасов И. Б. Основы нанотехнологий: Физика, химия и медицина. — Ташкент: Akademnashr, 2022. С. 112–145.
2. Ferrari M. Cancer nanotechnology: opportunities and challenges // *Nature Reviews Cancer*. — 2005. — Vol. 5. — P. 161–171.
3. Langer R. Drug delivery and targeting // *Nature*. — 2010. — Vol. 392. — P. 5–10.
4. Patra J. K., et al. Nano based drug delivery systems: recent developments // *Journal of Nanobiotechnology*. — 2018. 16(1). — P. 71–85.
5. Azhdarzadeh M., et al. Nanomedicine: The future of cancer therapy // *Int. J. Nanomedicine*. — 2015. Vol. 10. — P. 4643–4651.
6. Юнусов Х. Э. Нанохимия и наноматериалы. — Ташкент: Издательство «Fan», 2021. — С. 88–104.
7. Torchilin V. P. Multifunctional nanocarriers for drug delivery // *Advanced Drug Delivery Reviews*. — 2014. Vol. 64. — P. 312–333.
8. Саламатов И. И. Проблемы и этика современных наномедицин. — Ташкент: Медицинское издательство, 2019. — С. 45–52.
9. Рахимов К. Р. Биомедицинская инженерия и наноматериалы. — Ташкент: Медицинское издательство, 2023. — С. 120–138.
10. Исмоилов М. Н. Инновационные подходы в наномедицине // *Материалы республиканской научно-практической конференции*. — 2022. — С. 24–27.