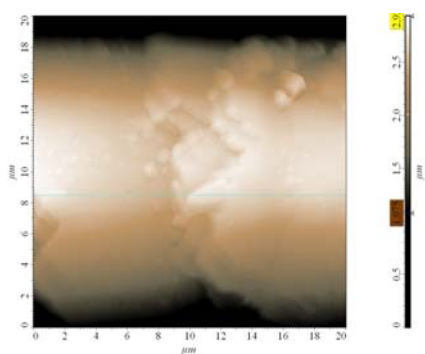


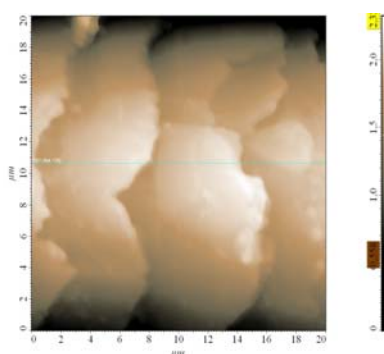
АННОТАЦИЯ

Научно-исследовательская работа по теме: " Исследование физических свойств кутикулы волоса человека на основе методов атомно-силовой микроскопии "

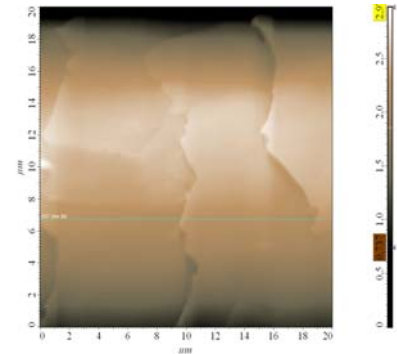
Направление: Измерение и анализ физических свойств нанобъектов



**рельеф поверхности волоса
после мытья первым...**



вторым...



и третьим шампунями

Здоровье волос – актуальная проблема. Одна из причин его ухудшения – использование некачественных средств по уходу за волосами, например, дешевых шампуней. Я поставила своей задачей проверить, действительно ли более дешевый шампунь вреден волосам, а более дорогой оздоравливает их.

Основная цель исследования: изучить волосные кутикулы человека на основе методов АСМ и исследовать их состояние после мытья несколькими видами шампуней. Результатами воспользоваться для выбора лучшего шампуня, и в дальнейшем проследить зависимость качества шампуня от его состава.

Результаты подтвердили мои предположения. Действительно, на представленных картинках отчетливо видна разница между рельефами поверхности волоса, обработанной тремя различными шампунями.

Эта работа – начальный этап большой исследовательской работы, после проведения которой я надеюсь точно определить результаты воздействия на кутикулу волоса различных веществ, входящих в состав шампуня, а также проверить результаты других воздействий на волосы, например, химического, термического и др..

Содержание

1. Содержание.....	2
2. Введение.....	3
3. Сведения о строении волоса.....	3
4. Оборудование и принцип его действия.....	4
5. Ход опыта.....	5
6. Вывод.....	15
7. Таблица результатов.....	15
8. План продолжения исследования.....	16
9. Литература.....	16

Введение.

В настоящее время очень актуальны проблемы со здоровьем волос. Причиной этого помимо факторов окружающей среды, питания и всего подобного является использование некачественных и даже вредных средств по уходу за волосами и созданию причесок, например, стойких красок для волос, шампуней, гелей, а также применение химической завивки и обесцвечивания. В результате не более чем у 20 % населения здоровые волосы. А ведь они являются важнейшим индикатором здоровья всего организма человека – появившиеся проблемы со здоровьем сразу отражаются на волосах. На каждом сантиметре волос накапливается информация за целый месяц о содержании химических элементов, никотина в организме и об условиях окружающей среды.

Волос – один из немногих биологических объектов, которые возможно исследовать с помощью АСМ, т. к. он обладает достаточной прочностью, чтобы не быть разрушенным зондом. Но все равно при сканировании контактным методом артефакты на поверхности кутикулы были «сглажены» иглой, и результат получился искаженным.

Исследовав структуру, толщину, эластичность и другие свойства волоса, можно сделать выводы о качестве примененных средств и пользе действий, произведенных над волосами. Результатами можно воспользоваться для выбора лучших средств среди проверенных. Это я и попыталась сделать в своей работе.



Изображение волоса с максимальным увеличением на обычном микроскопе

Сведения о строении волоса.

Анатомически волос можно разделить на стержень (видимая часть волоса, выступающая над поверхностью кожи) и корень (располагается в дерме).

В стержне волоса различают три слоя: внешний (кутикула), корковый и мозговой (слабо выраженный). Для данной работы представляет интерес только кутикула – наружный слой, подлежащий изучению. Известно, что она состоит из 6-9 слоев чешуек – ороговевших клеток, которые накладываются друг на друга как черепица. При воздействии на волосы щелочной среды чешуйки раскрываются, при воздействии кислой – закрываются. При поражении волос извне первой страдает кутикула, чешуйки «топорчатся» и оставляют без защиты внутренний корковый слой. Высыхание волоса происходит и при использовании мыла, т.к. оно разрушает водно-липидную пленку, имеющую слабокислую среду, секрет, которым смазан волос.

Волосы характеризуются, например, такими параметрами, как эластичность, пористость (способность впитывать влагу и при этом изменять диаметр), электропроводность. Здоровый волос очень эластичен и порист. На основе этого возможно расширить количество критериев оценки состояния волоса. Но трудно будет зафиксировать изменение его длины.

Оборудование и принцип его действия.

Использованное оборудование: атомно-силовой микроскоп (зондовая нанолаборатория (ЗНЛ) Ntegra Vita (производитель - ЗАО "Нанотехнология-МДТ", г. Зеленоград)). Условно методы получения информации о рельефе и свойствах поверхности с помощью АСМ можно разбить на две большие группы – контактные квазистатические и бесконтактные колебательные. В контактных квазистатических методиках остриё зонда находится в непосредственном соприкосновении с поверхностью, при этом силы притяжения и отталкивания, действующие со стороны образца, уравниваются силой упругости консоли. При исследовании образцов с малыми (порядка единиц ангстрем) перепадами высот рельефа часто применяется режим сканирования при постоянном среднем расстоянии между основанием зондового датчика и поверхностью. В этом случае зондовый датчик движется на некоторой средней высоте над образцом, при этом в каждой точке регистрируется изгиб консоли, пропорциональный силе, действующей на зонд со стороны поверхности. АСМ изображение в этом случае характеризует пространственное распределение силы взаимодействия зонда с поверхностью. Полуконтактный метод является одним из наиболее распространенных методов работы АСМ, он заключается в том, что сканирование образца происходит кантилевером, колеблющимся около его поверхности на своей резонансной частоте.

Магнитная Силовая Микроскопия (МСМ) позволяет получить изображение пространственного распределения магнитных сил по поверхности образца. Наиболее важной задачей является минимизация влияния рельефа на изображение распределения магнитных сил по поверхности образца. Для решения этой задачи магнитные измерения осуществляются с помощью двухпроходного метода [6]. Для этого в каждой строке сканирования производится следующая процедура. На первом проходе снимается АСМ изображение рельефа в контактном или "полуконтактном" режиме. Затем зондовый датчик отводится от поверхности на расстояние z_0 , и осуществляется повторное сканирование. Расстояние z_0 выбирается таким образом, чтобы сила Ван-дер-Ваальса была меньше силы магнитного взаимодействия.

Изображение создается с помощью специального компьютера посредством программы Nova, а также регистрируются другие виды данных, в зависимости от типа кантилевера. Все данные обрабатываются с помощью специализированного редактора.

Ход опыта.

На основе методов АСМ были исследованы волосяные кутикулы человека после использования трех видов шампуней. Анализ геометрических параметров кутикул осуществлялся полуконтактным режимом сканирования, методом рассогласования, что позволило отобразить мелкие неоднородности на фоне крупных чешуек волоса.

Анализ полученных АСМ - изображений показал, что поверхность волос, помытых 2-м шампунем, имеет множество субмикронных артефактов, размеры которых колеблются в пределах 100-800 нм, а сами кутикулы «приподняты» на высоту порядка 300-500 нм (рис. 1). После использования 3-го шампуня параметры поверхности кутикул изменились, отсутствовали субмикронные артефакты и «приподнятость» чешуек уменьшилась и стала составлять порядка 100-350 нм (рис. 3). Анализ АСМ – изображений полученных, после использования 1-го шампуня, показал наличие микронных и субмикронных артефактов, размеры которых изменялись в диапазоне 100 нм - 2 мкм., «приподнятость» чешуек составляла порядка 300 – 600 нм (рис. 5). Во всех случаях поверхность кутикул (в областях без артефактов) атомарно гладкая (рис. 2, рис.4, рис.6).

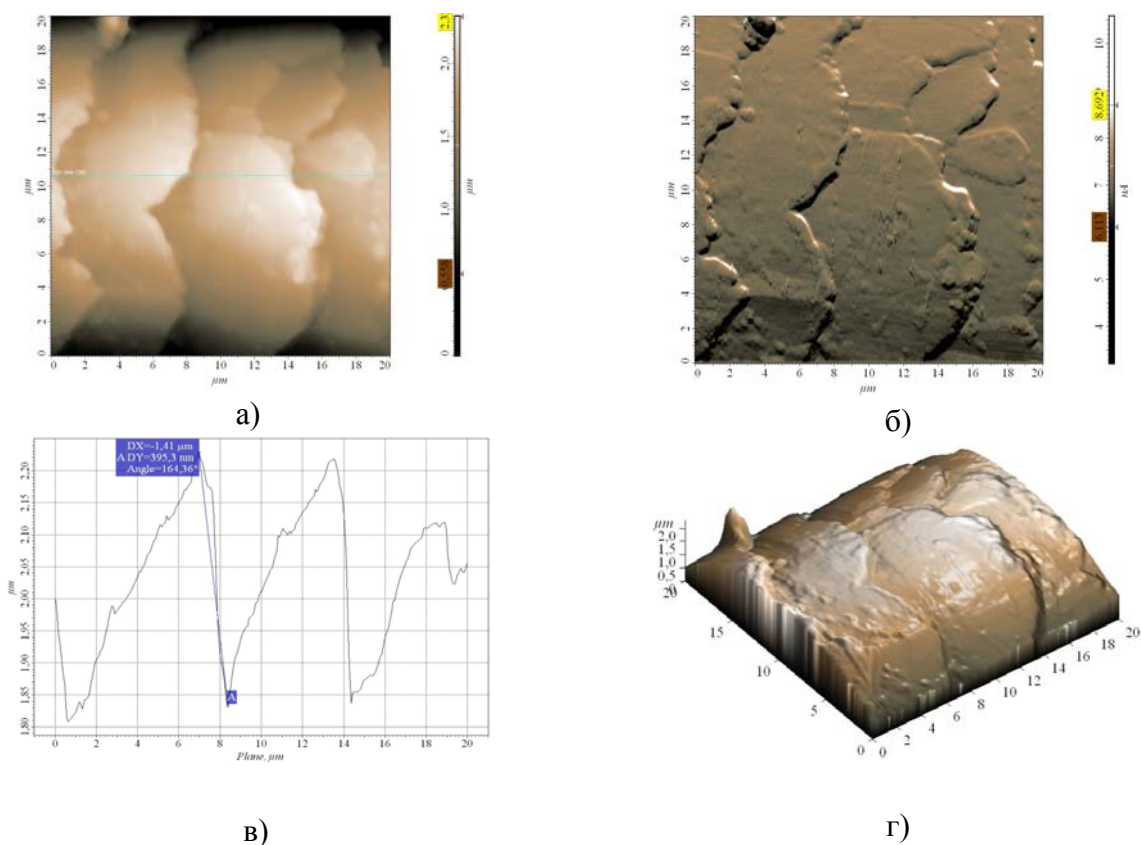


Рис. 1. АСМ-изображения поверхности волосяных кутикул (после использования 2-го шампуня): а) – рельеф поверхности; б) – сигнал рассогласования; в) – профиль рельефа поверхности кутикул; г) – рельеф поверхности 3D.

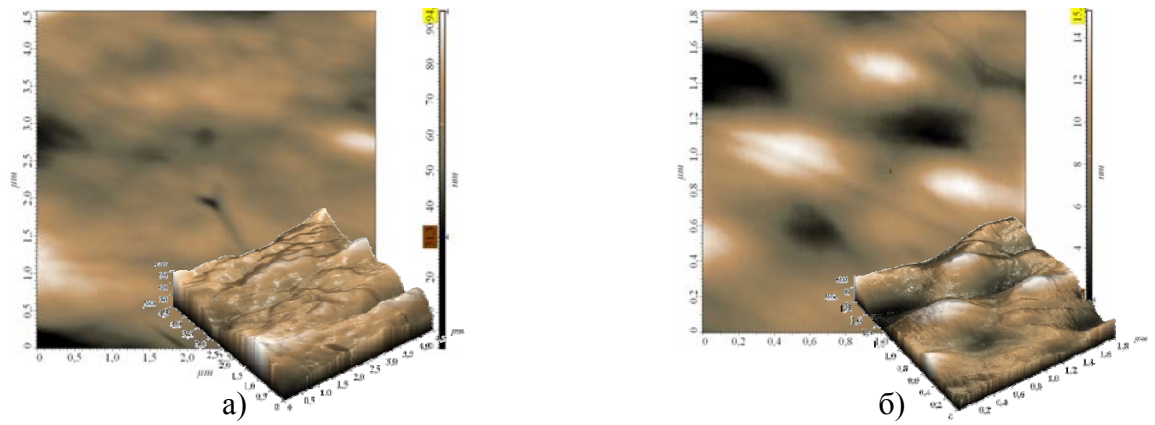


Рис. 2. АСМ-изображения поверхности кутикулы (после использования 2-го шампуня): а) – рельеф поверхности (область 4,5x4,5); б) – рельеф поверхности (область 1,8x1,8)

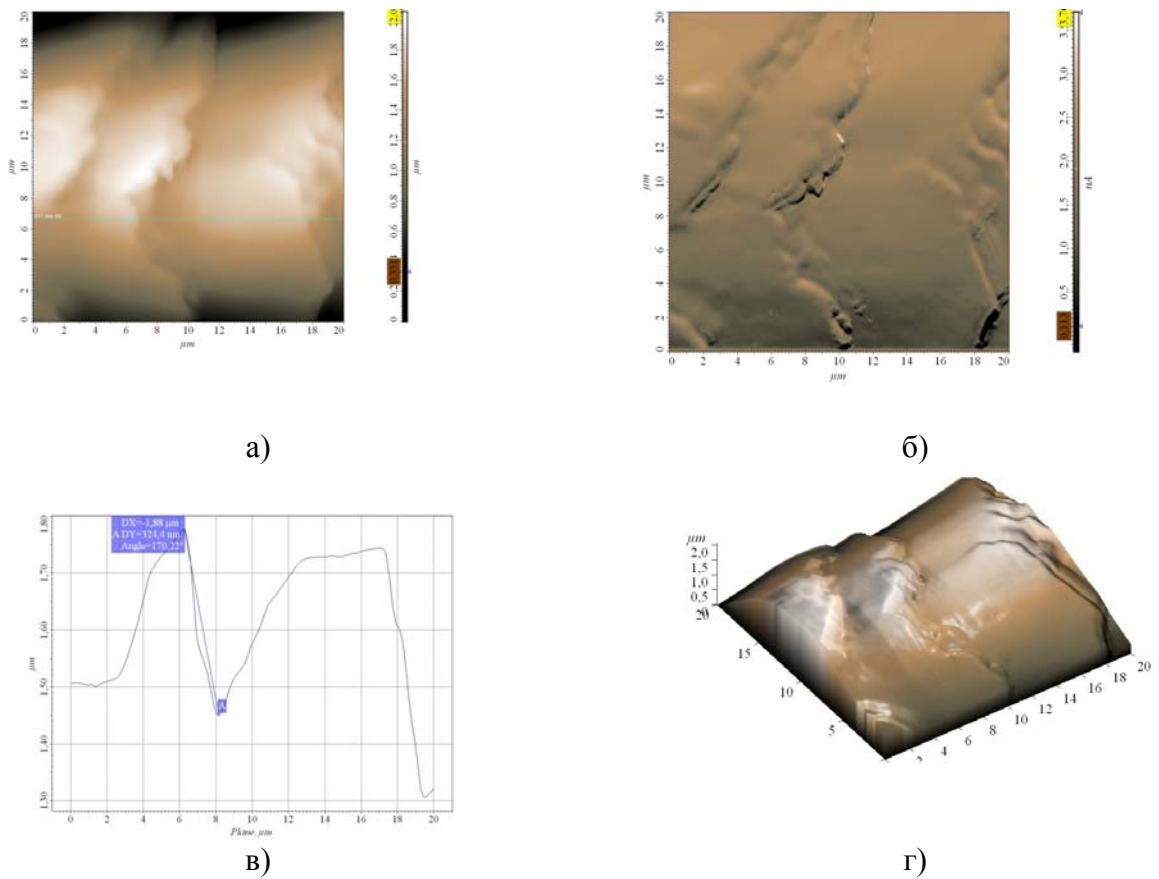
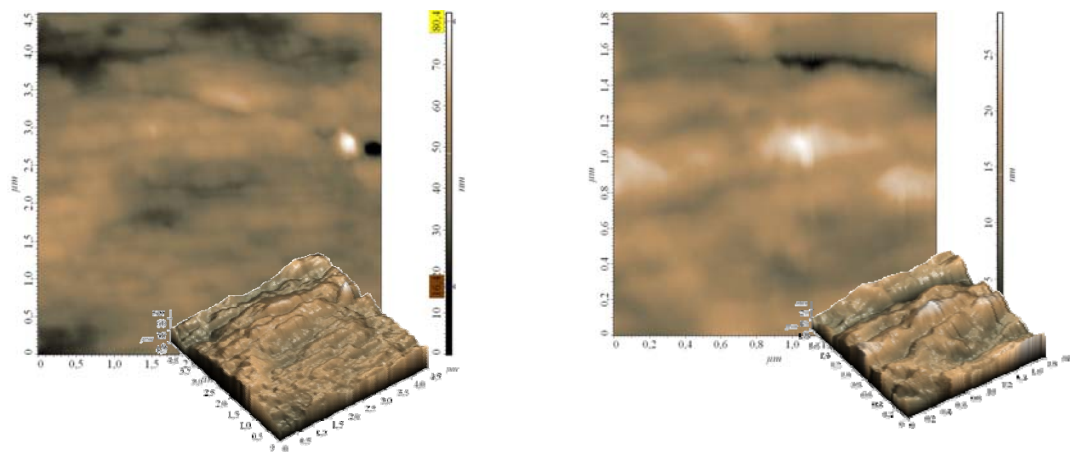


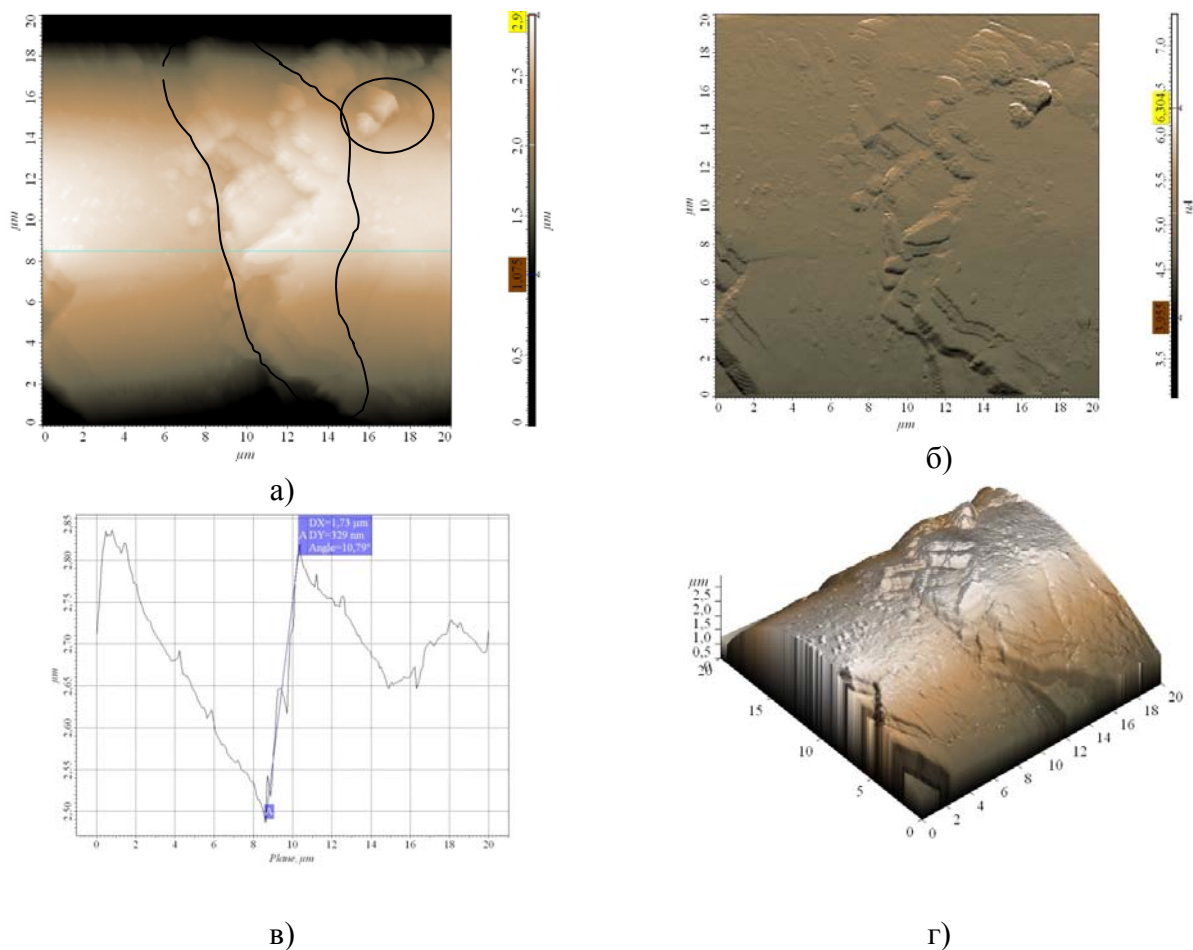
Рис. 3. АСМ-изображения поверхности волосяных кутикул (после использования 3-го шампуня): а) – рельеф поверхности; б) – сигнал рассогласования; в) – профиль рельефа поверхности кутикул; г) – рельеф поверхности 3D.



а)

б)

Рис. 4. АСМ-изображения поверхности кутикулы (после использования 3-го шампуня): а) – рельеф поверхности (область 4,5x4,5); б) – рельеф поверхности (область 1,8x1,8)



а)

б)

в)

г)

Рис. 5. АСМ-изображения поверхности волосяных кутикул (после использования 1-го шампуня): а) – рельеф поверхности (обведен особо крупный артефакт и расслоение края чешуйки); б) – сигнал рассогласования; в) – профиль рельефа поверхности кутикул; г) – рельеф поверхности 3D.

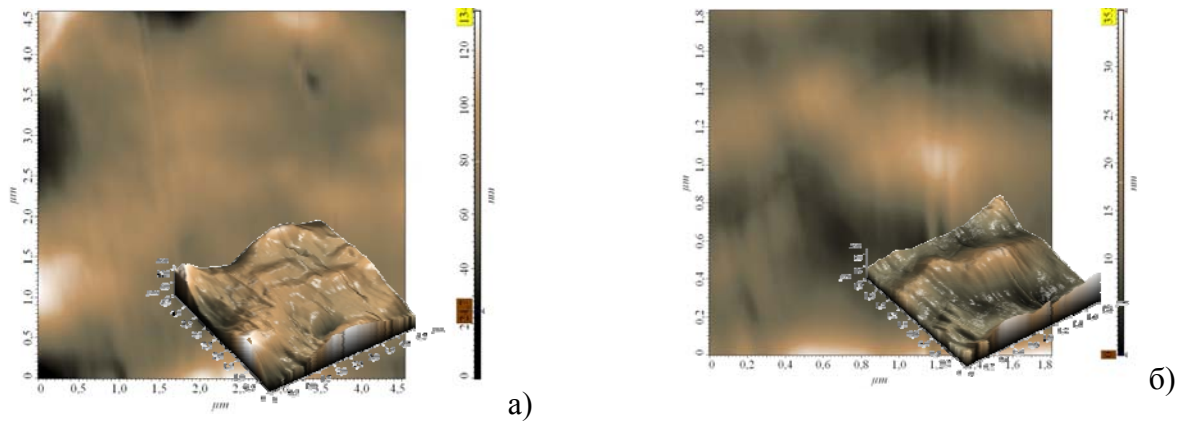


Рис. 6. АСМ-изображения поверхности кутикулы (после использования 1-го шампуня): а) – рельеф поверхности (область 4,5x4,5); б) – рельеф поверхности (область 1,8x1,8)

На основе метода отображения сопротивления растекания, исследовались электрические свойства волосяных кутикул человека, после использования трех видов шампуней. Данный метод позволил выявить локальную проводимость некоторых областей на поверхности кутикул.

Анализ полученных АСМ - изображений показал, что электрические свойства волос, помытых 2-м шампунем, достаточно однородны по всей поверхности кутикул, средний ток растекания составлял порядка 0,3-0,5 нА, соответственно проводимость $2,1 \times 10^{-4}$ - $3,5 \times 10^{-4}$ Ом⁻¹·м⁻¹ (рис. 7). После использования 3-го шампуня электрические свойства поверхности кутикул не изменились (рис. 8). Анализ АСМ – изображений полученных, после использования 1-го шампуня, показал наличие локальных областей проводимости, ток растекания в таких областях составлял порядка 0,8 нА соответственно проводимость $5,7 \times 10^{-4}$ Ом⁻¹·м⁻¹ (рис. 7).

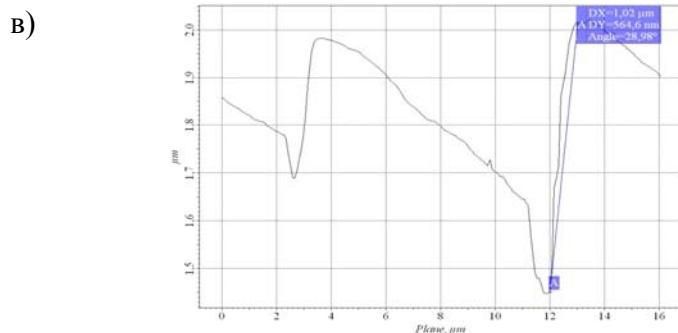
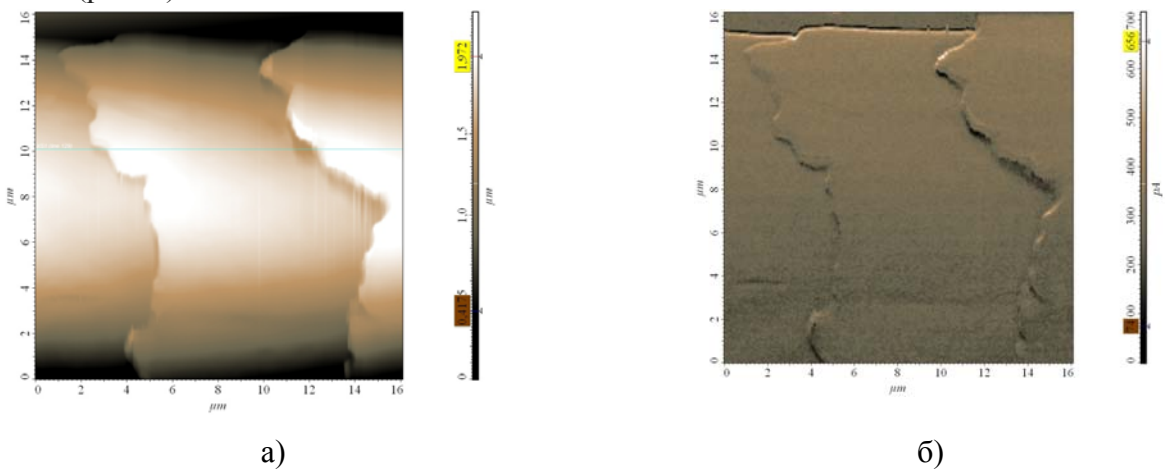


Рис. 7. АСМ – изображения поверхности кутикулы (после использования 2-го шампуня): а) – рельеф поверхности; б) – распределение тока растекания; в) – профиль рельефа поверхности кутикул

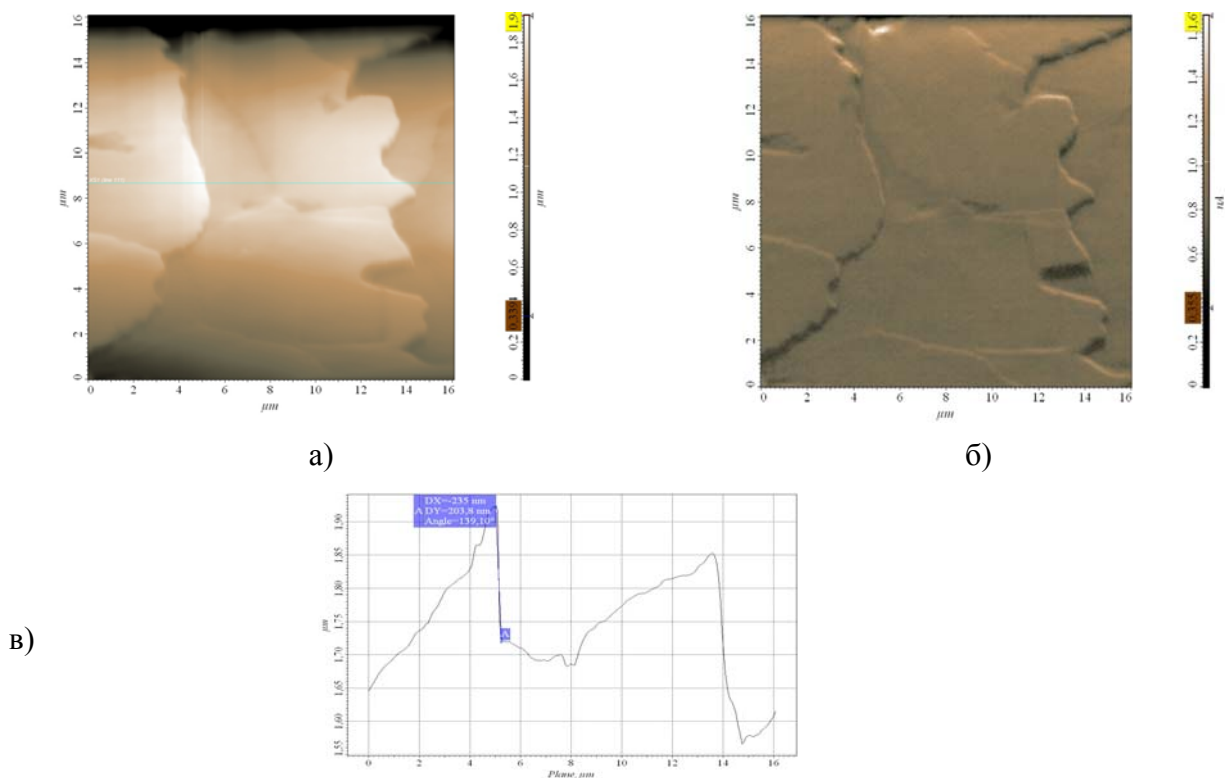
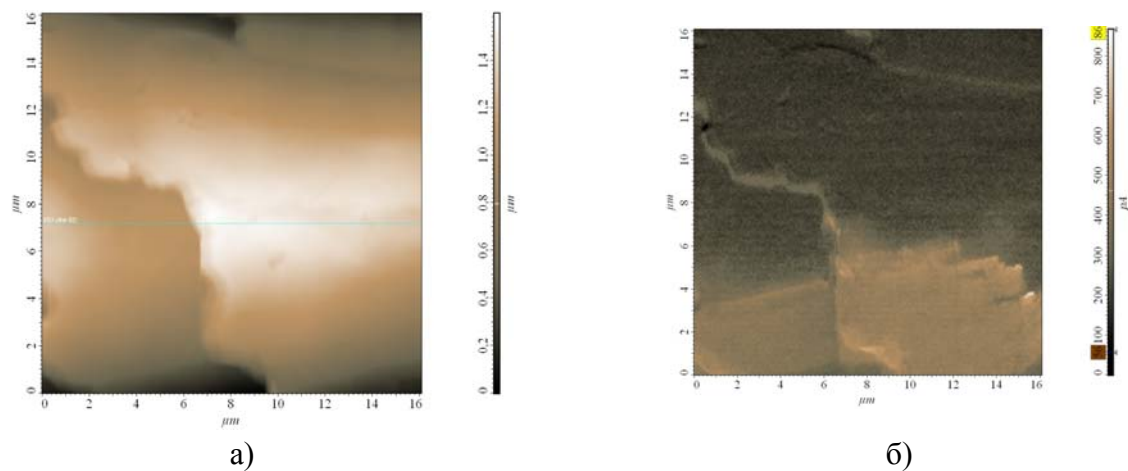
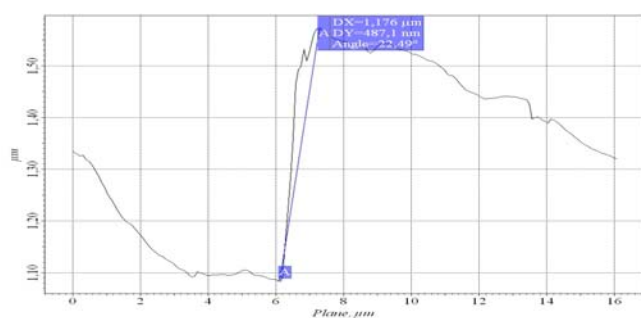


Рис. 8. АСМ – изображения поверхности кутикулы (после использования 3-го шампуня): а) – рельеф поверхности; б) – распределение тока растекания; в) – профиль рельефа поверхности кутикул



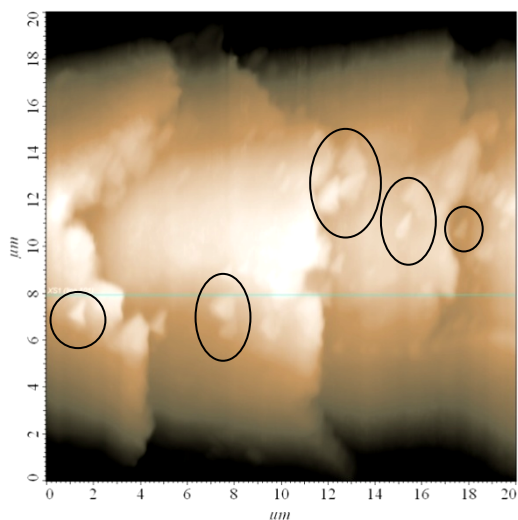


в)

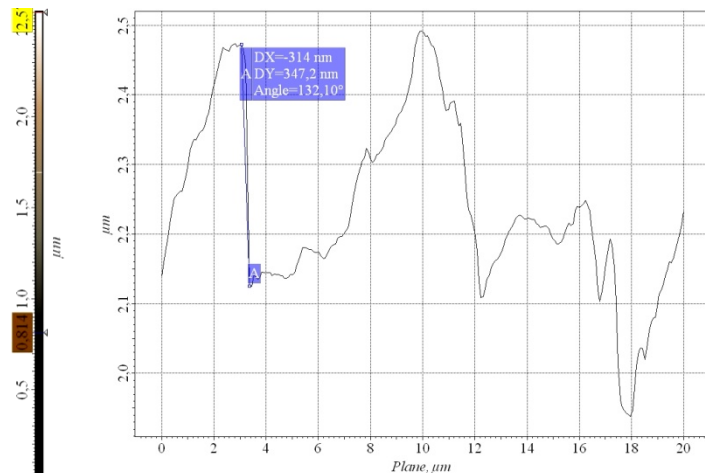
Рис. 9. АСМ – изображения поверхности кутикулы (после использования 1-го шампуня): а) – рельеф поверхности; б) – распределение тока растекания (видна неоднородность тока растекания); в) – профиль рельефа поверхности кутикул

С помощью магнитной силовой микроскопии исследовались магнитные свойства волосяных кутикул человека после использования трех видов шампуней.

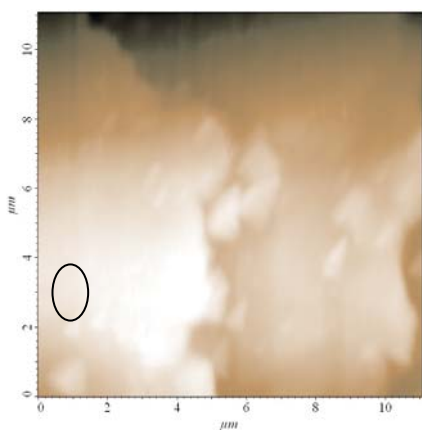
Анализ полученных АСМ - изображений для всех видов шампуней показал, что магнитные свойства волос однородны по всей поверхности кутикул, повышение магнитный свойств наблюдалось на границах кутикул (рис. 10, рис. 11, рис. 12).



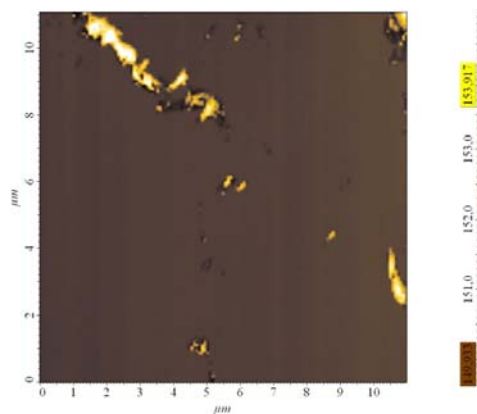
а)



б)



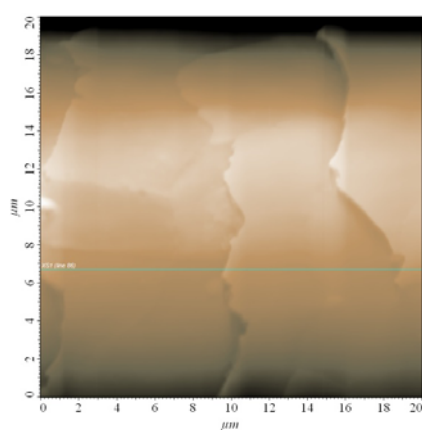
в)



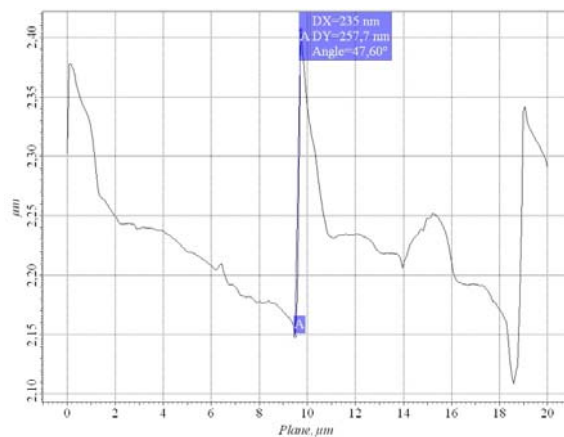
г)

Рис. 10. АСМ – изображения поверхности кутикулы (после использования 2-го шампуня): а)

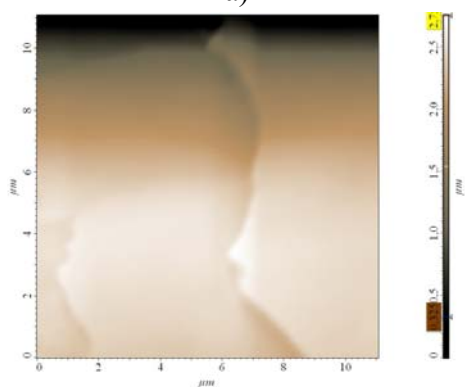
– рельеф поверхности (кружками показаны артефакты); б) – профиль рельефа поверхности кутикул; в) – рельеф поверхности; г) – распределение магнитных сил



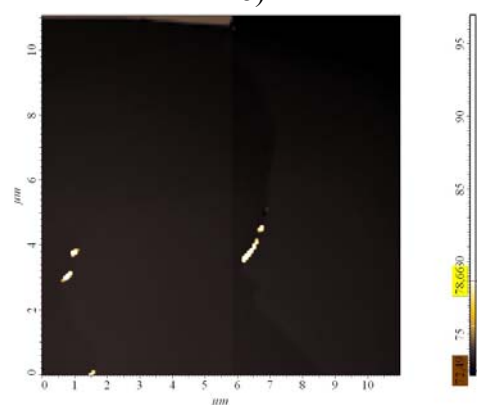
а)



б)

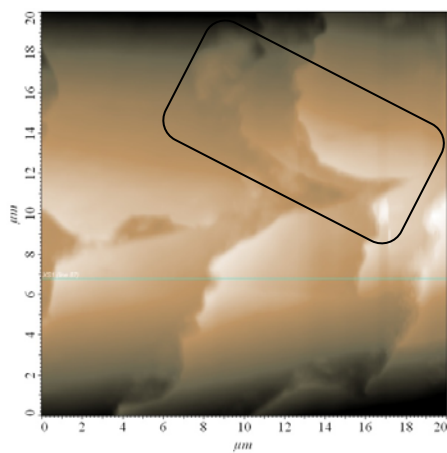


в)

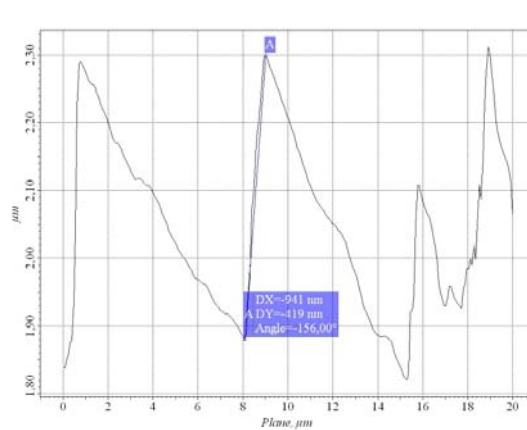


г)

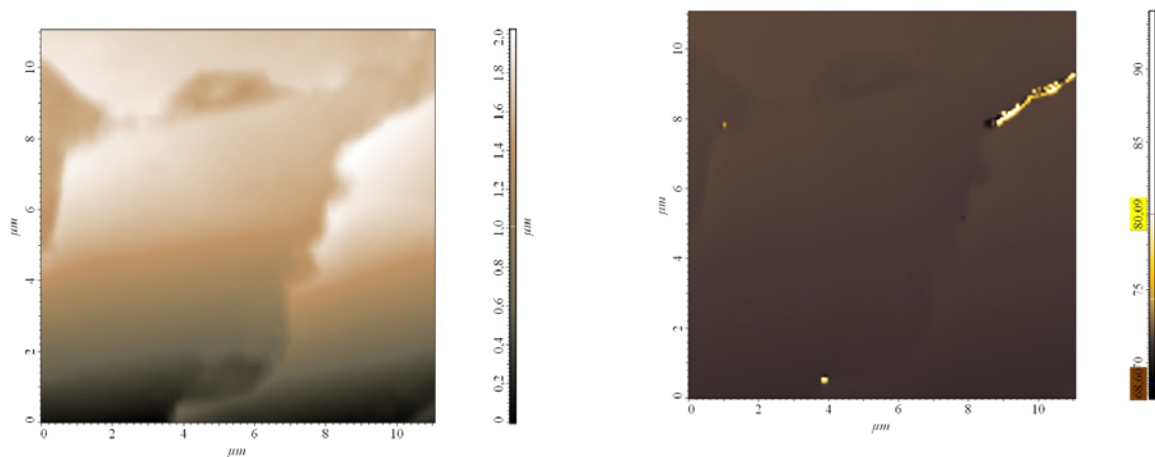
Рис. 11. АСМ – изображения поверхности кутикулы (после использования 3-го шампуня): а) – рельеф поверхности (хорошо видно, что чешуйки плотно прилегают к поверхности); б) – профиль рельефа поверхности кутикул; в) – рельеф поверхности; г) – распределение магнитных сил



а)



б)



в)

г)

Рис. 11. АСМ – изображения поверхности кутикулы (после использования 1-го шампуня): а) – рельеф поверхности (обведено расслоение края чешуйки); б) – профиль рельефа поверхности кутикулы; в) – рельеф поверхности; г) – распределение магнитных сил.

Вывод

В результате проведенных исследований установлено, что выбор шампуня сильно влияет на геометрические параметры волосяных кутикул. Показано, что использование 1-го шампуня приводит к большому раскрытию кутикул, в результате чего обнажается корковое вещество и теряется способность волос удерживать влагу, что является одной из основных причин повышения сухости волос. Исследование электрических свойств волосяных кутикул показало, что применение 1-го шампуня вызывает нарушения однородности проводимости волос. Анализ магнитных свойств позволил сделать вывод о том, что качество шампуня не оказывает существенного влияния на данную характеристику.

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ

	Высота чешуек относительно коркового вещества, нм	Параметры артефактов, нм	Электропроводность, Ом ⁻¹ ·м ⁻¹	Магнитные свойства	Общее состояние волоса
Образец 1	300-600	100-2000	$5,7 \times 10^{-4}$	— / / —	Множество микронных и субмикронных артефактов на поверхности волосяной кутикулы и (или) наличие расслоения края чешуек.

Образец 2	300-500	100-800	$2,1 \times 10^{-4}$ - $3,5 \times 10^{-4}$	однородные	Множество субмикронных артефактов на поверхности волосяной кутикулы, нарушение края кутикулы не наблюдалось.
Образец 3	100-350	—	$2,1 \times 10^{-4}$ - $3,5 \times 10^{-4}$	— // —	Нарушения края кутикулы и структуры волоса не наблюдались.

ПЛАН ПРОДОЛЖЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Исследование влияния термического и химического воздействий на волосяные кутикулы методами АСМ.
2. Исследование влияния функционализации подложки на результаты сканирования биологических объектов методом АСМ в жидкости.
3. Исследование возможности манипуляции биологическими объектами с помощью зонда АСМ.
4. Исследование взаимодействия биологических объектов с нанотрубками в жидкой среде.
5. Исследование влияния на волосы средств по уходу на основе таких свойств, как эластичность и пористость.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЗНЛ Интегра. Наносклерометрический модуль. Руководство пользователя. - Москва: Copyright © «НТ-МДТ», 2008.
2. Миронов В. Л., Основы сканирующей зондовой микроскопии. - Нижний Новгород: РАН Институт физики микроструктур, 2004 г – 72 с., 73 с..
3. Сайт компании «Нанотехнология-МДТ»: <http://www.ntmdt.com>
4. Рыбалкина М., Нанотехнологии для всех. Большое – в малом, 2005, 28-29, 234 с.
5. ЗНЛ Интегра. Атомно-силовая микроскопия, часть 3. Проведение измерений Руководство пользователя. - Москва: Copyright © «НТ-МДТ», 2008.
6. Быков В. А., Лазарев М. И., Саунин С. А., Применение атомно-силового микроскопа для исследования поверхностей магнитных материалов// Труды пятой всероссийской научно-технической конференции “Актуальные проблемы твердотельной электроники и микроэлектроники”, стр.102-104, 1998.

