

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ НАРАЩИВАНИЯ ВОЛОС ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ 980 НМ

**Ермолаев В.М.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

**Научный руководитель – к.т.н. Федорова Ю.В.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Работа ставит своей целью исследование возможности наращивания (соединения) волос с помощью лазерного излучения с длиной волны 980 нм и подбор оптимальных параметров проведения данной процедуры. Для достижения цели осуществляется компьютерное оптическое и теплофизическое моделирование человеческих волос и взаимодействия лазерного излучения с ними. Полученные в ходе моделирования оптимальные параметры проверяются в сериях реальных экспериментов, делается вывод об оптимальных параметрах для наращивания.

### **Введение.**

Наращивание волос – стандартная и пользующаяся большим спросом косметологическая процедура, выполняемая различными способами. Лазерное наращивание – передовая технология, демонстрирующая выдающиеся результаты. В отличие от традиционных методов, лазерное наращивание позволяет соединять волосы так, что они выглядят и чувствуются естественно, достичь хорошего объема и густоты волос, а также добиться любого эффекта в стрижке. Кроме того, данная процедура проходит быстрее, что также привлекательно для клиентов. Индустрия красоты заинтересована в развитии такого перспективного направления. В частности, компания Hairdreams выпустила целую линейку аппаратов лазерного наращивания Laserbeamer. Для такой новой технологии, как лазерное наращивание волос, существует обширное пространство для исследований и улучшений. Например, для проведения процедур с существующими лазерными аппаратами, как и в случае традиционного наращивания, необходимы дополнительные скрепляющие материалы (припой), что является недостатком имеющихся на рынке решений.

### **Основная часть.**

В работе исследована возможность наращивания (соединения) волос движущимся лазерным источником с длиной волны излучения равной 980 нм без припоя. Излучение с данной длиной волны достаточно хорошо поглощается волосом, что позволяет модифицировать его структуру и осуществить соединение.

Для оптимизации лазерного воздействия на волосы с целью наращивания в программах TracePro Expert («Lambda Research Corporation», США; номер версии 7.0.1) и COMSOL Multiphysics («COMSOL Inc.», США; номер версии 6.0) созданы компьютерные оптическая и теплофизическая модели волос человека. Выполнено моделирование распространения света в компьютерной оптической модели и распределения температуры в компьютерной теплофизической модели волос в результате непрерывного лазерного воздействия с длиной волны 980 нм. Выполнен расчет распределения функции Аррениуса, которое позволяет судить об объеме термических повреждений биоткани.

При оптимизации параметров лазерного воздействия на волосы для наращивания необходимо было выполнить следующие условия:

1. достичь температуры плавления волоса;
2. достичь значения функции Аррениуса меньше единицы, так как при значении функции Аррениуса не более единицы можно добиться успешного соединения волос без необратимых изменений.

Параметры, которые менялись при оптимизации – мощность излучения и скорость сканирования. Комбинации этих величин, при которых выполняются описанные условия, являются оптимальными.

Для проверки возможности наращивания волос и полученных в ходе моделирования оптимальных параметров проведены эксперименты с использованием диодного лазера Alta-ST с длиной волны 980 нм, работающего в непрерывном режиме в необходимом диапазоне мощностей. Излучение доставлялось по оптоволокну, передвигающемуся вдоль закрепленного в держателе образца с различной скоростью. Проведено сравнение компьютерного моделирования и эксперимента.

### **Выводы.**

Полученные результаты дают однозначно положительную оценку возможности наращивания волос с помощью излучения лазера с длиной волны 980 нм и позволяют иметь хорошее представление об оптимальных параметрах проведения данной процедуры. Результаты работы имеют практическую значимость для индустрии красоты, а сама технология – высокую коммерциализацию. В дальнейшем возможны проведение более масштабных и всесторонних испытаний технологии, в частности с волосами различных цветов, с окраской и без нее, а также создание прототипа аппарата для лазерного наращивания волос.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта НИРМА ФТ МФ  
Университета ИТМО*

Ермолаев В.М. (автор)

\_\_\_\_\_

Федорова Ю.В. (научный руководитель)

\_\_\_\_\_