

**Степанов В.Н., Кутовая Ю.С., Сударева Т.В.**  
Центр лазерной и информационной биофизики  
Оренбургского государственного университета  
E-mail: stepanov\_vladim1@mail.ru

## **ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИНЗ ДЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ЗРЕНИЯ**

**В работе проведены исследования влияния интенсивного лазерного излучения на оптические характеристики полимерных линз, используемых для коррекции зрения. Обнаружено ухудшение пропускающей способности материала линз в зависимости от времени облучения и характера воздействия излучения лазеров.**

**Ключевые слова:** спектрофотометрия, воздействие лазерного излучения на вещество, параметры оптических линз, оптические характеристики полимеров.

### **Актуальность**

В настоящее время широкое распространение в быту и технике получили устройства использующие лазеры или лазерное излучение. Электромагнитное излучение, генерируемое лазерными установками, отличается от обычных световых источников высокой интенсивностью излучаемой энергии, достигающей величин порядка  $10^9$  Вт, высокой направленностью, монохроматичностью, когерентностью. Эти свойства обеспечивают большую концентрацию электромагнитной энергии в малом пространственном объеме, что вызывает различные биологические эффекты в живых клетках, тканях организма. Наибольшие воздействия оказывает излучение с длиной волны менее 400 нм. В силу высокой энергетической плотности лазерного луча в поглощающих объектах может наблюдаться процесс двухфотонной абсорбции в едином акте светопоглощения (например, при излучении второй гармоники лазера на неодимовом стекле с длиной волны 532 нм) возникает такой же энергетический эффект, как и от поглощения одного фотона ультрафиолетового света с длиной волны 266 нм.

Критическими органами к воздействию лазерных излучений принято считать глаза и кожные покровы. Для защиты глаз от ультрафиолетового облучения можно использовать различные линзы, применяемые для коррекции зрения.

### **Цель исследований**

Изменение оптических свойств материала линз при воздействии на них интенсивного лазерного и оптического излучения.

### **Материал и методы**

В качестве объектов использовались контактные линзы следующих фирм: Acuvue (Johnson & Johnson (США)), ActiFresh400 (CooperVision (Великобритания)), EyeArt (EyeMed Technologies (Италия)); и полимерные очковые линзы следующих марок: Maksema, Universal, Punktullit.

В качестве источников воздействия использовались:

1. Лазерная указка, излучающая электромагнитные волны с длиной 445 нм, мощность 870 мВт.
2. Твердотельный лазер с диодной накачкой АТС 53-250, длина волны излучения 532 нм, мощность 250 мВт.
3. Твердотельный импульсный Nd: YAG лазер на неодимовом стекле LQ-529B, с длиной волны излучения (в нм) и соответствующей энергией импульса (в мДж): 1064–350; 532–190; 355–90, 266–12, частотой повторения импульсов-6 Гц.

Для измерения мощности и энергии лазерного излучения использовался детектор OPHIR 30A/30A-R.

Спектры поглощения и пропускания снимались на спектрофотометре T70 UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd.

Методика эксперимента: регистрировалась базовая линия пропускания или поглощения держателя линз, потом прописывался спектр необлученной линзы на спектрофотометре T 70. Линза помещалась на расстоянии 10 см от источника воздействия на определенное время, облучалась, после этого измерялся спектр объекта на том же спектрофотометре, после этого линза помещалась в то же место на

следующий определенный интервал воздействия. В конце эксперимента проводилась графическая и математическая обработка результатов, построение спектров поглощения или пропускания облученных образцов линз и сравнение их с необлученными образцами.

Состав изучаемых линз является коммерческой тайной фирм производителей, поэтому для определения примерного их состава были измерены спектры поглощения очковых линз во всем диапазоне спектрофотометра. Полученные спектры (рис. 2, цветная вкладка) сравнивались с эталонными спектрами известных веществ (рис. 1). В результате сравнения мы предположили, что полимерная очковая линза марки Maksema имеет в своем составе кроновое стекло, линзы Universal и Punktullit являются полимером CR – 39 с УФ – абсорбером.

### Результаты и обсуждения

Из анализа спектров поглощения (рис. 2, цветная вкладка) можно предположить, что линза из кронового стекла фирмы Maksema недостаточно защищает от УФ – излучения, для этого рекомендуется вводить в состав шихты специальные добавки, которые будут поглощать УФ – излучение. Линзы марок Universal и Punktullit являются хорошим средством защиты от УФ – излучения, так как пропускают свет от 400 нм, и отсекают УФ – область спектра. Значения спектров поглощения выше трех обладают большой погрешностью измерения (характеристики самого спектрофотометра), поэтому оценки изменения параметров линз в этом интервале необходимо проводить с большой степенью осторожности.

С целью исследования влияния жесткого ультрафиолетового облучения на материал линз, они облучались четвертой гармоникой ( $\lambda=266$  нм) импульсного Nd:YAG лазера LQ529B с частотой 6 Гц и энергией в импульсе 12 мДж. Из измеренных спектров следует, что поглощение полимера, входящего в состав очковых линз растет с увеличением времени воздействия лазерного излучения. Пик поглощения у всех полимерных очковых линз приходится на ультрафиолетовую часть спектра, и далее монотонно понижается с увеличением длины волны.

Наибольшее увеличение коэффициента поглощения наблюдается у линз марок Universal

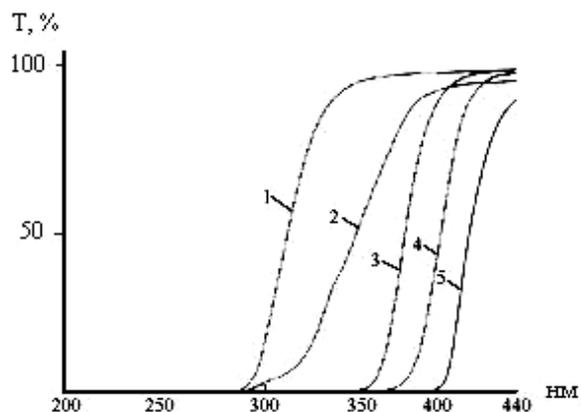


Рисунок 1. Спектры пропускания эталонных веществ: 1 – кроновое стекло; 2, 4 – поликарбонат; 3 – CR – 39 со светостабилизатором; 5 – CR – 39 с УФ – абсорбером

и Punktullit, в то время, как у линзы марки Maksema изменений практически не наблюдается. Можно предположить, что для данного вида излучения линза марки Maksema является более устойчивой.

Влияние лазерного излучения с длиной волны равной 445 нм на оптические линзы исследовалось с помощью лазерной указки Blue laser torch с мощностью облучения 750 мВт. Характер изменения коэффициента поглощения у очковых линз не изменился.

При исследовании контактных линз из трех представителей различных фирм выбиралась та, у которой эффекты воздействия проявлялись наиболее сильно. На рис. 3 (цветная вкладка) представлены спектры пропускания контактной линзы марки ActiFresh 400, которые показывают, что с увеличением времени воздействия коэффициент пропускания монотонно уменьшается примерно на 5% за время 20 мин.

Для определения влияния режима лазерного излучения на характеристики вещества контактных линз проведены эксперименты с непрерывным излучением диодного лазера АТС 53-250, мощностью 250 мВт и импульсным излучением лазера LQ 529B с энергией импульса 190 мДж, частотой 6 Гц на длине волны 532 нм. Графики Результатов экспериментов представлены на рис. 4 (цветная вкладка).

Проведенное исследование показало, что интенсивное лазерное излучение отрицательно влияет на оптические характеристики полимерных линз, что приводит к ухудшению их потребительских свойств. При проведении ис-

следований с контактными линзами никак не оценивался факт высыхания самих линз под воздействием лазерного излучения. Для уменьшения этого эффекта перед воздействием лин-

зы помещались на открытый воздух, для их высыхания. Для более конкретных рекомендаций необходимо провести дополнительные исследования.

21.09.2012

**Список литературы:**

1. Рейтузов, В. А. Обоснование применения мягких контактных линз / В. А. Рейтузов – СПб.: 2009. – 105с.
2. Щербакова, О. В. Органические очковые линзы из традиционных полимерных материалов в России / О. В. Щербакова. – 2005.– 124 с.

Сведения об авторах:

**Степанов Владимир Николаевич**, доцент кафедры радиофизики и электроники, кандидат физико-математических наук, e-mail: stepanov\_vladim1@mail.ru

**Кутовая Юлия Сергеевна**, студентка группы 07 МФ, кафедра радиофизики и электроники

**Сударева Татьяна Викторовна**, студентка группы 07 МФ, кафедра радиофизики и электроники

**UDC 681.7.069.24: 681.7.013**

**Stepanov V.N., Kutovaya Yu.S., Sudareva T.V.**

**INFLUENCE OF INTENSIVE LASER RADIATION ON LENS OPTIC ABILITIES FOR VISION CORRECTION**

This paper investigated the effect of intense laser radiation on the optical properties of plastic lenses used for vision correction. Found deterioration transmittance material lenses depending on the time of exposure and the nature of the impact of the laser radiation.

Key words: spectrophotometry, influence of laser radiation on material, optic lens parameters, optic characteristics of polymers.

Bibliography:

1. Reytuzov, V.A. Substantiation of soft contact lens usage. / V.A. Reytuzov – SPb.: 2009. – 105p.
2. Shcherbakova, O.V. Organic optic lens made of traditional polymer materials in Russia / O.V. Shcherbakova. -2005.– 124 p.