

**Соблюдение требований охраны труда на рабочих местах в оптических исследовательских лабораториях при работе с лазерами**

Студенты гр. 11311113 Кожевников Д. А., Астрада А. Н.  
Научный руководитель – Автушко Г. Л.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Современные тенденции развития областей науки связанных с исследованиями и испытаниями оптических систем вызывают необходимость своевременной реакции технических средств, которые будут обеспечивать точность анализа, что в свою очередь повышает требования к специалистам-операторам. Использование сложных оптических комплексов в лабораториях накладывает обязательства в проведении мероприятий с подробным разбором техники безопасности при работе. В связи с использованием прецизионной техники в оптических лабораториях получили широкое распространение лазерные интерферометры. Помимо этих приборов в оптической лаборатории находится огромное количество источников лазерного излучения (ЛИ). Это обуславливает необходимость более детального рассмотрения правил техники безопасности при работе с ЛИ. ЛИ высокой мощности при взаимодействии с мягкими тканями человека и аппаратами зрения вызывает их повреждение. Одним из самых распространенных видов несчастных случаев с лазерами является повреждение сетчатки и роговицы глаза. Повреждающий эффект ЛИ проявляется при попадании в глаз мощного строго направленного монохроматического излучения (Рисунок 1). Степень поглощения лазерного излучения различными структурами глаз зависит от длины волны и плотности световой энергии в зоне фокусировки.

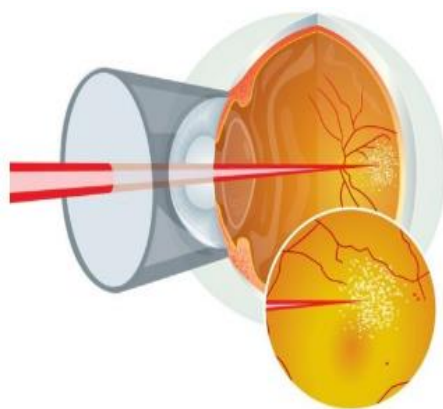


Рисунок 1 – Действие ЛИ на сетчатку глаза

Ближний диапазон инфракрасного излучения (780–1400 нм) является наиболее опасным для человеческого глаза, потому что мы не имеем естественной защиты от него. Глаз почувствует излучение, падающее на сетчатку, только после того, как непоправимый ущерб уже нанесен. Инфракрасное излучение в диапазоне 1400–11000 нм поглощается поверхностью глаза и не доходит до сетчатки. Это приводит к перегреванию ткани и горению, или разрушению роговой оболочки. Однако, это происходит только при значительно больших мощностях, чем те, которые опасны для сетчатки глаза [1]. Конструктивно приборы изготавливаются с условием невозможности расположения глаз оператора в области распространения лазерного пучка. При лазерном ожоге происходит повреждение пигментных структур сетчатки и хориоидеи с вовлечением окружающих тканей, что приводит к деструкции пигментного эпителия сетчатки (ПЭС), нейроэпителия, повреждению стенок сосудов с

выходом плазмы и форменных элементов крови. Характерные клинические проявления лазерного ожога – отек и кровоизлияния в центральной зоне сетчатки (в зоне фокусировки света). Скопление крови и продуктов ее распада в сетчатке может привести к необратимой потере зрительных функций глаза [2]. Взаимодействие ЛИ с кожным покровом так же зависит от длины волны и пигментации кожи. В видимой области отражающая способность очень высока. В большей степени та часть, пигментация которой незначительна. В связи с этим значительная часть видимого излучения будет отражаться. В дальней ИК области (2–20 мкм) поглощение кожного покрова заметно возрастает. Лазеры, излучающие в дальней ИК области на волне 10 мкм (СО<sub>2</sub>, некоторые полупроводниковые), представляют серьезную опасность для человека. В связи с особенностями кожи такое излучение поглощается почти полностью. Энергия задерживается в тонком слое. Даже кратковременное попадание излучения на кожу (15 мс) человека приводит тяжелым ожогам. Травмы кожи от лазеров делятся на две категории: тепловые травмы (ожоги) и фотохимические индуцированные повреждения от хронического воздействия рассеянного ультрафиолетового лазерного излучения. Фотохимические повреждения могут произойти с течением времени от ультрафиолетового облучения прямого света, зеркальных отражений, или даже диффузного отражения. Эффект может быть незначительным, но длительное воздействие может способствовать формированию рака кожи. Современные средства защиты глаз от ЛИ разделяются на активные и пассивные. К активным можно отнести защитные очки с определенным спектром поглощения (рисунок 1), к пассивным относят системы, предупреждающие пересечение глаза с лучом ЛИ. Для каждого типа лазеров подбираются очки с определенным светофильтром, пропускающим максимальное количество видимого света, но блокирующем свет на длине волны лазера. Удобство работы в лазерных защитных очках зависит от параметра VLT (visible light transmission). Использование неправильных (не тех, которые блокируют излучение данного лазера) является одной из наиболее распространенных причин повреждения глаз. Принципиальным способом изменения принципов обеспечения безопасности на рабочем месте является гарантированное отсутствие контактов органов зрения оператора с ЛИ. Существуют различные способы обеспечения данного условия, однако большинство из них в той или иной степени ограничивают функциональность установки и ее эргономичность для работы. После подробного анализа различных систем авторы предлагают к использованию новую систему обеспечения безопасности. Суть заключается в создании искусственного оптического тракта между зоной действия ЛИ и глазами оператора. Конструктивно предлагаемая система представляет собой непрозрачный в оптическом диапазоне экран. Данный экран предполагает непосредственное закрытие только той части исследуемого прибора, в которой будет проходить ЛИ. Части лазерной установки предназначенные для юстировки находятся вне экрана, что позволит регулировать ее работу при проведении испытаний. Визуальный контроль работы лазера будет осуществляться через установленный на данный экран, широкодиагональный монитор и цифровую камеру, установленную под экран и направленную в зону контроля лазерного пучка.

Совместное использование широкоспектральной камеры и монитора позволит с минимальной задержкой оценивать получаемые данные. Широкий спектр действия камеры позволяет проводить юстировку и исследование прибора на разных длинах волн генерации лазера, переводя их в видимое изображение на мониторе. Вспомогательные приборы и устройства, цель которых заключается в определении энергетических характеристик, так же предлагается связать с общим компьютером и выводить показания измерений на монитор. Предложенный комплекс позволит в высокой степени автоматизировать процесс, понизит ошибку оператора, предоставит более детальную информацию о наблюдаемой работе прибора, а также ожидается, что при использовании подобной схемы вероятность несчастного случая стремится к нулю.