



ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ

«Воздействие опасных и вредных производственных факторов
на здоровье человека»

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2014 г.

Содержание:

1. ВВЕДЕНИЕ
2. **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**
3. **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ОТВЕТНЫЕ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ**
 - 3.1 Воздействие виброакустического фактора
 - 3.2 Воздействие неионизирующих излучений
 - 3.3 Воздействие электромагнитных излучений
 - 3.4 Воздействие тяжести и напряженности
 - 3.5 Воздействие микроклимата
 - 3.6 Воздействие вредных веществ и аэрозолей
 - 3.7 Воздействие биологического фактора.

1. ВВЕДЕНИЕ

На здоровье человека и его работоспособность большое влияние оказывают характер трудовой деятельности и условия, в которых она протекает. Они могут благоприятствовать состоянию здоровья человека и или иметь отрицательный эффект при воздействии опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ).

Настоящий доклад посвящен вопросам характера и степени воздействия ОВПФ на здоровье человека, на функционирование его систем, возникновение заболеваний и других отдельных отрицательных последствий.

2. **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

В производственных ситуациях состояние человека изменяется под влиянием комплекса воздействия – связанных и независимых между собой. При этом реакции организма человека выражаются в изменениях его физиологических, психологических и биохимических характеристик. Свойство организма человека адекватно реагировать на разнообразные производственные факторы, включая физическое и (или) интеллектуальное напряжение, физические, химические и биологические воздействия, определяется состоянием и свойствами нервной системы. Этой системе принадлежит определяющая роль в формировании адаптированности организма человека и сохранении его функциональных возможностей на высоком уровне в процессе любого вида деятельности.

Производственные факторы оказывают влияние преимущественно в течение длительного времени, с перерывами в середине и после рабочего времени, а также в отпускной период. При этом, как правило, сразу не возникает нарушений в организме человека. Обычно в процессе трудовой деятельности формируется ограничение функциональных возможностей организма, связанное, в первую очередь, со снижением защитно-приспособительных процессов, формируемых нервной системой. В результате, развиваются промежуточные состояния между здоровьем и болезнью, протекающее без проявлений патологии и характеризующиеся изменением организма и его устойчивости к тем или иным нагрузкам. При продолжении воздействия и изменений в организме, формируются те профессиональные заболевания.

Отделы вегетативной нервной системы, регулируя разнообразные функции, определяют обеспечение двигательных функций, участвуя, таким образом в формировании поведенческих реакций, в том числе тех, которые обеспечивают трудовую деятельность.

Влияние нервной регуляции на функциональное состояние организма человека может быть эффективным лишь при повременном ходе физиологических процессов, т.е. при наличии биоритмических стереотипов. Внешними побудителями биологических ритмов являются влияние

социальных факторов, колебания освещенности, микроклимата, режима питания. Биологические ритмы оказывают значительное влияние на показатели функционального состояния человека.

Существующие в условиях современного производства технологические процессы предъявляют высокие требования к органу зрения. Внедрение новых видов оборудования, технологий и систем управления на базе ПЭВМ обуславливают повышенное напряжение зрительного анализатора. Для оптимизации зрительной деятельности человека, предупреждения переутомления и возможных нарушений зрения большое значение имеет характер зрительной работы и функциональное состояние органа зрения в процессе выполнения работ.

В связи с развитием и совершенствованием производства, переходом от ручного труда к механизированному, все более острой становится проблема слуха у работающих, при которой шум и вибрация становятся обязательным фактором всех отраслей промышленности.

Жизнедеятельность человека может нормально протекать лишь при условии терморегуляции и деятельностью различных систем организма, участвующих в ней. Напряжение этих систем может быть причиной снижения защитных сил, возникновения предпатологических состояний, усугубляющих степень влияния других производственных вредностей, снижения работоспособности, повышения заболеваемости. Под тепловым состоянием человека понимают такое функциональное состояние организма, которое обусловлено термической нагрузкой и характеризуется содержанием и распределением тепла в тканях тела, а также различной степенью напряжения механизмов терморегуляции. Основной причиной появления ощущений теплового дискомфорта у человека под влиянием тепла или холода является изменение кровоснабжения и функционального состояния терморепцепторов кожи. Поддержание теплового равновесия в естественных или искусственных условиях является важнейшим требованием для нормального протекания физиологических процессов в организме человека и залогом здоровья и трудоспособности. Комфортные теплоощущения могут сохраняться у человека в течение длительного времени только при условии обеспечения теплового баланса организма человека. Тепловой баланс осуществляется аппаратом химической и физической терморегуляции, а также реакцией человека, направленной на обеспечение оптимальных температурных условий с помощью определенной двигательной активности и одежды.

Нагрузки по поддержанию позы и степень развития утомления в отдельных частях тела способствуют к функциональному перенапряжению опорно-двигательного аппарата. При оценке рабочих поз особое внимание следует уделять описанию взаиморасположения частей тела в трудовом процессе и измерению соответствующей физической нагрузки. Качественные методы базируются на наблюдении и хронометраже, количественные методы базируются на измерениях и расчетах. Описание рабочей позы имеет три отправных положения: спины, рук и ног. Таким способом точно идентифицируются нерациональные, нефизиологические и неудобные позы.

Адаптация человека в производственных условиях обеспечивается различными функциональными системами, в которых принимает участие эндокринная система. В зависимости от характера опасные и вредные производственные факторы вызывают в значительной степени изменения гормонального фона. Проявления эндокринных нарушений незначительны. Однако, гормональные нарушения могут приводить к различным последствиям в зависимости от конкретных особенностей того или иного профессионального заболевания.

3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ОТВЕТНЫЕ РЕАКЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ

В процессе производственной деятельности человек постоянно сталкивается с опасными и вредными факторами (повышенным шумом, вибрацией, излучениями, радиацией, запыленности, охлаждающего и нагревающего микроклимата и т.д.), оказывающих отрицательное действие и нарушение здоровья человека и, как следствие, развитие профессиональных заболеваний.

3.1 Воздействие виброакустического фактора

Виброакустические факторы (шум, инфра- и ультразвук, вибрация) как стресс-факторы являются общебиологическими раздражителями, оказывающими влияние на все системы организма человека,

вызывают появление преждевременного утомления, снижение работоспособности, способствуют развитию профессиональной заболеваемости.

Развитие автоматизации производственных процессов приводит к использованию оборудования, генерирующие интенсивные производственные **шумы**, которые оказывают негативное воздействие на организм человека. Действие производственного шума на человека проявляется в специфических изменениях, наступающих в органе слуха и в неспецифических, возникающих в других органах и системах: изменения центральной нервной системы (как следствие – нарушение сна), развитие невротических и астенических расстройств, нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы.

Наиболее выраженное повреждающее действие шум оказывает на орган слуха. В условиях шумовой нагрузки орган слуха выполняет двойную роль: обладая высокой разрешающей чувствительностью, снабжает организм сенсорной информацией и одновременно обеспечивает защиту от чрезмерно высокого уровня входного сигнала. В шумовой нагрузке, когда характер шумового раздражителя может меняться, действует адаптационный механизм, выражающийся во временном смещении порогов слуховой чувствительности. Длительное воздействие шума увеличивает время возвращения слуховых порогов к исходному уровню, что может служить признаком утомления анализаторов.

Изменения, возникающие в нервной системе, могут наступать раньше, чем в слуховом анализаторе, приводя к функциональным сдвигам в сердечно-сосудистой системе, нарушению процессов терморегуляции и желудочно-кишечном тракте.

Другие разновидности производственного шума, такие как **инфра- и ультразвук** имеют внедрение в таких отраслях промышленности, как очистка, промывка, шлифовка, сварка. Помимо технологического ультразвукового оборудования, на предприятиях нередко ультразвуковые колебания образуются как побочное явление при работе турбин, реактивных двигателей, аэродинамических труб, при плазменной резке, напылении и наплавке. Работа ультразвукового оборудования сопровождается распространением ультразвуковых колебаний в окружающей среде. При ультразвуковых технологических процессах ультразвуковые колебания, распространяющиеся в воздухе, изолированно не встречаются. Они сочетаются с шумом различной интенсивности, образуя комплекс низкочастотных ультразвуковых и высокочастотных звуковых колебаний. Воздействие производственного инфра- и ультразвука приводят к функциональным расстройствам со стороны вестибулярного анализатора, нейро-эндокринной и сосудистой систем. Высокие уровни инфра- и ультразвука могут вызывать структурные изменения в головном мозге, вегетативных отделах центральной и периферической нервной системе, обмена веществ. У работающих в условиях воздействия инфра- и ультразвука может развиваться артериальная дистония, гипотония, спазмы сосудов. Очень часто вегетативно-сосудистые нарушения сочетаются с изменениями кожной чувствительности.

Действие производственной **вибрации** определяется уровнем интенсивности, способом её передачи на человека и физическими свойствами тела человека. Воздействуя на тело человека в зоне контакта с источником вибрации и распространяясь по тканям, колебания раздражают механорецепторы, вызывая нейрорефлекторные и субъективные реакции, а также непосредственную реакцию в тканях и органах. Длительное воздействие вибрации приводит к патологическим нарушениям в организме работающих – вибрационную болезнь. Вибрационная болезнь - одна из наиболее распространенных форм профессиональных заболеваний. Проявлением вибрационной болезни являются расстройства нервной и сосудистой систем в виде вегетативно-сосудистых и сенсорных нарушений. Также отмечается развитие дистрофических изменений в опорно-двигательном аппарате. Неблагоприятные эффекты общей и локальной вибрации обусловлены комплексом рефлекторных изменений в функциональном состоянии нервной системы, вызывают изменения в вестибулярном аппарате, сердечно-сосудистой системе. Действие производственной вибрации оказывает влияние на состояние костно-суставного аппарата, сосудистую систему.

Защитой от виброакустических факторов являются снижение уровня виброакустического фактора до предельно-допустимых уровней и соблюдение предельно-допустимых уровней, звукоизолирующие кожухи, экраны, вибро- и шумопоглотители, средства индивидуальной защиты, проведение периодических медицинских осмотров работникам.

3.2 Воздействие неионизирующих излучений

В процессе эволюции человек адаптировался к естественному фону *оптической радиации*, источником которой является Солнце. Плотность потока солнечного излучения, достигающего верхних слоев атмосферы Земли составляет примерно 1350 Вт/м^2 . Приблизительно 50 % потока – излучение ИК-диапазона (инфракрасное), 45 % - видимый свет и 5 % - УФ-излучение (ультрафиолетовое).

Плотность потока солнечной энергии на поверхности Земли значительно ниже благодаря поглощению в атмосфере и зависит от высоты Солнца над земным горизонтом, от плотности и прозрачности атмосферы. Спектр солнечного излучения, достигающего поверхности Земли, также значительно изменяется благодаря мощному поглощению УФ-части спектра озоновым слоем Земли и ИК-части водяного пара в атмосфере.

По сравнению со всеми другими видами неионизирующей радиации *УФ-излучение* характеризуется наибольшей квантовой энергией, что и определяет высокую биотропность этого излучения. С другой стороны, так как УФ-излучение имеет низкую проникающую способность, то оно оказывает непосредственное воздействие на кожный покров и органы зрения. Попадающее в глаз излучение в значительной степени поглощается слизистой, роговицей и хрусталиком и только небольшая часть УФ-А-излучения достигает сетчатки глаза. Воздействие УФ-излучения на орган зрения может вызвать фотоконъюнктивит. Такое ощущение как «песок в глазах» сохраняется в течение 1-5 дней. После воздействия излучений УФ-С и УФ-В диапазонов развивается Фотокератит. УФ-В-излучение способно влиять на мунную систему организма человека. УФ-излучение с длинами волн, превышающими 290 нм, достигает хрусталика глаза и может взаимодействовать с его тканями. Наибольшее воздействие на хрусталик оказывает УФ-излучение в диапазоне 295-320 нм. Однократное мощное воздействие УФ-излучения, а также длительное низкоинтенсивное действие могут вызывать изменения прозрачности хрусталика.

Основная часть УФ-излучения, воздействующего на организм, поглощается в эпидермисе, причем степень поглощения возрастает при уменьшении длины волны. Острое УФ-облучение кожи приводит к развитию таких реакций как гиперпигментация кожи (загар), возникновение эритемы, образование пигментных гранул и изменения клеток эпидермиса. Хронические изменения, вызванные УФ-излучением в коже состоят в дегенерации дермиса, снижении эластичности кожных покровов. Хроническое УФ-облучение может стимулировать нарушения эпидермального роста. Следствием хронических УФ-облучений является провоцирование рака кожи. Канцерогенное действие УФ-излучения зависит как от количества, так и от длительности облучений. В оптимальных дозах УФ-излучение вызывает усиление сердечной деятельности, снижение частоты сердечных сокращений. Таким образом, абсолютно безопасных доз УФ-излучения не существует, хотя малые дозы представляют собой относительно небольшую опасность.

УФ-излучение в небольших дозах ($2-5 \text{ мВт/см}^2$) оказывает положительное влияние на организм человека. УФ-излучение вырабатывает синтез витамина Д₃. Это имеет важное значение в детском, подростковом и пожилом возрасте. У детей и стариков может наблюдаться дефицит витамина Д. У детей это приводит к рахиту, а у стариков к остеопорозу. В медицине широко применяется УФ-облучение крови с последующей инфузией её больному. Этот метод применяется с лечебной целью и оказывает положительное действие при воспалительных, инфекционных, сердечно-сосудистых, аллергических заболеваниях.

Проникающая способность *излучения видимого диапазона* (светового) по отношению к большинству биологических тканей (за исключением оптических сред глаза) крайне мала. Излучение видимого диапазона при достаточных уровнях энергии может представлять опасность для кожных покровов и органов зрения. Если граница между ультрафиолетовым и видимым излучением определяется спектральной границей пропускания оптических сред глаза, то при воздействии на кожу трудно провести грань между ближним ультрафиолетом и коротковолновой частью видимого диапазона спектра.

В обычных условиях сетчатка глаза защищена от слишком яркого видимого излучения таким безусловно-рефлекторным механизмом, как зрачковый и мигательный рефлекс, движения глазных

яблок, поворот головы в сторону от источника слишком яркого света, экранирование глаз руками и т.д. Однако в тех случаях, когда эти механизмы по каким-либо причинам не срабатывают, происходят функциональные и органические изменения органов зрения. Повреждение сетчатки глаза может происходить и при длительном воздействии света умеренной интенсивности, недостаточной для развития термического ожога. Такого рода повреждения возникают при воздействии глубокой части спектра (400-550 нм), оказывающей на сетчатку специфическое фотохимическое воздействие. Воздействие излучения видимого диапазона играет определенную роль в старении сетчатки и возникновении некоторых дегенеративных изменений. Слишком низкий уровень освещенности также является негативным фактором.

ИК-излучение представляет собой часть электромагнитного спектра от 0,78 до 1000 мкм, характеризуются такой квантовой энергией, которая при поглощении в веществе вызывает тепловой эффект. ИК-диапазон спектра принято подразделять на три области: ИК-А (от 0,78 до 104 мкм), ИК-В (от 1,4 до 3,0 мкм), ИК-С (от 3 до 1000 мкм), различающихся по особенностям биологического действия.

В последнее время применение источников ИК-излучения резко расширилась и возросло число лиц, подвергающихся ИК-излучению в процессе трудовой деятельности. Вследствие низкой квантовой энергии ИК-излучение не способно индуцировать фотохимические реакции в биологических тканях и его действие на организм человека прежде всего тепловое. Воздействие этого излучения характеризуется отсутствием эффекта кумуляции. Так как вода почти полностью поглощает ИК-излучение с длинами волн от 1 до 15 мкм, большинство биологических структур для этих длин волн непрозрачно. Единственная область высокой прозрачности приходится на диапазон 0,7-1,4 мкм. Наиболее поражаемые у человека органы – кожный покров и орган зрения.

В обычных условиях у человека существуют определенные защитные механизмы, предотвращающие воздействие ИК-излучения на орган зрения – мигательный, зрачковый, и другие рефлексы. В естественных условиях ИК-излучение обычно сочетается с интенсивным излучением видимого диапазона и эти механизмы достаточно эффективно ограничивают дозу излучения, проникающего внутрь глаза. Интенсивное ИК-излучение, падающее на роговицу глаза, вызывает ощущение боли, рефлекторное смыкание век глаза и поворот головы в сторону от источника излучения. Нервные окончания в роговице крайне чувствительны даже к небольшому повышению температуры, что нагрев роговицы до 45°C вызывает у человека ощущение острой боли в глазах, и что срабатывание защитных рефлексов происходит еще до возникновения болевого ощущения. В силу таких причин ожоги роговицы почти не встречаются.

Особо подвержена поражающему воздействию ИК-излучения радужка глаза (вследствие своей пигментированности). Переднюю камеру глазного яблока заполняет водянистая влага, располагающаяся между роговицей, радужкой и хрусталиком. Поглощение ИК-излучения в этой среде приводит к образованию тепла, которое путем теплопереноса передается другим структурам глаза, в первую очередь хрусталику.

Частым профессиональным заболеванием ИК-излучения является катаракта хрусталика (термическая катаракта). Формирование термической катаракты может происходить как вследствие первичного поглощения ИК-энергии непосредственно в хрусталике, так и вторично – в результате нагрева хрусталика путем теплопереноса от радужки и водянистой влаги передней камеры глаза. Возможен и фотохимический механизм развития нарушений метаболизма в хрусталике при длительном непрерывном ИК-воздействии (от нескольких часов до суток). При остром интенсивном ИК-облучении, также возможно образование катаракты.

Для наиболее коротковолновой части ИК-излучения (0,78-1,4 мкм) оптические среды глаза являются прозрачными и излучение может фокусироваться на сетчатке. Однако анализ биологического воздействия этих длин волн на сетчатку глаза связан со значительными трудностями. Процессы, происходящие в ретине при поглощении ИК-излучения, крайне мало отличаются от аналогичных процессов при поглощении энергии светового излучения. Поэтому очень сложно обнаружить какие-либо эффекты, специфические именно для ИК-излучения и отличающихся от тех тепловых эффектов, которые принято связывать с воздействием светового излучения.

Поглощение ИК-излучения в коже человека в значительной степени зависит от оптических характеристик кожного покрова – от его спектральных характеристик отражения, поглощения и пропускания. Спектральная характеристика отражательной способности кожи имеет максимум в

области 0,7-1,2 мкм и крайне близка по форме к спектру излучения Солнца. Следовательно, кожа человека эффективно отражает солнечную радиацию и в то же время незащищена от излучений дальнего ИК-диапазона. С другой стороны, спектральный максимум проникающей способности ИК-излучения близок к 1,2 мкм. При этой длине волны до 20 % излучения, падающего на поверхность кожи, может проникать в кожу человека на глубину до 5 мм. Из всего сказанного следует, что в целом спектральная характеристика биологического действия ИК-излучения на кожу характеризуется двумя видами биотропности: первый - область близкого ИК-излучения с максимумом примерно 1,2 мкм, второй – диапазон ИК-излучения с длинами волн, превышающими 2 мкм.

Длинноволновое ИК-излучение вызывает поверхностный нагрев кожных покровов, но гораздо более биотропным является излучение ближнего ИК-диапазона, так как оно проникает вглубь кожи и поэтому может производить более значительные повреждения. Основными биологическими эффектами при воздействии ближнего ИК-излучения являются ожоги, усиление пигментации кожи. При хронических, многократно повторяющихся облучениях изменение пигментации может становиться стойким. Хроническое, даже низкоинтенсивное, ИК-облучение вызывает блефароконъюнктивит. При нагреве кожи до 45°C возникает ощущение боли, зависящее только от температуры кожи, но не от скорости нагрева. Патологическое воздействие мощного ИК-излучения на кожу по своему характеру не отличается от явлений, имеющих место при обычном ожоге. При нагреве ниже 43-44°C ожог, ещё не возникает. Если же температура кожи превышает этот предел, развивается эритема. При температуре 46-47°C начинается денатурация белков и деструкция кожной ткани. Подъем кожной температуры до 70°C приводит к необратимому повреждению большинства энзимных систем. Степень повреждения кожных тканей определяется как температурой кожи, так и длительностью гипертермического воздействия.

Воздействие ИК-излучения на организм человека может проявляться не только в виде местных, но и общих реакций, причем коротковолновое ИК-излучение обладает более выраженным общим воздействием. Большое количество поглощенного ИК-излучения приводит к перегреву и повышению температуры организма вследствие нарушения гомеостатических механизмов терморегуляции (тепловой стресс). При этом происходит снижение предельного уровня аэробного обмена и физической работоспособности, функциональных возможностей организма, изменение иммунореактивности. Высокая температура окружающей среды и физическая нагрузка на организм в значительной степени способствует негативному влиянию ИК-излучения на процессы терморегуляции.

ИК-излучение может оказывать действие на внутренние органы организма человека, например, вызывать снижение кровообращения в селезенке и почках. Многолетнее воздействие излучения ближнего ИК-диапазона влияет на состояние верхних дыхательных путей (ринит, хронический ларингит, синуситы).

Воздействие **лазерного излучения** на организм человека отличается особенностями обусловленными свойствами самого лазерного излучения. К характерным свойствам лазерного излучения относят направленность и интенсивность.

Лазерное излучение по своей природе является направленным, т.е. распространяющимся в пределах малого телесного угла. Кроме того, временная и пространственная согласованность этого излучения позволяет осуществить его фокусировку в пятно минимального размера с соответствующим гигантским увеличением плотности мощности. В силу этих причин большая направленность и высокая интенсивность лазерного излучения существенно влияет на специфику его биологического действия. При малых интенсивностях физические характеристики первичного взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями (отражение, поглощение, рассеивание) не отличаются от аналогичных характеристик воздействия других излучений. С ростом интенсивности процесс воздействия усложняется. Высокие энергетические плотности ведут к структурным изменениям самих тканей и соответственно их оптических свойств непосредственно во время действия излучения. Поэтому следует четко разграничивать изменения, связанные с действием высокомоощного лазерного излучения (вызывающего выраженные термические эффекты), реакции организма на низкоинтенсивное излучение, не оказывающее теплового воздействия.

Вследствие того, что биологические ткани имеют различные спектральные характеристики поглощения, лазерное излучение действует избирательно на различные органы и системы и даже на различные внутриклеточные структуры. Воздействие лазерного излучения может вызвать в

биологической ткани целый ряд эффектов: тепловой, ударный, светового давления, образование в пределах клетки микроволнового электромагнитного поля. При больших плотностях энергии могут возникнуть различные нелинейные оптические процессы.

Важнейшим эффектом взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями является тепловой эффект, который состоит в том, что в сложных структурах тканей могут нагреваться до высоких температур лишь некоторые слои, а при воздействии коротких импульсов лишь некоторые элементы клеток, в то время как среднее по всей клетке приращение температуры мало. При достаточно высокой плотности мощности излучения выделяющееся в тканях тепло вызывает коагуляцию белков и других органических молекул, что клинически выявляется в виде ожогов тканей. При высокой мощности излучения наблюдается ударное действие лазерного излучения. В результате этих процессов в ткани возникает резкое повышение давления, которое распространяется сначала со сверхзвуковой скоростью, имея характер ударной волны, затем постепенно замедляется. При лазерном облучении кожи ударная волна, распространяясь во внутренних тканях, может вызвать их повреждение без каких-либо внешних проявлений. Лазерное излучение также может инициировать в облучаемых тканях фотохимические реакции, являющиеся результатом активации биомолекул при поглощении кванта энергии излучения.

Лазерное излучение видимого и ИК-А диапазонов длин волн вызывает ожоги сетчатки. При очень коротких импульсах повреждение сетчатки является следствием возникновения термоакустической ударной волны. Длинноволновое видимое и ИК-А-лазерное излучение вызывает также повреждение передней части глаза. Лазерное излучение ИК-В диапазона длин волн приводит к изменениям в хрусталике и роговичной оболочке. В ИК-С диапазоне оптические среды глаза становятся непрозрачными, так как поглощение лазерного излучения этой области спектра водой является очень высоким. Для длинноволнового ИК-диапазона механизм взаимодействия с биологическими тканями становится только тепловым. В ИК-С области спектра порог повреждения тканей глаза приближается по величине к порогу повреждения кожи. Мощное лазерное излучение вызывает в коже выраженные деструктивные изменения теплового характера, напоминающие термический ожог.

В целом все термические эффекты интенсивного лазерного облучения имеют ярко выраженный дозозависимый характер и определяются следующими факторами:

- коэффициенты поглощения и рассеивания биологической тканью лазерного излучения соответствующей длины волны;
- энергетическая освещенность или энергетическая экспозиция лазерного луча на ткани;
- длительность экспозиции;
- уровень кровотока;
- площадь облучаемой поверхности.

Лазерное излучение также приводит к изменениям со стороны вестибулярного анализатора, нейроэндокринной и сосудистой систем.

3.3 Воздействие электромагнитных излучений

Физические поля электромагнитной (ЭМП) природы: *электрические* (ЭП) и *магнитные* (МП), как факторы производственной среды являются гигиенической проблемой. Среди всего спектра электромагнитных полей наибольшей биологической значимостью выделяются ЭМП микроволнового диапазона. Источниками этих полей могут быть различные радиоизлучения средств связи, радиовещания, медицинская аппаратура, промышленные установки и т.д.

МП используют в электродвигателях и генераторах постоянного тока, СВЧ-генераторах и т.д. Источниками МП могут быть также линии электропередач, электрические устройства с постоянным током и т.д. В настоящее время широко используются разнообразные магнитные материалы и искусственные системы, создающие постоянные магнитные поля (ПМП), импульсные поля (ИМП), инфранизкочастотные (с частотой 50 Гц) переменные магнитные поля (ПерМП).

В установках, напряжением выше 400 кВ, в открытом пространстве создаются ЭП промышленной частоты (50 Гц). При этом различные производственные процессы сопряжены с воздействием значительных уровней ЭП. Электростатические поля (ЭСП), связанные с возникновением, сохранением и регламентацией свободных зарядов на поверхности могут иметь место в различных производственных энергоэлектрических установках и оборудовании.

В зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия ЭМП: радиочастот (РЧ) и микроволн (МКВ) вызываемые изменения в организме человека подразделяют на изменения от острого или хронического воздействия. Острое воздействие обусловлено термическим воздействием ЭМП, как правило, при нарушении правил охраны труда и техники безопасности и носит (обычно) локальный характер. При облучении пострадавшие ощущают тепло в месте воздействия, схожее с действием солнечных лучей. У них отмечается повышение температуры тела, нарушение сердечно-сосудистой деятельности. Особое место влияния РЧ и МКВ на организм человека занимает помутнение хрусталика с потерей зрительной функции (катарактогенез). Помимо катаракты, подвоздействием электромагнитных излучений при частотах, близких к 35 ГГц, могут возникать повреждения роговицы. При нетепловых интенсивностях обнаруживаются нарушения функции зрения, связанные с различием цветов, сосудистые изменения глазного дна. При воздействии импульсных ЭМП возникают слуховые эффекты. При облучении головы прямоугольными импульсами с пиковой плотностью потока энергии порядка 300 мВт/см^2 и средней $0,1-0,4 \text{ мВт/см}^2$ у человека возникают слуховые ощущения. В зависимости от частоты и длительности следования импульсов ЭМП звук воспринимается как щелчки, жужжание или чирикание. При определенных параметрах ЭМП у человека могут возникнуть реакции, подобные тем, которые бывают при акустическом шуме. У людей связанных с работой источников ЭМП РЧ и МКВ, выявляются разнообразные неврологические расстройства, как субъективного, так и объективного плана. Наиболее характерным результатом хронического воздействия ЭМП являются: реакция центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, системы крови. Хронические воздействия ЭМП РЧ и МКВ при интенсивности менее 1 мВт/см^2 могут вызывать в кровяной системе различные неустойчивые изменения: лейкопению, лейкоцитоз, увеличение количества лимфоцитов. Выраженность изменений при воздействии ЭМП РЧ и МКВ зависит от интенсивности и времени воздействия.

Степень воздействия МП на организм человека зависит от максимальной напряженности поля в рабочем пространстве, от расположения рабочего места, особенностей режима работы. Действие МП может быть непрерывным и прерывистым. Влияние МП может быть острым и хроническим. При действии ПерМП могут наблюдаться характерные только для этого вида физических полей явления зрительных ощущений (фосфены). В момент прекращения воздействия эти ощущения сразу пропадают. Это является результатом непрямого действия на зрительный анализатор наведенных электрических токов. Каких-либо субъективных ощущений в момент воздействия постоянные МП у человека не вызывают. Реакция организма, обусловленная хроническим воздействием МП, определяется прежде всего функциональными изменениями со стороны нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, системы кровообращения. Проявление действия МП может выражаться в виде вегетативных и сердечно-сосудистых изменениях.

При действии ЭП выявляется невротический симптомокомплекс и ряд вегетативных проявлений. Возможными последствиями действий ЭП на организм человека является возникновение злокачественных новообразований, лейкемии. Частота и степень выраженности изменений в организме человека зависит от интенсивности и продолжительности действия ЭП.

3.4 Воздействие тяжести и напряженности

Автоматические и полуавтоматические линии, сборочные конвейеры, станки с ЧПУ, высокая интенсивность всех видов ручных операций, физически облегчив труд человека, но привело к однообразию выполняемых движений. Поскольку каждое отдельное движение само по себе неустойчиво, сокращаются периоды отдыха между ними, увеличивается их скорость выполнения, а в результате накапливается локализованное утомление.

Заболевания рук, плечевого пояса, ног и спины от постоянных трудовых нагрузок встречаются при всех видах производственной деятельности, от выполнения как типичных, так и специфических рабочих движений. Эти движения и позы являются факторами риска, которые почти неизбежно приводят к болезням функционального перенапряжения. От положения кисти зависит четкость выполнения таких движений, как захват, установка, нажатие, удержание. Качество ручного труда зависит от удобства расположения кисти. Нельзя не упомянуть также о работах с использованием так называемой клавиатурной техники (ПК, клавишно-кнопочные пульты управления и т.д.). От расположения кисти зависит и скорость выполнения трудовых задач. Неудобное положение кисти заставляет работать в невыгодном для них режиме не те мышцы, которые непосредственно

выполняют, а те, которые выполняют вспомогательную функцию. Поэтому легкие движения пальцами при неудобной позе могут вызвать перенапряжение шейно-плечевых мышц и даже мышц поясницы.

Повторяемость одних и тех же движений наносит вред организму в зависимости от частоты и скорости их выполнения. Очень быстрые движения могут вызвать заболевание при минимальной физической нагрузке, абсолютно безопасной при нормальном темпе работы. Так, при часто повторяющихся мелких движениях кисти прежде всего страдают сухожилия мышц предплечья. Особенно чревата функциональными перегрузками работа при заданном темпе оборудованием. При свободном темпе трудового процесса заболевания возникают значительно реже.

Когда движения малой силы и незначительной амплитуды осуществляют при вынужденном положении тела, неудобные позы вызывают значительное биомеханическое напряжение суставов и окружающих их мягких тканей. Мышцы, работающие в статическом режиме сокращения, в 12 раз дольше восстанавливают свою работоспособность после прекращения нагрузки, чем при перемещающейся, динамической работе. Более того, мышцы рук не способны более нескольких минут поддерживать статическое сокращение, превышающее 20 % их силы, без выраженного и быстро нарастающего утомления. Следовательно, при отсутствии достаточного времени для восстановительного отдыха длительные статические нагрузки довольно скоро приводят к ослаблению суставов, связок и сухожилий. Длительное функциональное напряжение вызывает появление признаков утомления под влиянием работы, т.е. снижения уровня работоспособности человека или в данном случае, его мышечной системы. Это проявляется как в виде субъективных неприятных ощущений и жалоб на боли в различных регионах тела, так и в виде объективных показателей уменьшения работоспособности или локальных перегрузок.

Среди факторов, влияющих на функциональное состояние опорно-двигательного аппарата, кроме физической нагрузки и вынужденного положения тела, следует отметить возрастные, половые, физические особенности человека.

3.5 Воздействие микроклимата

При воздействии **низкой температуры** в организме человека развиваются сложные защитные и адаптационные реакции, позволяющие в течение некоторого периода времени сохранять нормальную температуру тела. Начальная реакция на действие холода выражается в усилении функции центральной и вегетативной нервной системы и росте активности функций эндокринных желез, благодаря чему и повышается обмен веществ и связанное с ним теплообразование. Одновременно ограничивается теплоотдача (сужение сосудов поверхности тела, понижение потоотделения), что приводит к поддержанию нормальной температуры тела. Когда эта общая реакция становится недостаточной и температура тела снижается, выявляется следующая стадия – истощение и патологическое доминирование системы, ответственной за адаптацию. Последовательно развивается торможение корковых и подкорковых отделов головного мозга и понижается обмен веществ.

В зависимости от интенсивности воздействия низкой температуры могут наблюдаться острые или хронические повреждения органов и тканей организма. По особенностям возникновения обычно разделяют следующие виды отморожений:

- при температуре окружающей среды ниже 0°C (наиболее часто страдают дистальные конечности – пальцы, уши, нос, щеки, подбородок);
- при температуре среды выше 0°C отморожения возникают в результате длительного, от нескольких суток до нескольких лет, воздействия (повреждаются преимущественно стопы и кисти);
- контактные – возникают от непосредственного соприкосновения кожи или слизистых оболочек с сильно охлажденным предметом или веществом.

По глубине поражения различают следующие степени отморожения:

- I – поражает поверхностный слой эпидермиса;
- II – поражает базальный слой эпидермиса с образованием пузырей;
- III – некроз кожи и подкожной клетчатки;
- IV – наряду с поражением мягких тканей некротизируется кость.

По развитию патологии во времени различают два периода:

1. дореактивный, т.е. период экспозиции холода, когда патологические реакции, морфологические изменения в тканях и клинические проявления минимальны;

2. реактивный, наступает после отогревания отмороженной части тела, в течение которого все изменения проявляются полностью.

Почти у 100 % всех пострадавших от обморожения наблюдается холодовая травма конечностей. Это связано с высокой теплоотдачей и именно этих частей тела из-за сравнительно большой площади при относительно малой массе тканей. Холод повышает тонус гладких мышц стенок кровеносных сосудов, что приводит к сужению их просвета и снижению кровотока вначале в капиллярах, затем в венах и артериях. Дальнейшее снижение температуры вызывает сгущение крови в сосудах охлажденной ткани. После отогревания тканей быстрое восстановление обменных процессов (через несколько часов) при длительно сохраняющейся дистонии сосудов (до нескольких суток) вызывает циркуляторную гипоксию. Развитие отека ткани при холодовой травме связано с проницаемостью стенок сосудов.

В зависимости от климато-географической зоны, условий труда и быта, стажа работы и интенсивности воздействия охлаждающей силы среды (температуры, влажности и скорости движения воздуха) отмечаются расстройства обмена веществ, выделительной и пищеварительной систем организма. Жизнедеятельность физиологических систем целостного организма человека страдает уже при снижении температуры тела ниже 30-35°C, а при 22-25°C развиваются необратимые нарушения.

Высокая температура окружающей среды оказывает значительное влияние на организм человека. К тепловым поражениям относят следующие заболевания: тепловой и солнечный удар, тепловой обморок, тепловые судороги, тепловое истощение вследствие обезвоживания и др. Большинство тепловых заболеваний наблюдается у лиц, работающих в помещениях с неблагоприятным микроклиматом или на открытой территории без индивидуальных средств защиты под солнцем.

Тепловой удар – возникает вследствие острой недостаточности терморегуляции организма человека. Чаще возникает у молодых здоровых людей при напряженной работе в условиях жары. В механизме развития теплового удара ведущее место занимает декомпенсация терморегуляции под воздействием экзогенного и эндогенного тепла, которое своевременно не отдается организмом в окружающую среду вследствие недостаточности потоотделения. Избыточное накопление тепла приводит к быстрому и значительному повышению температуры органов и тканей, а это в свою очередь к изменениям ЦНС. Ведущим фактором теплового удара является инфракрасное излучение солнца и, меньшей степени, конвекционное тепло окружающего воздуха, вызывающее накопление тепла в организме выше физиологических пределов.

Тепловое истощение бывает двух типов. Истощение I степени возникает вследствие уменьшения содержания солей в организме и встречается обычно в самые жаркие периоды времени в связи с потерей солей при обильном потоотделении. Истощение II степени обусловлено перенапряжением механизмов терморегуляции в связи со срывом функции потоотделения, вследствие чего и развивается перегревание организма.

Тепловой обморок чаще всего наблюдается у молодых людей, плохо адаптированных к жаркому климату. Его возникновение связывают с расстройством функции сердечно-сосудистой системы вследствие интенсивной мышечной работы при высокой температуре окружающей среды. Длительное воздействие нагревающего микроклимата воздействует на системы организма человека, ответственные за сохранение теплового гомеостаза. При этом возможны не только физиологические сдвиги в этих системах. Наиболее выраженные реакции при длительной работе в условиях нагревающего микроклимата отмечаются со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем. В условиях нагревающего микроклимата отдача тепла организмом затруднена, а при увеличении тяжести трудового процесса происходит его накопление, в связи с чем не происходит должного восстановления физиологических функций и развивается напряжение или даже перенапряжение, характеризующееся тахикардией во время работы, ростом легочной вентиляции, увеличением энергозатрат и влагопотерей за смену.

Процесс адаптации к условиям нагревающего микроклимата очень сложен и у некоторых людей он не завершается даже через 3-5 лет, что приводит к повышению производственного травматизма. Общим противопоказанием для работы в условиях нагревающего микроклимата являются следующие основные заболевания: вегето-сосудистая дистония, артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца.

3.6 Воздействие вредных веществ и аэрозолей

Действие промышленных *химических веществ* определяется химической структурой веществ, его физиологическими свойствами, агрегатным состоянием. Пути поступления химических веществ различны: ингаляционный (через органы дыхания) и через кожу. Характер и выраженность действия вредных веществ на организм человека в значительной степени определяются действующей концентрацией (уровнем содержания данного вещества в воздухе рабочей зоны) и временем воздействия. Вредные вещества в зависимости от их свойств и экспозиции (действующей концентрации, времени воздействия) могут вызывать острые и хронические отравления. Острые интоксикации развиваются при аварийных ситуациях, в случаях нарушения технологического процесса, техники безопасности. Симптоматика хронических отравлений определяется характером действия вредного вещества, индивидуальной чувствительностью организма к воздействию. В современных условиях труда благодаря совершенствованию технологических процессов, значительно снизились концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны.

По характеру действия на организм человека выделяют следующие группы вредных веществ:

- канцерогены;
- вещества, способные вызвать аллергические заболевания в производственных условиях;
- вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе.

В соответствии с классификацией вещества разделены на четыре класса опасности:

класс 1 - чрезвычайно опасные;

класс 2 - высокоопасные;

класс 3 - опасные;

класс 4 - умеренно опасные.

Чувствительно реагирует на изменение окружающей среды эндокринная система, которая играет важную роль в адаптации к неблагоприятным сдвигам. При длительном воздействии вредных веществ в организме человека происходят гормональные реакции – неспецифические гормональные сдвиги.

Биологическое действие промышленных *аэрозолей* определяется их физико-химическими свойствами. При воздействии промышленных аэрозолей поражаются органы дыхания. Основными видами действия аэрозолей считаются: фиброгенное, аллергенное, раздражающее и канцерогенное. Длительный контакт с пылью в производственных условиях вызывает развитие профессиональных заболеваний органов дыхания – бронхитов. Пылевой бронхит характеризуется поражением слизистой оболочки трахеи и бронхов, постепенно развивающимися вследствие длительного воздействия повышенных концентраций промышленной пыли. В последнее время также наблюдается рост бронхиальной астмы, обусловленной воздействием промышленных аэрозолей, содержащих аллергены биологического и химического происхождения. Профессиональная бронхиальная астма, не обладая специфичностью, характеризуется четкой взаимосвязью астматических приступов с воздействием промышленного аллергена.

3.7 Воздействие биологического фактора

Инфекционные болезни профессиональной этиологии возникают у лиц, непосредственно работающих с больными людьми или животными или биоматериалами (кровь, моча, мокрота и т.д.). Профессиональный характер инфекционного заболевания подтверждается данными санитарно-гигиенических условий труда, свидетельствующими о том, что заболевший во время работы имел контакт с однородной инфекцией. Инфицирование, как правило, происходит воздушно-капельным путем.

Профилактике профессиональных заболеваний необходимо уделять большое внимание. В ряду профилактических мероприятий особое место принадлежит предварительным и периодическим медицинским осмотрам, работающих во вредных и опасных условиях труда.