#### Ионизирующее излучение и радиоактивность

***Ионизирующее излучение*** – поток заряженных или нейтральных частиц и квантов электромагнитного излучения, прохождение которых через вещество приводит к ионизации и возбуждению атомов или молекул среды.

Все ионизирующие излучения по своей природе делятся на фотонные и корпускулярные. К фотонному ионизирующему излучению относятся гамма-излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер или аннигиляции частиц, тормозное излучение, возникающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц, характеристическое излучение с дискретным энергетическим спектром, возникающее при изменении энергетического состояния электронов атома и рентгеновское излучение, состоящее из тормозного и/или характеристического излучений. К корпускулярному ионизирующему излучению относят альфа-излучение, электронное, протонное, нейтронное и мезонное излучения. Корпускулярное излучение, состоящее из потока заряженных частиц (альфа-, бета-частиц, протонов, электронов), кинетическая энергия которых достаточна для ионизации атомов при столкновении, относится к классу непосредственно ионизирующего излучения. Нейтроны и другие элементарные частицы непосредственно не производят ионизацию, но в процессе взаимодействия со средой высвобождают заряженные частицы (электроны, протоны), способные ионизировать атомы и молекулы среды, через которую проходят. Соответственно, корпускулярное излучение, состоящее из потока незаряженных частиц, называют косвенно ионизирующим излучением.

Источником ионизирующего излучения называют объект, содержащий радиоактивный материал, или техническое устройство, испускающее или способное (при определенных условиях) испускать ионизирующее излучение.

**Классификация источников излучения.** Современные ядерно-технические установки обычно представляют собой сложные источники излучений. Например, источниками излучений действующего ядерного реактора, кроме активной зоны, являются система охлаждения, конструкционные материалы, оборудование и др. Поле излучения таких реальных сложных источников обычно представляется как суперпозиция полей излучения отдельных, более элементарных источников.

Любой источник излучения характеризуется:

1. Видом излучения – основное внимание уделяется наиболее часто встречающимся на практике источникам γ-излучения, нейтронов, α-, β+-, β--частиц.
2. Геометрией источника (формой и размерами) – геометрически источники могут быть точечными и протяженными. Протяженные источники представляют суперпозицию точечных источников и могут быть линейными, поверхностными или объемными с ограниченными, полубесконечными или бесконечными размерами. Физически точечным можно считать такой источник, максимальные размеры которого много меньше расстояния до точки детектирования и длины свободного пробега в материале источника (ослаблением излучения в источнике можно пренебречь). Поверхностные источники имеют толщину много меньшую, чем расстояние до точки детектирования и длина свободного пробега в материале источника. В объемном источнике излучатели распределены в трехмерной области пространства.
3. Мощностью и ее распределением по источнику – источники излучения наиболее часто распределяются по протяженному излучателю равномерно, экспоненциально, линейно или по косинусоидальному закону.
4. Энергетическим составом – энергетический спектр источников может быть моноэнергетическим (испускаются частицы одной фиксированной энергии), дискретным (испускаются моноэнергетические частицы нескольких энергий) или непрерывным (испускаются частицы разных энергий в пределах некоторого энергетического диапазона).
5. Угловым распределением излучения – среди многообразия угловых распределений излучений источников для решения большинства практических задач достаточно рассматривать следующие: изотропное, косинусоидальное, мононаправленное. Иногда встречаются угловые распределения, которые можно записать в виде комбинаций изотропных и косинусоидальных угловых распределений излучений.

(На практике источники встречаются в неограниченном многообразии указанных характеристик.)

Гамма-лучи, альфа- и бета-частицы обладают различной проникающей способностью. Пробег альфа-частицы в воздухе не превышает нескольких сантиметров; бета-частицы могут пройти в воздухе несколько метров, а гамма-кванты – десятки, сотни метров. При внешнем облучении человека альфа-частицы полностью задерживаются поверхностным слоем кожи; бета-частицы не могут проникнуть в глубь человеческого организма больше, чем на несколько миллиметров; гамма-кванты способны вызвать облучение всего тела.

**Клинические аспекты действия малых доз ионизирующего излучения на человека**

Нарушение здоровья тесно связано с ростом числа общесоматических заболеваний. Пусть здоровье – это состояние организма, которое можно охарактеризовать соответствующими уровнями физических и умственных способностей, а также возможностями приспособления к меняющимся условиям работы и жизни. В этом случае в понятие «нарушение здоровья» входит снижение функциональных способностей организма. Для оценки нарушения здоровья, а вместе с этим и для прогноза роста заболеваний, применяют критерии изменения гематологических, биохимических и морфологических параметров организма, которые имеют количественные лабораторные оценки, и эти изменения могут быть результатом неблагоприятного воздействия факторов на различные физиологические системы.

Рассмотрим клинические проявления, которые возникают у практически здорового человека при действии малых доз ионизирующего излучения на примере медицинских и дозиметрических исследований заболеваемости ликвидаторов аварии на ЧАЭС по данным Российского государственного медико-дозиметрического регистра.

**Таблица 2.** Показатели заболеваемости на 100 тыс. человек в 1993 году по основным классам болезней среди ликвидаторов различных дозовых групп и населения России в целом

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Класс болезней** | **Население России** | **Ликвидаторы** |
| **0 – 5 сГр** | **5 – 20 сГр** | **Более 20сГр** |
| Болезни эндокринной системы | 327 | 5170 | 6120\* | 6075\* |
| Болезни крови и кроветворных органов | 94 | 213 | 354\* | 450\* |
| Психические расстройства | 599 | 5178 | 5490 | 5472 |
| Болезни органов кровообращения | 1472 | 5287 | 6090\* | 6648\*\* |
| Болезни органов пищеварения | 2535 | 9106 | 9743 | 9515  |

Примечания:

\* - показатели, достоверно отличающиеся от соответствующих показателей в дозовой группе 0 - 5 сГр;

\*\* - те же различия с дозовой группой 5 - 20 сГр.

В таблице представлены показатели заболеваемости на 100 тыс. человек в 1993 г. по основным классам болезней среди ликвидаторов различных дозовых групп и населения России в целом. Из данных таблицы видно, что показатели заболеваемости среди ликвидаторов превышают таковые для населения России. Рост заболеваемости (сумма заболеваний по классам болезней) по группам ликвидаторов составляет соответственно 20; 22,8 и 23,2 %. Эффективная доза Dэф рассчитывалась из предположения, что ликвидаторы на ЧАЭС подвергались равномерному облучению в течение трех - шести месяцев. Мы считаем, что столь высокий рост заболеваний объясняется тем, что уровень, полнота и качество диспансеризации ликвидаторов значительно отличаются от общероссийской практики. Поэтому группу, получившую дозу 0 - 5 сГр (Dэф ≤ 2 сГр), мы принимаем в качестве контрольной группы сравнения. Из данных таблицы следует, что во второй и третьей группе имеет место достоверный рост заболеваний примерно на 3 %. Этим группам с дозой облучения 20 - 35 сГр Dэф соответствует 7 - 11 сГр, то есть у части лиц она несколько превышала условный порог (Dэф=8 сГр). Нарушение здоровья есть нестохастический эффект. При достижении пороговой дозы он выявляется у части лиц (до 5 %). На этом основании мы принимаем Dэф=8 сГр за порог нарушения здоровья.

Имеющиеся в литературе клинические данные об изменениях в основных регуляторных системах организма при действии ионизирующего излучения в дозах, не вызывающих острую или хроническую лучевую болезнь, указывают на то, что функциональные изменения деятельности основных физиологических систем чаще всего носят полисиндромный характер. Это проявляется в первичных функциональных отклонениях на уровне многих физиологических систем организма, развитию донозологических состояний, переходящих с ростом дозы к клинической патологии. Как показывает анализ заболеваемости ликвидаторов аварии на ЧАЭС, при дозах более 5 сГр через четыре года имеет место достоверный рост заболеваний по следующим классам болезней: болезни нервной системы, психические расстройства, болезни крови и кроветворных органов, болезни органов пищеварения. По другим классам болезней различия в показателях заболеваемости не выявлены.

Рассмотрим данные о состоянии различных систем организма у лиц, подвергшихся облучению в малых дозах, и на этой основе попытаемся установить, к каким клиническим последствиям приводит облучение в установленных выше диапазонах дозы.

В структуре неврологической заболеваемости особое место занимает синдром вегетативной дистонии. Стойкие и выраженные нарушений вегетативной регуляции выявлены при дозе внешнего облучения выше 25 - 50 сГр. Психологические и психосоциальные скрининговые исследования больших контингентов пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС выявили универсальную реакцию в виде повышения тревожности как устойчивой личностной черты, характерной для состояния стресса со всеми его тремя компонентами: соматическим, эмоционально-волевым, поведенческим. При этом отмечается ускорение перехода психофизиологических расстройств в стойкие психосоматические у 30 % обследованных. Анализ клинических данных обследованных лиц с установленными дозовыми нагрузками показывает, что при облучении в диапазоне дозы от 5 - 15 сГр до 25 - 50 сГр психофизиологические и психологические изменения можно рассматривать как функциональный или рефлекторный ответ нервной системы в виде неспецифической ориентировочной реакции при восприятии облучения как раздражителя. При больших дозовых нагрузках (от 60 до 100 - 200 сГр) физиологическая реакция трансформируется в реакцию повреждения. Наблюдаемую реакцию нервной системы на ионизирующее излучение можно оценить как дизрегуляторный синдром, который в свою очередь модифицирует клиническое течение ранее существовавшей патологии, способствует более торпидному ее течению и снижает в ряде случае эффективность терапии.

Гематологический мониторинг показывает, что признаки функциональной дезорганизации в системе гомеостаза и морфофункциональных свойств клеток крови выявляются при воздействии ионизирующего излучения в дозе порядка 5 - 30 сГр. Такого рода изменения по отношению к контрольной группе находятся в пределах физиологических колебаний и нормализуются в течение шести месяцев. При исследовании периферической крови лиц, работавших в 30 км зоне ЧАЭС, в 11 % случаев выявлена преходящая и стойкая лейкопения при поглощенной дозе порядка 36 - 72 сГр. Изучение состояния здоровья этих лиц позволяет выделить их в группу риска развития гематологических заболеваний. Изучение особенностей течения острой лучевой болезни пострадавших с относительно равномерным облучением показало, что при дозе около 1 Гр постлучевая динамика клеток крови выражена минимально. Острая лучевая болезнь (ОЛБ) первой степени тяжести (доза облучения 1 - 2 Гр) характеризовалась только клинико-лабораторными находками и умеренными астеническими последствиями. Однако необходимо отметить, что при ретроспективном анализе гематологических показателей (по факту волнообразного снижения нейтрофилов и тромбоцитов) выявлена группа пострадавших с зарегистрированной дозой 50 - 75 сГр. Однако избыточная заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов у профессионалов - ликвидаторов аварии на ЧАЭС не была выявлена.

Результаты многолетнего изучения иммунитета у населения Южного Урала, подвергшегося облучению в дозе 10 - 85 сГр (средние значения), указывают на изменения в иммунной системе. Через два - четыре года наблюдалось угнетение фагоцитарной активности нейтрофилов крови, снижение содержания лизоцима в слюне, незначительное нарушение продукции антител. Через пять-шесть лет изменения показателей факторов естественного иммунитета были менее выраженными. Однако при функциональных нагрузочных пробах выявилось снижение резервной возможности иммунной системы, которое сохранялось в течение 20 лет.

Сопоставляя лабораторные показатели и клинические проявления, можно применить разработанные дозовые критерии для оценки изменений интегрального показателя - нарушения здоровья, то есть для прогноза возникновения ряда общесоматических заболеваний при действии ионизирующего излучения в малых дозах.

На практике достаточно сложно определить порог вредного действия, так как трудно провести различия между физиологическими колебаниями, физиологическими процессами адаптации и патологическими процессами. Так наряду с клинико-эпидемиологическими данными, указывающими на рост общесоматических заболеваний при действии малых доз, имеют место исследования, по данным которых рост заболеваемости не был выявлен. В частности, данные за 1979 - 1988 гг. о влиянии радиационного фактора риска на распространенность ишемических и геморрагических инсультов в зоне предприятий атомной промышленности и работников предприятия, которые подвергались воздействию внешнего гамма-облучения со средней суммарной дозой 62 - 81 сГр за 16,9 - 23,5 лет указывают, что эти показатели не превышают таковые по другим регионам страны. По расчетным оценкам Dэф для профессиональных работников составляла 9,5 - 11,5 сГр. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности (ВУТ) при неврологических проявлениях остеохондроза не превышала таковую среди лиц контрольной группы других производств, не имеющих контактов с ионизирующим излучением. Данные по персоналу атомных реакторов, облучавшемуся в большой дозе (годовая доза составляла 100 сГр и более, 266 сГр за 5 лет; частота заболеваемости хронической лучевой болезни 0,5 % в год), указывают на то, что после прекращения контакта с радиационным фактором показатели морфологического состава периферической крови восстанавливались до исходного уровня в течение 5 - 10 лет.

Анализируя данные, приведенные выше, можно предложить следующие дозовые критерии для ранжирования состояния организма по гематологическим, иммунологическим и биохимическим показателям. Уровень воздействия с эффективной дозой, равной 2 - 8 сГр, характеризуется изменениями, не указывающими на нарушение здоровья. Можно считать, что вклад радиационного фактора в рост общесоматических заболеваний в данном диапазоне дозы практически не значим. Уровень воздействия с эффективной дозой, равной 8 - 30 сГр, характеризуется изменениями показателей перечисленных систем, которые значимо отличаются от контроля или от исходных значений, выявляются общепринятыми лабораторными методами исследования, но лежат в пределах физиологической нормы. В этих условиях воздействия активно работают компенсаторные механизмы. При этом имеют место скрытые нарушения, выявляемые, в частности, при помощи функциональных и экстремальных нагрузок. Такой сдвиг может быть неблагоприятным. Таким образом, эффективная доза, равная 8 сГр, является пороговой, начиная с которой могут иметь место случаи, указывающие на нарушение здоровья. При дополнительном воздействии других неблагоприятных факторов существует вероятность роста общесоматических заболеваний. Радиационный фактор выступает лишь как одно из условий этого роста. Уровень воздействия с эффективной дозой, равной 30 - 60 сГр, характеризуется изменениями в кроветворной, иммунной и нейроэндокринной системах, которые достоверно (р < < 0,05) отличаются от контроля, более стойко сохраняются и (или) выходят за пределы физиологических колебаний. Перечисленные признаки характеризуют этот уровень как перенапряжение механизмов адаптации или недостаточность адаптации. Такой результат воздействия является по общепринятому мнению неприемлемым. Таким образом, эффективная доза, равная 30 сГр, является пороговой, начиная с которой радиационный фактор выступает как причина развития и роста общесоматических заболеваний.

Особый интерес представляет вопрос о длительной потере трудоспособности в результате общесоматических заболеваний при радиационном воздействии на человека. На основе предложенных данных можно сделать следующий вывод. Предположим, что длительная потеря трудоспособности может наступить только при возникновении устойчивой совокупности ряда симптомов - синдрома. Из приведенных данных следует, что такая ситуация может возникнуть при эффективной дозе, превышающей 30 сГр. Отсюда следует, что при облучении (однократно и кратковременно) практически здорового трудоспособного человека ионизирующим излучением в дозе менее 30 сГр опасность длительной потери трудоспособности отсутствует. При хроническом воздействии в течение года такой вывод справедлив для дозы менее 1 Гр.

**Воздействие различных видов излучения малых мощностей на человека**

Радиация, электромагнитные поля СВЧ и КВЧ диапазонов, ультразвук и экраны дисплеев, имеющие широкий спектр излучений – все эти факторы широко представлены в нашей повседневной жизни. Это телевизоры, компьютеры, печи СВЧ, сотовые телефоны, различные ультразвуковые устройства и т.д., а также проживание вблизи линий высоковольтной передачи, теле - и ретрансляционных башен, объектов использующих радиационные материалы.

На протяжении последних почти двадцати лет небольшая группа сотрудников Института проблем управления РАН занимается созданием методов обработки медицинской информации. В частности созданием объективных методов диагностики и управления лечением ряда неврологических заболеваний. Разрабатываемые методы базируются на обработке электрических потенциалов мышц человека. Запись электрических потенциалов называется [электромиограммой (ЭМГ).](http://www.ipu.rssi.ru/publ/htr/EMG.HTM)

Исследование физиологического и патологического тремора человека позволили разработать новый метод компьютерной обработки ЭМГ. [Метод основан на спектрально-статистическом](http://www.ipu.rssi.ru/publ/htr/MET.HTM) анализе кривых электрической активности мышц.

При проведение различных экспериментальных исследований параллельно с подопытной группой экспериментатор всегда использует контрольную группу. Обычно это субъекты, которые не несут в себе те или иные заболевания (если речь идет об исследованиях различных заболеваний) или не подвергаются тем или иным воздействиям в отличие от подопытной группы. В качестве контрольной группы часто выступали сотрудники Института проблем управления РАН. Для многих из них накапливались данные на протяжении более десятка лет. Эти исследования показали, что усредненные спектры человека сохраняются неизменными на протяжении этого времени.

Эти спектры отражают физиологический тремор человека в норме. Усредненный спектр одного из испытуемых показан на рис.1. Предварительный анализ результатов обследования группы здоровых испытуемых (около 100 человек) позволил определить среднестатистические значения спектральных параметров нормы.

Проводя очередные экспериментальные исследования в сентябре 1986 с участием контрольной группы, состоящей из наших сотрудников, мы столкнулись с резким изменением их спектральных характеристик. Все, ранее стабильные на протяжении нескольких лет, показатели контрольной группы изменились. На рис.2 показано как изменился усредненный спектр одного из участников контрольной группы.

Поиски причин изменения ранее стабильных характеристик нормы привели к мысли о влиянии Чернобыльской катастрофы на жителей Москвы. Было решено провести исследования людей, непосредственно попавших в зону Чернобыльской аварии. Просмотр характеристик этой группы, позволил бы определить, реагирует ли ЦНС человека на радиационные воздействия малых доз.

В декабре 1986- январе 1987 года проведено обследование группы людей (34 человека), попавших в аварию на Чернобыльской АЭС и участвовавших в ее ликвидации в период апрель - август 1986 года. Исследования проводились на базе отделения радиационной неврологии Института биофизики МЗ СССР. Больные находились на лечении в клинике. Среди них 21 человек с диагнозом острая лучевая болезнь (ОЛБ) различной степени тяжести. Остальные 13 человек подверглись облучению в дозах, не приведших к возникновению ОЛБ. Дозы, полученные этими людьми, варьировались от 15 до 800 рентген. Возраст обследованных от 17 до 55 лет.

Обследование и анализ результатов позволили получить признак реакции ЦНС человека на радиационное облучение. Выявленный признак не коррелировал со стадией заболевания или полученной дозой. Напротив, чаще он был выявлен у лиц, не имеющих диагноз лучевая болезнь. Это можно объяснить, по сей видимости, тем, что люди, заболевшие лучевой болезнью, получили дозы, вызвавшие "глобальные изменения" в организме. Эти больные получали интенсивную терапию, перенесли несколько процедур переливания крови, все это могло "замазать" картину. Выявление же признака у людей, которые находились на профилактическом осмотре, т.к. не получили повышенных доз радиации, и по клинике не считались пораженными, заставил обратить внимание на людей, профессионально связанных с радиационными воздействиями и получивших нормативные для этой отрасли дозы. В 1988- 1990 годах для исследования влияния длительного воздействия малых мощностей облучения было проведено обследования персонала Калининской АЭС (84 человека) и Ленинградской АЭС (47 чел.).

В эти группы входили работники различных цехов (реакторного, турбинного, электро-, химического и ремонтного, а также отдел охраны труда и радиационной безопасности) в возрасте от 22 до 55 лет и стажем работы на АЭС от 2 до 30 лет. Для определения длительности периода сохранения признаков реакции на радиационное воздействие у людей, получивших малые и средние дозы облучения, в 1990г. проводилось обследование участников ликвидации аварии на ЧАЭС. Обследовано 24 мужчин в возрасте от 33 до 56 лет, получивших в период 1986 -1988 гг. дозы, не превышающие 30 рентген. Обследование проводилось в клинике кафедры военно-полевой терапии Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова (г.Санкт-Петербург). В контрольную группу людей, профессионально не связанных с радиационным фактором, вошли:

1.Курсанты Военно-медицинской академии им.С.М.Кирова -20 чел.;

2.Студенты и преподаватели Санкт-Петербургского технического университета- 24чел.;

3.Сотрудники Института проблем управления РАН г.Москва -20 чел

4.Рабочие завода по обработке цветных металлов г.Москва - 44 чел.

Для всех исследуемых групп людей, получивших различные дозы радиационного облучения непосредственно после облучения или через несколько лет после него, а также находящихся в зоне длительного влияния малых мощностей радиации, было получено статистически достоверное различие значения параметра, определяющего реакцию человека на радиационное воздействие, от значений этого параметра для групп людей профессионально не связанных с этим фактором.

На диаграмме ( рис.3) показано в % число людей, имеющих признак реакции ЦНС на радиационное воздействие во всех исследуемых группах. Все контрольные группы слиты в одну группу "норма".

Наблюдение за контрольной группой "норма ИПУ", изменивших свои характеристики в 1986 году, на протяжении 1987-1993 годов показало, что уже в 1987 году характеристики некоторых испытуемых стали смещаться в сторону нормализации. Отметим, что до 1986 года группа "норма" имела 4% людей с признаком, соответствующим реакции на воздействие.

На диаграмме (рис.4) показано как менялся % людей в группе "норма", имеющих отклонения, по годам

*Таким образом, обследование ликвидаторов аварии на ЧАЭС через 3-4 года после облучения и наблюдение за "нормой" на протяжении 7 лет показало, что признак реакции человека на воздействие малых доз радиации сохраняется не менее года. Характеристики нормализуются в течение 2-4 лет после воздействия. По всей видимости, возникновение реакции человека на воздействие, а также время сохранения признака реакции зависит от индивидуальных особенностей организма человека.*

**Дисплей**

Люди, работающие на персональных компьютерах (ПК), часто жалуются на головные боли, повышенную утомляемость и ухудшение зрения. Но влияние ПК характеризуется не только этими симптомами. Экран дисплея ПК является источником широкого спектра излучения малой интенсивности. Проводились обследования людей, работающих на ПК от 2 до 6 лет по 3-6 часов в день (32 человека). *У 64% были обнаружены отклонения характеристик.*

**Экспериментальные исследования воздействия электромагнитных волн**

**СВЧ-диапазон.** В Исследованиях участвовала группа врачей-добровольцев, подвергавшихся специальному локальному облучению кистей рук электромагнитным полем СВЧ - диапазона (F=2450 МГц, W=50 мВт/см2). Работа проводилась совместно с Институтом гигиены труда и профзаболевания. Каждый испытуемый облучался 4 раза с промежутками в несколько дней. Длительность сеанса облучения 20 мин. До 1 сеанса и через 1 - 1,5 часа после каждого сеанса испытуемых обследовали по разработанной методике.

Анализ полученных данных показал, что после первого сеанса у всех испытуемых изменился характер спектров ОЭМГ. Причем изменения произошли не только в спектрах ОЭМГ мышц рук (облучались кисти рук), но и в спектрах ОЭМГ мышц ног.

Этот эффект сохранялся после последующих сеансов без изменения, что говорит о том, что даже локальное облучение электромагнитным полем СВЧ-диапазона вызывает общую реакцию организма. Эти же испытуемые проходили параллельно подробное клиническое обследование. *Никаких клинических проявлений эти обследования не выявили.* Через год выявленные нами признаки сохранились у всех испытуемых, а через 2 года у одного испытуемого признаки нормализовались, т.е. вернулись к фоновому значению, а у остальных испытуемых наблюдалась тенденция к нормализации.

**КВЧ-диапазон.** Исследования проводились совместно с Институтом высшей нервной деятельности (лабораторией электромагнитных воздействий) с участием 3 испытуемых, на которых осуществлялось воздействие и контрольной группы из 5 человек. Осуществлялось локальное воздействие на кисть руки электромагнитным полем ММ диапазона. Для воздействия использовался специальный КВЧ - излучатель, применяемым для физиотерапевтических процедур в медицине. Длина волны излучения 5,6 мм, мощность излучателя 10мВт/см2. Время воздействия 20 минут. Проводилось воздействие на правую руку (от 3 до 6 сеансов) и спустя 3-5 месяцев на левую руку (также до 6 сеансов). До начала сеанса воздействия и после сеанса регистрировалась электрическая активность мышц испытуемых. Сеансы проводились с двух - трехдневными перерывами. Для контрольной группы в 5 экспериментах регистрировалась электрическая активность мышц. Каждое обследование проводилось также с двух- трехдневным разрывом. Условия проведения эксперимента для всех испытуемых были одинаковы. Перед каждым сеансом проводилась запись исходного состояния испытуемого и запись после воздействия.

Изменения в спектрах подопытной группы были зафиксированы после второго сеанса воздействия. Причем эти изменения вначале фиксировались на стороне, контрлатеральной воздействию.

Исследование, проведенное через год после второй серии экспериментов, показало нормализацию спектров, т.е. возврат к первоначальному фону.

В контрольной группе никаких закономерных изменений выявлено не было.

*Таким образом, экспериментальное исследование реакции человека на воздействие электромагнитных полей КВЧ диапазона показало, что эта реакция наблюдается и первые ее признаки появляются на контрлатеральной стороне.*

**Ультразвук.** Воздействие ультразвука на организм человека исследовалось с участием врачей, работающих с ультразвуковой диагностической аппаратурой (15 человек). Стаж работы с УЗ аппаратурой у обследуемых лежал в диапазоне от 1 до 10 лет. У всех обследуемых были выявлены изменения спектрально - статистических характеристик по сравнению с нормой. При этом многие испытуемые жаловались на частые головные боли, усталость, вялость. *Клинические исследование данной группы не показали каких-либо характерных изменений*.

ВЫВОДЫ

Приведенные примеры, отвечают на вопрос, поставленный в заглавии. Центральная нервная система человека является тонко реагирующим датчиком на различные внешние воздействия. Эта система управляет не только мышцами человека, но и другими органами. Можно сделать предположение, что если ЦНС меняет свое состояние (под воздействием какого-либо фактора), то это может найти свое отражение и в нарушении работы любого органа. Если предположить, что выявленный нами признак реакции человека на воздействия различных физических факторов есть показатель изменений ЦНС, то это может найти свое отражение и в различного рода вегетативных нарушениях. В [25] показано, что Чернобыльская катастрофа привела к тенденции роста заболеваемости по всем основным классам болезни населения, проживающего на загрязненных территориях. Таким образом, если действие фактора малой интенсивности было не однократным, то можно предположить, что это отразиться на состоянии здоровья человека.

Разработанный метод компьютерной обработки сигналов электрической активности мышц может использоваться для:

1. определения реакции индивидуума на рассматриваемые в работе физические факторы воздействия;
2. мониторинга состояния населения, живущего в экологически неблагоприятных районах, а также людей профессионально связанных с различными ионизирующими и неионизирующими воздействиями.

Ранее выявление реакции позволит своевременно принять профилактические меры для уменьшения риска заболевания.